МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ
Б1.О.02 ВСЕОБЩАЯ ИСТОРИЯ

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

формы обучения: ***очная, заочная***

Автор: Абрамов С. М., доцент

Одобрена на заседании кафедры

Управление персоналом
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Ветошкина Т. А.
(Фамилия И. О.)

Протокол № 1 от 16.09.2021
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Факультета Геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Бондарев В.И.
(Фамилия И. О.)

Протокол № 2 от 07.10.2021
(Дата)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00899356C4B8E7194321D0749160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 26.06.2024 до 19.09.2025

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	4
2	Методические указания по подготовке к опросу	8
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	9
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	10
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	11
	Заключение	14
	Список использованных источников	15

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 студентовonline 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 алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентовс 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,

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

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.

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 эффектна, 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 избегать 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, имеющихся 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 метода

2. Методические указанияпо 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 избегать 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 дляосвещения 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[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).

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

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)[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.

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 помощь 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

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

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 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 неусвоенной, 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 неутомительный 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 ни 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 и 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 нормальным 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 в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

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

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой, к.п.н., доцент
_____ Л.Г. Юсупова

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрен на заседании кафедры
Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)
Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

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:

универсальные:

- способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) (УК-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 и заочной формы обучения, обучающихся по специальности *21.03.02 Землеустройство и кадастры*.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации*. Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.О.03 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

начальная буква фамилии студента	***№ варианта контрольной работы***
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, о*борот *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***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
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 *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	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**/<u>have you</u>**?

B: No. You didn't leave it in the car, **<u>did you</u>**/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 d**eine** 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».

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»:

35-44 балла (80-100%) - оценка «отлично»;

29-34 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;

22-28 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;

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

Образец оформления титульного листа

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

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

формы обучения: очная, заочная

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа ГИГ-22

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

Екатеринбург
2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров
13.10.2021 г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Б1.О.04 ИНОСТРАННЫЙ ЯЗЫК

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

год набора: 2022

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Одобрена на заседании кафедры

Иностранных языков и деловой коммуникации
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Юсупова Л. Г.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 28.09.2021 г.
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

д.г-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 07.10.2021 г.
(Дата)

Екатеринбург

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 daysin 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 arid 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, Kasakhstan, 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, о*борот *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***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
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 *to be* и *to have*	102-104	6-8
Оборот *there+be*	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 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 переводится 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. Ранее 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**	определительные
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 – с**естра **motherч–** 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 <u>It's me</u>, 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/l have got three apples. *У меня есть 3 яблока,*
• Если вы не знаете точное количество, то используйте неопределенное местоимение **some: I have/1 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? **How much?** } **сколько?**	**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 без (of) используется и без существительного. **Сравните**: He writes **a lot** of funny stories**.** *Он пишет много забавных рассказов.* He writes **a lot.** *Он много пишет.*	girls – много девочек **a lot of** sugar - много сахара
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 **few** } **мало (т.е. надо еще)**	**a little** **a few** } **немного (т.е. пока хватает)**

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 <u>each other</u> rather friendly. *Они разговаривали друг с другом довольно дружелюбно.*
They always help <u>one another</u>. *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	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 = ail of us you all = all of you they all = ail 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 (артикль 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**

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 *-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 that that one - Этот стол больше, чем тот (стол).
These table 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.	This girl speaks English well.
Р. п. Это собака той девочки.	It's a dog of that girl.
Д. п. Я дал яблоко той девочке. .	I gave an apple to that girl.
В. п. Я вижу маленькую девочку. .	1 can see a little girl.
Т. п. Я люблю гулять с этой девочкой.	1 like to play with this girl.
П. п. Я часто думаю об этой девочке.	1 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 bail** **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 bail - 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

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 weak.
в определенных конструкциях there is a... I have a… he has a... I see a... this is a... that is a… It is a... Iama… 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 Avrora the Seasame 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	The table is in the middle of the room.
in the morning, In the evening, in the afternoon	I never drink coffee in the evening.
what’s the use?	What's the use of going there so late?
to the cinema, to the theatre, to the shop, to the market	Do you like going to the theatre? He works at the shop.
at the cinema, at the theatre, at the shop, at the market	The fact is that I have no money at all. Where is the doctor?
the fact is (was) that...	We always spend summer in the country.
where is the…?	
in the country, to 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 НО: the USA, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland, the Netheriands, 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 вопросахwas/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
	Полная форма	Краткая форма	
There was	There was not	There wasn't	Was there?
There were	There were not	There weren't	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	use**ful** doubt**ful**	**полезный** **сомневающийся**
- less	help**less** use**less**	**беспомощный** **бесполезный**
- ous	fam**ous** danger**ous**	**известный** **опасный**
- al	form**al** centr**al**	**формальный** **центральный**
- able	eat**able** cap**able**	**съедобный** **способный**

Приставочный способ образования имен прилагательных

Приставка	Пример	Перевод
un -	**un**cooked **un**imaginable	**невареный** **невообразимый**
in -	**in**capable **in**human	**неспособный** **негуманный**
il -	**il**legal **il**liberal	**нелегальный** **необразованный**
im -	**im**possible **im**practical	**невозможный** **непрактичный**
dis -	**dis**honest **dis**agreeble	**бесчестный** **неприятный**
ir -	**ir**regular **ir**responsible	**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	cold**er** - холоднее	the cold**est** - самый холодный
big - большой	bigg**er** - больше	the bigg**est** - самый большой
kind - добрый	kind**er** - добрее	the kind**est** - 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	clever**er - умнее**	**the** clever**est - самый умный**
easy - простой	eas**ier - проще**	**the** easi**est - самый простой**
able - способный	abl**er - способнее**	**the** abl**est - самый способный**
busy - занятой	bus**ier - более занятой**	**the** busi**est - 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:**

larg**e – larger - the** larg**est /** большой – больше – самый большой

brav**e – braver – the** brav**est /** 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 – bigg**er –** bigg**est /** большой – больше – самый большой

hot – hott**er –** hott**est /** горячий – горячее – самый горячий

thin – thinn**er –** thinn**est /** тонкий – тоньше – самый тонкий

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

busy – bus**ier – busiest / занятой – более занятой – самый занятой**

easy – eas**ier –** eas**iest / 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	**more beautiful** - красивее	**the most beautiful** - самый красивый
interesting – интересный	**more interesting** - интереснее	**the most interesting** - самый интересный
important - важный	**more important** - важнее	**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** a 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. Нуль 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, нуль 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. действии, 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 (snorter 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 ptay yesterday afternoon. (=They did their homework first and then they went out to ptay.)

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. (Сечас 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:... whilo 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***	
	Агабекян И. П.	*Журавлева Р.И.*
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

Глаголы	**Значение**	**Примеры**
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 приходить, to fly летать, 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 технический 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.

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 может 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.

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 it. *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 - v появляться; казаться; *ant* **disappear** - исчезать

bed - *n* пласт, слой, подстилающие породы; *syn* **layer, seam; bedded** - *a* пластовый

call for - v требовать; *syn* **demand, require**

carry out - v проводить *(исследование, эксперимент);* выполнять *(план);* завершать; *syn* **conduct, make**

colliery - каменноугольная шахта

concentration (dressing) plant - обогатительная фабрика, обогатительная установка

department - *n* отделение, факультет, кафедра; *syn* **faculty**

direct - v руководить; направлять; управлять; *a* прямой, точный; **directly** - *adv* прямо, непосредственно

education - *n* образование; просвещение; **get an education** получать образование

establish - v основывать, создавать, учреждать; *syn* **found, set up**

ferrous metals - чёрные металлы **(non-ferrous metals** цветные металлы)

iron - *n* железо; **pig iron** чугун; **cast iron** чугун, чугунная отливка

open-cast mines - открытые разработки

ore - *n* руда; **iron ore** - железная руда; **ore mining –** разработка рудных месторождений

process - v обрабатывать; *syn* **work, treat; processing** - n обработка; разделение минералов

rapid - *a* быстрый

research - *n* научное исследование

technique - *n* техника, способ, метод, технический прием; **mining technique** - горная техника, методы ведения горных работ

train - v 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 arid 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.

а) 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 горних 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 ones1 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 - *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; **fines** - *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* силь, 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 (hem 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; прослоек *(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 *(машиной);* 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 прослоек) 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;** засевать, 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

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 — е) to make a preliminary estimation (of a deposit)
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.* 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**

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 квершлаги
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 or industrial units and technological complexes - электопривод 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 мет оды поисков и разведки месторождений полезных ископаемых; according to some specializations: geoinformatics – геоинформатика; applied geophysics - прикладная геофизика; structural geophysics - структурная геофизика; geological surveying and exploration or mineral deposits - геологическая съемка и поиски МПИ; geology and mineral exploration - геология и разведка МПИ; prospecting and exploration or underground waters and engineering - geological prospecting - поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания; applied geochemistry, petrology and mineralogy - прикладная геохимия, петро логия 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 – универмаг
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, фитнесс 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* алеврит

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; *pi* **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; **fines** - *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* силь, пластовая интрузия
stock - *n* шток, небольшой батолит
vein - *n* жила, прожилок, пропласток
band - *n* слой; полоса; прослоек *(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 *(машиной);* 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* изготовлять, 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; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва

inflame - 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 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;** засевать, 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 - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

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 *(крепи);* 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 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 удовлетворятъ(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 ~**

hydraulicklng - *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)*

sidecastiag - *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; обрушать(ся)

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* подъемное 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 ambarrassing 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 specialities 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 speciality?
6. What specialities 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 Diplomate 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 yon 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 bom 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 Sulin 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* алеврит
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) алеврит 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; *pi* **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 предложены 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 - *v* изготовлять, 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)*

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. Укажете, 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; **foulding** - *n* складчатость, смешение *(пласта)* без разрыва
inflame - 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 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

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 н сочетаний слов:

1.	тип угля	а) heat value
2.	некоксующийся 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 - л почва горной выработки, почва пласта (жилы); **quarry** ~ подошва карьера; пол, настил

govern - v править, управлять; руководить; определять, обусловливать

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 *(крепи);* 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

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 hi 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 thick ness 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 arc 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 квершлаги
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 удовлетворятъ(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)

28. Robert Burns (1759 – 1796)

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
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	***Иванова Мария Ивановна*** 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 see 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-life 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 sings 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 in 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, est., 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.

Наименование оценочного средства	*Характеристика оценочного средства*	*Методика применения оценочного средства*	*Наполнение оценочного средства в КОС*	*Составляющая компетенции, подлежащая оцениванию*
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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА И СПОРТ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

специализация № 2

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Форма обучения: очная, заочная

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Физической культуры	геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Бондарев В. И.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 8 от 19.042019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург 2019

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, кровообращением, 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) ровной 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 необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании 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 повышение 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, коленом 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 РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

специализация № 2

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Форма обучения: очная, заочная

Автор: Шулиманов Д.Ф.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Физической культуры	геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Шулиманов Д.Ф.	Бондарев В. И.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 7 от 17.04.2019	Протокол № 8 от 19.042019
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург 2019

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….....3
Место дисциплины в структуре основной образовательной программы ……3
Требования к оформлению теста ……..…….....3
Содержание теста…….....3
Вопросы для проведения опроса…….....9
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом ……11
Выполнение работы над ошибками……...……..25

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» относится к разделу «Блок 1. Базовая часть».

3. 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» представлен, тест, вопросы для проведения опроса, самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой.

4. 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, кровообращением, 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) ровной 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 необходимость управлять динамикой работоспособности занимающихся. В) выделение частей в уроке требует Министерство образовании 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 повышение 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, коленом 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

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»;

5. 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).

6. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к практическим занятиям физической культурой и спортом

1.1. Планирование, формы и организация самостоятельных занятий

Планирование самостоятельных занятий осуществляется студентами при консультации преподавателей и должно быть направлено на достижение единой цели – сохранение хорошего здоровья, поддержание высокого уровня физической и умственной работоспособности, достижение поставленной задачи.

Существуют три формы самостоятельных занятий:

1. Утренняя физическая гимнастика (УФГ).

2. Упражнения в течение учебного (рабочего) дня.

3. Самостоятельные тренировочные занятия.

1.1.1. Утренняя физическая гимнастика

Выполняется ежедневно. В комплекс УФГ следует включать упражнения для всех групп мышц, упражнения на гибкость и дыхание, бег, бег (прыжковые упражнения).

Не рекомендуется выполнять:

- упражнения статического характера;
- со значительными отягощениями;
- упражнения на выносливость.

При выполнении УФГ рекомендуется придерживаться определенной последовательности выполнения упражнений:

- медленный бег, ходьба (2-3 мин.);
- потягивающие упражнения в сочетании с глубоким дыханием;
- упражнение на гибкость и подвижность для мышц рук, шеи, туловища и ног;
- силовые упражнения без отягощений или с небольшими отягощениями для рук, туловища, ног (сгибание-разгибание рук в упоре лежа, упражнения с легкими гантелями, с эспандерами);
- различные наклоны в положении стоя, сидя, лежа, приседания на од-ной и двух ногах и др.;
- легкие прыжки или подскоки (например, со скалкой) – 20-30 с.;
- упражнения на расслабление с глубоким дыханием.

При составлении комплексов УФГ рекомендуется физиологическую нагрузку на организм повышать постепенно, с максимумом во второй половине комплекса. К концу выполнения комплекса нагрузка снижается и организм приводится в спокойное состояние.

Между сериями из 2-3 упражнений (а при силовых – после каждого) выполняется упражнение на расслабление или медленный бег (20-30с.).

УФГ должна сочетаться с самомассажем и закаливанием организма. Сразу же после выполнения комплекса УФГ рекомендуется сделать самомассаж основных мышечных групп ног, туловища, рук (5-7 мин.) и выполнить водные процедуры с учетом правил и принципов закаливания.

1.1.2. Упражнения в течение учебного дня

Выполняются в перерывах между учебными и самостоятельными занятиями.

Они обеспечивают предупреждение наступающего утомления, способствуют поддержанию высокой работоспособности на длительное время без перенапряжения.

При выполнении этих упражнений следует придерживаться следующих правил:

1. Проводить в хорошо проветренных помещениях или на открытом воздухе.

2. Растягивать и расслаблять мышцы, испытывающие статическую нагрузку.

3. Нагружать неработающие мышцы.

1.1.3. Самостоятельные тренировочные занятия

Можно проводить индивидуально или в группе из 3-5 человек и более. Групповая тренировка более эффективна, чем индивидуальная. Заниматься рекомендуется 3-4 раза в неделю по 1,5 -2 часа. Заниматься менее двух раз в неделю нецелесообразно, т.к. это не способствует повышению уровня тренированности организма. Тренировочные занятия должны носить комплексный характер, т.е. способствовать развитию всего комплекса физических качеств, а также укреплению здоровья и повышению общей работоспособности организма.

Каждое самостоятельное тренировочное занятие состоит из трех частей:

1. Подготовительная часть (разминка) (15-20 мин. для одночасового занятия): ходьба (2-3 мин.), медленный бег (8-10 мин.), общеразвивающие упражнения на все группы мышц, соблюдая последовательность «сверху вниз», затем выполняются специально-подготовительные упражнения, выбор которых зависит от содержания основной части.

2. В основной части (30-40 мин.) изучаются спортивная техника и тактика, осуществляется тренировка развития физических, волевых качеств. При выполнении упражнений в основной части занятия необходимо придерживаться следующей последовательности:

После разминки выполняются упражнения, направленные на изучение и совершенствование техники, и упражнения на быстроту, затем упражнения для развития силы и в конце основной части занятия – для развития выносливости.

3. В заключительной части (5-10 мин.) выполняются медленный бег (3-8 мин.), переходящий в ходьбу (2-6 мин.), упражнения на расслабление в сочетании с глубоким дыханием, которые обеспечивают постепенное снижение тренировочной нагрузки и приведение организма в сравнительно спокойное состояние.

1.1.4. Методика самостоятельных тренировочных занятий

Методические принципы, которыми необходимо руководствоваться при проведении самостоятельных тренировочных занятий, следующие:

- принцип сознательности и активности предполагает углубленное изучение занимающимися теории и методики спортивной тренировки, осознанное отношение к тренировочному процессу, понимание целей и задач занятий, рациональное применение средств и методов тренировки в каждом занятии, учет объема и интенсивности выполняемых упражнений и физических нагрузок, умение анализировать и оценивать итоги тренировочных занятий;

- принцип систематичности требует непрерывности тренировочного процесса, рационального чередования физических нагрузок и отдыха, преемственности и последовательности тренировочных нагрузок от занятия к занятию. Эпизодические занятия или занятия с большими перерывами (более 4-5 дней) неэффективны и приводят к снижению достигнутого уровня тренированности;

- принцип доступности и индивидуализации обязывает планировать и включать в каждое тренировочное занятие физические упражнения, по своей сложности и интенсивности доступные для выполнения занимающимися. При определении содержания тренировочных занятий необходимо соблюдать правила: от простого – к сложному, от легкого – к трудному, от известного – к неизвестному, а также осуществлять учет индивидуальных особенностей занимающихся: пол, возраст, физическую подготовленность, уровень здоровья, волевые качества, трудолюбие, тип высшей нервной деятельности и т.п. Подбор упражнений, объем и интенсивность тренировочных нагрузок нужно осуществлять в соответствии с силами и возможностями организма занимающихся;

- принцип динамичности и постепенности определяет необходимость повышения требований к занимающимся, применение новых, более сложных физических упражнений, увеличение тренировочных нагрузок по объему и интенсивности. Переход к более высоким

тренировочным нагрузкам должен проходить постепенно с учетом функциональных возможностей и индивидуальных особенностей занимающихся.

Если в тренировочных занятиях был перерыв по причине болезни, то начинать занятия следует после разрешения врача при строгом соблюдении принципа постепенности. Вначале тренировочные нагрузки значительно снижаются и постепенно доводятся до занимающегося в тренировочном плане уровня.

Все выше перечисленные принципы находятся в тесной взаимосвязи. Это различные стороны единого, целостного повышения функциональных возможностей занимающихся.

1.1.5. Особенности самостоятельных занятий для женщин

Организм женщины имеет анатомо-физиологические особенности, которые необходимо учитывать при проведении самостоятельных занятий физическими упражнениями или спортивной тренировки. В отличие от мужского, у женского организма менее прочное строение костей, ниже общее развитие мускулатуры тела, более широкий тазовый пояс и мощнее мускулатура тазового дна. Для здоровья женщины большое значение имеет развитие мышц брюшного пресса, спины и тазового дна. От их развития зависит нормальное положение внутренних органов. Особенно важно развитие мышц тазового дна.

Одной из причин недостаточного развития этих мышц у студенток и работниц умственного труда является малоподвижный образ жизни. При положении сидя мышцы тазового дна не противодействуют внутрибрюшному давлению и растягиваются от тяжести лежащих над ними органов. В связи с этим мышцы теряют свою эластичность и прочность, что может привести к нежелательным изменениям положения внутренних органов и к ухудшению их функциональной деятельности.

Ряд характерных для организма женщины особенностей имеется и в деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной и других систем. Все это выражается более продолжительным периодом восстановления организма после физической нагрузки, а также более быстрой потерей состояния тренированности при прекращении тренировок.

Особенности женского организма должны строго учитываться в организации, содержании, методике проведения самостоятельных занятий. Подбор физических упражнений, их характер и интенсивность должны соответствовать физической подготовленности, возрасту, индивидуальным возможностям студенток. Необходимо исключать случаи форсирования тренировок для того, чтобы быстро достичь высоких результатов. Разминку следует проводить более тщательно и более продолжительно, чем при занятиях мужчин. Рекомендуется остерегаться резких сотрясений, мгновенных напряжений и усилий, например, при занятиях прыжками и в упражнениях с отягощением. Полезны упражнения, в положении сидя, и лежа на спине с подниманием, отведением, приведением и круговыми движениями ног, с подниманием ног и таза до положения «березка», различного рода приседания.

Даже для хорошо физически подготовленных студенток рекомендуется исключить упражнения, вызывающие повышение внутрибрюшного давления и затрудняющие деятельность органов брюшной полости и малого таза. К таким упражнениям относятся прыжки в глубину, поднимание больших тяжестей и другие, сопровождающиеся задержкой дыхания и натуживанием.

При выполнении упражнений на силу и быстроту движений следует более постепенно увеличивать тренировочную нагрузку, более плавно доводить ее до оптимальных пределов, чем при занятиях мужчин.

Упражнения с отягощениями применяются с небольшими весами, сериями по 8-12 движений с вовлечением в работу различных мышечных групп. В интервалах между сериями выполняются упражнения на расслабление с глубоким дыханием и другие упражнения, обеспечивающие активный отдых.

Функциональные возможности аппарата кровообращения и дыхания у девушек и женщин значительно ниже, чем у юношей и мужчин, поэтому нагрузка на выносливость для девушек и

женщин должна быть меньше по объему и повышаться на более продолжительном отрезке времени.

Женщинам при занятиях физическими упражнениями и спортом следует особенно внимательно осуществлять самоконтроль. Необходимо наблюдать за влиянием занятий на течение овариально-менструального цикла и характер его изменения. Во всех случаях неблагоприятных отклонений необходимо обращаться к врачу.

Женщинам противопоказаны физические нагрузки, спортивная тренировка и участие в спортивных соревнованиях в период беременности. После родов к занятиям физическими упражнениями и спортом рекомендуется приступать не ранее чем через 8-10 месяцев.

1.2. Самоконтроль занимающихся за состоянием своего организма

Данные самоконтроля записываются в дневник, они помогают контролировать и регулировать правильность подбора средств, методику проведения учебно-тренировочных занятий. У отдельных занимающихся количество показателей самоконтроля в дневнике и порядок записи могут быть различными, но одинаково важно для всех правильно оценивать отдельные показатели, лаконично фиксировать их в дневнике.

В дневнике самоконтроля рекомендуется регулярно регистрировать:

- субъективные данные (самочувствие, сон, аппетит, болевые ощущения);
- объективные данные (частота сердечных сокращений (ЧСС), масса тела, тренировочные нагрузки, нарушения режима, спортивные результаты).

Субъективные данные:

Самочувствие - отмечается как хорошее, удовлетворительное или плохое. При плохом самочувствии фиксируется характер необычных ощущений.

Сон - отмечается продолжительность и глубина сна, его нарушения (трудное засыпание, беспокойный сон, бессонница, недосыпание и др.).

Аппетит - Отмечается как хороший, удовлетворительный, пониженный и плохой. Различные отклонения состояния здоровья быстро отражаются, поэтому его ухудшение, как правило, является результатом переутомления или заболевания.

Болевые ощущения - фиксируются по месту их локализации, характеру (острые, тупые, режущие и т.п.) и силе проявления.

Объективные данные:

ЧСС – важный показатель состояния организма. Его рекомендуется подсчитывать регулярно, в одно и то же время суток, в покое. Лучше всего утром, лежа, после пробуждения, а также до тренировки (за 3-5 мин) и сразу после спортивной тренировки.

Нормальными считаются следующие показатели ЧСС в покое:

- мужчины (тренированные/не тренированные) 50-60/70-80;
- женщины (тренированные/не тренированные) 60-70/75-85.

С увеличением тренированности ЧСС понижается.

Интенсивность физической нагрузки также определяться по ЧСС, которая измеряется сразу после выполнения упражнений.

При занятиях физическими упражнениями рекомендуется придерживаться следующей градации интенсивности:

- малая интенсивность – ЧСС до 130 уд/мин. При этой интенсивности эффективного воспитания выносливости не происходит, однако создаются предпосылки для этого, расширяется сеть кровеносных сосудов в скелетных мышцах и в сердечной мышце (целесообразно применять при выполнении разминки);
- средняя интенсивность от 130 до 150 уд/мин.;
- большая интенсивность – ЧСС от 150 до 180 уд/мин. В этой тренировочной зоне интенсивности к аэробным механизмам подключаются анаэробные механизмы энергообеспечения, когда энергия образуется при распаде энергетических веществ в условиях недостатка кислорода;
- предельная интенсивность – ЧСС 180 уд/мин. и больше. В этой зоне интенсивности совершенствуются анаэробные механизмы энергообеспечения.

Существенным моментом при использовании ЧСС для дозирования нагрузки является ее зависимость от возраста.

Известно, что по мере старения уменьшается возможность усиления сердечной деятельности за счет учащения сокращения сердца во время мышечной работы. Оптимальную ЧСС с учетом возраста при продолжительных упражнениях можно определить по формулам:

- для начинающих: ЧСС (оптимальная) = 170 – возраст (в годах)
- для занимающихся регулярно в течении 1-2 лет:
- ЧСС (оптимальная) = 180 – возраст (в годах)

Зависимость максимальной величины ЧСС от возраста при тренировке на выносливость можно определить по формуле:

- ЧСС (максимальная) = 220 – возраст (в годах)

Например, для занимающихся в возрасте 18 лет максимальная ЧСС будет равна 220-18=202 уд/мин.

Важным показателем приспособленности организма к нагрузкам является скорость восстановления ЧСС сразу после окончания нагрузки. Для этого определяется ЧСС в первые 10 секунд после окончания нагрузки, пересчитывается на 1 мин. и принимается за 100%. Хорошей реакцией восстановления считается:

- снижение через 1 мин. на 20%;
- через 3 мин. – на 30%;
- через 5 мин. – на 50%,
- через 10 мин. – на 70 – 75%. (отдых в виде медленной ходьбы).

Масса тела должна определяться периодически (1-2 раза в месяц) утром натощак, на одних и тех же весах. В первом периоде тренировки масса обычно снижается, а затем стабилизируется и в дальнейшем за счет прироста мышечной массы несколько увеличивается. При резком снижении массы тела следует обратиться к врачу.

Тренировочные нагрузки в дневник самоконтроля записываются коротко, вместе с другими показателями самоконтроля они дают возможность объяснить различные отклонения в состоянии организма.

Спортивные результаты показывают, правильно ли применяются средства и методы тренировочных занятий. Их анализ может выявить дополнительные резервы для роста физической подготовленности и спортивного мастерства.

В процессе занятий физическими упражнениями рекомендуется периодически оценивать уровень своего физического развития и физической (функциональной) подготовленности.

1.2.1. Оценка физического развития

Проводится с помощью антропометрических измерений: рост стоя и сидя, масса тела, окружность грудной клетки, жизненная емкость легких (ЖЁЛ) и сила кисти сильнейшей руки, которые дают возможность определить:

- уровень и особенности физического развития;
- степень его соответствия полу и возрасту;
- имеющиеся отклонения;
- улучшение физического развития под воздействием занятий физическими упражнениями.

Применяются следующие антропометрические индексы:

- Весо-ростовой показатель
- ВРП= масса тела (грамм.)/длина тела (см.)

Хорошая оценка:

- для женщин 360-405 г/см.;
- для мужчин 380-415 г/см.

Индекс Брока

Оптимальная масса тела для людей ростом от 155 до 165 см. равна длине тела в сантиметрах минус 100. При росте 165-175 см. вычитают 105, при росте более 175 см. – 110.

Силовой показатель (СП)

Показывает соотношение между массой тела и мышечной силой. Обычно, чем больше мышечная масса, тем больше сила. Силовой показатель определяется по формуле и выражается в процентах:

$$\frac{\text{сила (кг)}}{\text{общая масса тела (кг)}} \times 100$$

Для сильнейшей руки:
- для мужчин - 65-80%
- для женщин - 48-50%.

1.2.2. Оценка функционального состояния (подготовленности)

Определение резервных возможностей организма

Осуществляется с помощью физиологических проб сердечно-сосудистой (ССС) и дыхательной (ДС) систем.

Общее требования:

1. Проводить в одно и то же время суток.
2. Не ранее чем через 2 часа после приема пищи.
3. При температуре 18-20 градусов, влажности менее 60%.

Функциональная проба с приседанием

Проверяемый отдыхает стоя 3 мин., на 4-й мин. подсчитывается ЧСС за 15 с. с пересчетом на 1 мин. (исходная частота). Далее выполняется 20 приседаний за 40 с., поднимая руки вперед. Сразу после приседаний подсчитывается ЧСС в течение первых 15 с. с пересчетом на 1 мин. Определяется увеличение ЧСС после приседаний сравнительно с исходной в процентах.

Оценка:
- отлично – до 20%;
- хорошо – 20-40%;
- удовлетворительно – 40-65%;
- плохо – 66-75%;
- более 75%.

Ортостатическая проба

Применяется для оценки сосудистого тонуса.

Отдых 5 минут в положении лежа, подсчитывают ЧСС в положении лежа за 1 мин. (исходная ЧСС), после чего занимающийся встает, и снова подсчитывает пульс за 1 мин.

Оценка:
- «хорошо» - не более 11 ударов (чем меньше разница, тем лучше);
- «удовлетворительно» - от 12 до 18 ударов (потливость);
- «неудовлетворительно» - более 19 ударов (потливость, шум в ушах).

Проба Штанге (задержка дыхания на вдохе),

проба Генча (задержка дыхания на вдохе)

Оценивается устойчивость организма к недостатку кислорода, а также общий уровень тренированности.

После 5 мин. отдыха сидя, сделать 2-3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (выдох) и задержать дыхание. Отмечается время от момента задержания дыхания до ее прекращения.

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	90 сек	80 сек
Хорошо	80-89 сек	70-79 сек
Удовлетворительно	50-79 сек	40-69 сек
Неудовлетворительно	50 и ниже	40 и ниже

Проба Генча

Оценка	Юноши	Девушки
Отлично	45 сек	35 сек

Хорошо	40-44 сек	30-34 сек
Удовлетворительно	30-39 сек	20-29 сек
Неудовлетворительно	30 и ниже	20 и ниже

С нарастанием тренированности время задержания дыхания возрастает, при снижении или отсутствии тренированности – снижается.

Самоконтроль прививает занимающимся грамотное и осмысленное отношение к своему здоровью и к знаниям физической культурой и спортом, имеет большое воспитательное значение.

2. Другие виды самостоятельной работы

2.1. Самостоятельная подготовка к сдаче обязательных тестов оценки общей физической подготовленности

2.1.1 Тест на скоростно-силовую подготовленность (бег на 100 метров)

Нормативы:

- у студенток нормативы в беге на 100 метров следующие: 15.7 сек - 5 очков; 16,0 - 4; 17,0 -3; 17,9 - 2; 18,7 - 1.

- студенты должны показать результаты в следующих пределах: 13,2 сек - 5 очков; 13,8 - 4; 14,0 - 3; 14,3 - 2; 14,6 - 1.

2.1.2. Техника выполнения упражнения

При анализе бега на 100 м. принято выделять следующие основные фазы:

- старт и стартовый разгон;
- бег по дистанции;
- финиширование.

Старт и стартовый разгон

Существует два вида старта: низкий и высокий. Экспериментальные данные показывают, что новичкам и спортсменам 2-го разряда лучше применять высокий старт. Такая закономерность наблюдается до результата 11,4-11,6 с. и объясняется технической сложностью низкого старта. Поэтому следует ограничиться только овладением техникой высокого старта.

По команде «На старт» занимающийся подходит к стартовой линии, ставит сильнейшую (толчковую ногу) вплотную к линии, маховая нога располагается на 1,5-2 стопы назад на носок, расстояние между ними 15-20 см. Туловище выпрямлено, руки опущены, вес тела распределяется равномерно на обе ноги.

По команде «Внимание» вес тела переносится на впереди согнутую стоящую ногу, разноименная рука вперед. Проекция плеч находится за стартовой линией на расстоянии 5-8 см. Взгляд направлен вперед - вниз.

По команде «Марш» бегун мощно разгибает толчковую ногу и стремится максимально быстро вынести маховую ногу вперед с постановкой ее сверху вниз на дорожку. Руки работают максимально активно, плечевой пояс не закрепощен, кисти расслаблены. Стартовый разгон характеризуется постепенным увеличением длины шагов, уменьшением наклона туловища и приближением стоп к средней линии.

Бег по дистанции

Перед бегущим стоит задача удержать развитую горизонтальную скорость до финиша. Этому будет способствовать сохранение длины и частоты шагов.

Во время бега маховая нога ставится с носка спереди проекции общего центра тяжести тела (ОЦТТ) сверху вниз. Взаимодействие маховой ноги с грунтом называется передним толчком. Задний толчок выполняется мощным разгибанием бедра и сгибанием стопы. Голова держится прямо. Руки согнуты (угол сгибания в локтевых суставах примерно 90 град.).

При движении руки вперед кисть поднимается до уровня плеч. Назад рука отводится до «отказа» и угол сгибания в локтевом суставе увеличивается. Пальцы рук слегка согнуты.

Финиширование

Наклон туловища увеличивается. На последних метрах дистанции необходимо стремиться не потерять свободы движений и пробегать финиш без снижения скорости.

2.1.3. Методы самостоятельной тренировки

- Повторный метод - повторное выполнение упражнений с около-предельной и предельной скоростью. Отдых продолжается до восстановления. Упражнения повторяются до тех пор, пока скорость не начнет снижаться.

- Переменный метод - когда пробегаются дистанции, например, с варьированием скорости и ускорения. Цель - исключить стабилизацию скорости («скоростной барьер»).

- Соревновательный метод - предполагает выполнение упражнений на быстроту в условиях соревнований. Эмоциональный подъем на соревнованиях способствует мобилизации на максимальные проявления быстроты, позволяет выйти на новый рубеж скорости.

2.1.4. Средства тренировки быстроты

Частоту движений, а вместе с ней и быстроту циклических движений развивают с помощью упражнений, которые можно выполнять с максимальной скоростью, а также с помощью скоростно-силовых упражнений для ациклических движений. При этом упражнения должны отвечать следующим требованиям:

- техника упражнений должна обеспечивать выполнение движений на предельных скоростях;

- упражнения должны быть хорошо освоены, чтобы не требовалось волевого усилия для их выполнения;

- продолжительность упражнений должна быть такой, чтобы скорость не снижалась вследствие утомления - 20-22 с.

Основным средством отработки бега по дистанции является бег с максимальной скоростью. Такой бег выполняется 5-6 раз по 30-40 метров. В тренировке можно чередовать бег в обычных, облегченных (с горки, угол 4-5 град.) и затрудненных (в горку или с сопротивлением) условиях.

Для развития скоростной выносливости рекомендуется пробегать большую дистанцию (120-150 м), когда очередная пробежка начинается при пульсе 120 уд/мин.

Для тренировки в беге на 100 метров следует использовать кроссы (6 км, 30 мин), повторный бег на отрезках 200 м в 3/4 силы. Спортивные игры (баскетбол, футбол) также приносят пользу в развитии быстроты.

Можно рекомендовать и упрощенную методику, обеспечивающую минимально необходимый уровень подготовленности:

- повторный метод - в одном занятии 3-4 пробегания по 20-30 метров с максимальной скоростью и интервалами отдыха для восстановления пульса до 110-120 уд/мин;

- переменный метод - пробегание 2-х отрезков по 30 метров с максимальной скоростью и последующим переходом на спокойный бег 150--200 метров. Выполняется 3-4 подхода.

Для ощутимого сдвига в подготовленности такие тренировки рекомендуется проводить 3-4 раза в неделю.

2.1.5. Подготовка и сдача контрольного норматива

При подготовке к сдаче бега на 100 метров следует учитывать общие требования по питанию при занятиях физическими упражнениями:

1. По времени - прием пищи не менее чем за 2-3 часа.

2. По составу - не есть тяжелой пищи (мясо, яйца, масло, молочные продукты, жирную, долго перевариваемую пищу).

Не рекомендуется выходить на старт с переполненным желудком.

Непосредственно перед сдачей норматива необходимо провести разминку с использованием специальных упражнений:

1. Бег с высоким подниманием бедра.

2. Бег с «захлестыванием» голеней назад.

3. Семенящий бег.

4. Прыжки с ноги на ногу (шаги).

5. Бег в упоре стоя у гимнастической стенки.

6. Бег с ускорением с высокого старта с подачей стартовых команд (2-3 ускорения по 10-15 метров).

Разминка заканчивается за 10 минут до старта.

Непосредственно перед стартом нельзя отдыхать лежа, сидя, необходимо постоянно находиться в движении (прохаживаться, выполнять упражнения на растяжку). Частота сердечных сокращений непосредственно перед стартом должна быть 110 – 120 уд/мин.

Психологическая подготовка заключается в мысленном «прокручивании» в голове этапов преодоления дистанции: старта, стартового разбега, бега по дистанции, финиширования с концентрацией внимания на технике выполнения каждого этапа.

При выполнении теста не разрешается:

- наступать на линию старта (стартовая линия входит в дистанцию);
- перебегать на соседние дорожки.

2.2. Тест на силовую подготовленность для женщин

(поднимание (сед) и опускание туловища из положения лежа, ноги закреплены, руки за головой)

Нормативы: 60 раз - 5 очков, 50 - 4, 40 - 3, 30 - 2, 20 - 1.

Это упражнение используется для оценки развития мышц живота (брюшного пресса).

О мышцах брюшного пресса следует сказать особо. Эта группа мышц участвует в большинстве движений. Она создает хороший «мышечный корсет», охватывающий брюшную полость и способствующий нормальному функционированию внутренних органов, что положительно влияет на состояние здоровья.

2.2.1. Техника выполнения упражнения

И.п. (исходное положение) – лежа на спине, ноги согнуты в коленях, стопы прижаты к полу, руки в замок за головой, локти разведены.

Это силовое упражнение состоит из 4-х фаз:

- поднимание туловища;
- фиксация его в вертикальном положении;
- опускание;
- пауза в горизонтальном положении.

Голова держится прямо, локти в стороны, дыхание ритмично.

2.3. Тест на силовую подготовленность для мужчин (подтягивание на перекладине)

Учебной программой по физической культуре предусмотрено тестирование студентов для определения уровня их силового развития. Нормативы следующие: 15 раз - 5 очков, 12 - 4, 9 - 3, 7 - 2, 5 - 1;

2.3.1. Техника выполнения упражнения

Каждый цикл подтягивания в висе на перекладине включает:

- исходное положение - вис на вытянутых руках хватом сверху (большими пальцами внутрь);
- подъем до пересечения подбородком линии перекладины;
- опускание в исходное положение.

При выполнении теста разрешается сгибание, разведение ног, запрещаются рывковые движения туловищем и руками, хлестовые движения ногами. Выполнение засчитывается только при полном выпрямлении рук в локтевых суставах.

Наиболее экономично подтягивание при хвате рук на ширине плеч. Если кисти рук расположены ближе друг к другу, то положение тела становится менее устойчивым и отклонения придется компенсировать за счет дополнительных мышечных усилий, что будет увеличивать энерготраты и снижать результат. Возрастают энерготраты и при широком хвате (шире плеч). Это связано с тем, что для фиксации лопаток при широком хвате требуется большая, чем при хвате на ширине плеч, сила мышц, приближающих лопатки к позвоночному столбу.

Опускание в вис (в исходное положение) после подтягивания должно выполняться спокойно. Дыхание не задерживается.

2.3.2. Методы развития силы

На практике распространены следующие методы силовой подготовки:

- метод максимальных усилий;

- метод повторных усилий;

- метод динамических усилий.

Согласно методу максимальных усилий выполнение упражнений организуется таким образом, чтобы занимающийся смог подтянуться 1-3 раза в одном подходе (при условии, что он способен самостоятельно подтянуться как минимум 2-3 раза). Такое достигается за счет применения дополнительного внешнего отягощения. Делается 5-6 подходов с перерывами 2-4 минуты.

По методу повторных усилий подтягивания в одном подходе выполняются до «отказа». Если занимающийся имеет максимальный индивидуальный показатель 10-15 подтягиваний и более, то следует применять отягощение весом 30-70% от максимального. Например, занимающийся может подтянуться 1 раз с максимальным отягощением 10 кг. Значит, для тренировки по методу повторных усилий следует подобрать вес отягощения 3-7 кг. Выполняется 3-6 подходов с отдыхом между ними 2-4 мин.

Разнообразить упражнения можно, применяя метод динамических усилий. Если занимающийся легко выполняет 10-15 подтягиваний, то следует применять отягощения до 30% от максимального. В одном подходе 10-15 повторений. Темп - максимально быстрый. Всего 3-6 подходов. Во время отдыха следует добиваться наиболее полного восстановления, чтобы в следующем подходе выполнить упражнение без существенной потери скорости.

Сравнивая динамический и статический методы развития силы, необходимо отметить следующее:

- При динамическом режиме работы мышц происходит достаточное кровоснабжение. Мышца функционирует как насос - при расслаблении наполняется кровью и получает кислород и питательные вещества.

- Во время статического усилия мышца постоянно напряжена и непрерывно давит на кровеносные сосуды. В результате она не получает кислород и питательные вещества. Это ограничивает продолжительность работы мышц.

2.4. Тест на общую выносливость - бег 2000 и 3000 метров

Нормативы:

- студентки - бег 2000 метров - 10 мин.15 сек. - 5 очков; 10.50 - 4; 11.15 - 3; 11.50 - 2; 12.15 - 1;

- студенты - бег 3000 метров - 12.00 - 5; 12.35 - 4; 13.10 - 3; 13.50 - 2; 14.00 - 1.

2.4.1. Техника бега на длинные дистанции

Бег на средние и длинные дистанции начинается с высокого старта. По команде «На старт!» бегун ставит у линии более сильную ногу, а другую отставляет назад на носок (на 30 – 50 см), немного сгибает ноги, туловище наклоняет вперед и тяжесть тела переносит на впереди стоящую ногу. По команде «Марш!» бегун начинает бег, делая первые шаги в большом наклоне, который постепенно уменьшается. Длина шагов увеличивается, бег ускоряется, бегун набирает скорость и в короткое время переходит к свободному бегу на дистанции. Бег на дистанции. Во время бега на дистанции туловище вертикально или слегка наклонено вперед (5-7°). Небольшой наклон туловища вперед позволяет лучше использовать силы отталкивания и быстрее продвигаться вперед. Слишком большой наклон приводит к «падающему» бегу, при котором труднее выносить вперед согнутую ногу, в связи с чем уменьшается длина шага, а следовательно, и скорость бега. Кроме того, при большом наклоне постоянно напряжены мышцы, удерживающие туловище от увеличивающегося наклона. Отсутствие наклона ухудшает условия отталкивания, однако улучшает возможность выноса вперед согнутой в коленном суставе свободной ноги. При правильном положении туловища создаются благоприятные условия для работы мышц и внутренних органов. Наклон туловища у бегунов изменяется в пределах 2-3°: увеличивается к моменту отталкивания и уменьшается в полетной фазе. Положение головы существенно влияет на положение туловища. Надо держать голову прямо и смотреть вперед. В фазе отталкивания таз подается вперед, что является важной особенностью техники бега на длинные дистанции и позволяет полнее использовать силу реакции опоры. В технике бега на длинные дистанции важнее всего движения ног. Нога, немного согнутая, ставится на грунт

упруго и эластично с передней части стопы, а затем касается его всей стопой. Постановка ноги на переднюю часть стопы позволяет эффективнее использовать эластические свойства мышц голени, активно участвующие в отталкивании. Следы стоп на дорожке у бегунов находятся на одной линии, носки почти не разворачиваются в стороны. Эффективное отталкивание характеризуется выпрямлением ноги во всех суставах. Угол отталкивания в беге на средние дистанции примерно равен 50-55°. При правильном отталкивании таз подан вперед, голень маховой согнутой ноги параллельна бедру толчковой ноги. Быстрый вынос маховой ноги вперед облегчает отталкивание. Бегуны на длинные дистанции меньше поднимают бедро маховой ноги вверх, чем бегуны на средние и короткие дистанции. Длина шага на длинные дистанции не постоянна даже у одних и тех же бегунов. Колебания зависят от наступившего утомления, неравномерности пробегания отдельных участков дистанции, качества беговой дорожки, ветра и состояния бегуна. Обычно шаг с сильнейшей ноги на несколько сантиметров больше, чем шаг со слабейшей ноги. Длина шага равна 160 – 215 см. Повышение скорости бега за счет увеличения длины шага ограничено, так как слишком длинный шаг требует очень больших затрат сил. Кроме того, длина шага в основном зависит от индивидуальных данных бегуна. Поэтому скорость бега повышают за счет увеличения частоты шагов, которая зависит от тренированности бегуна. Движения плечевого пояса и рук связаны с движениями ног. Выполнять их надо легко, не напряженно. Это во многом зависит от умения расслаблять мышцы плечевого пояса. Движения рук помогают бегуну сохранять равновесие тела во время бега. Амплитуда движения рук зависит от скорости бега. Кисти при движении вперед не пересекают средней линии тела и поднимаются примерно до уровня ключицы. При движении рук назад кисти доходят до задней линии туловища (если смотреть на бегуна сбоку). Руки двигаются маятникообразно, пальцы рук свободно сложены, предплечья не напряжены, плечи не поднимаются вверх. При финишировании, длина которого зависит от дистанции и оставшихся сил бегуна, движения руками делаются быстрее, наклон тела увеличивается, а угол отталкивания уменьшается. Спортсмен переходит на скоростной бег, при котором скорость повышается главным образом за счет увеличения частоты шагов. К концу дистанции вследствие утомления некоторые бегуны наклоняют туловище назад. Такое положение туловища не способствует эффективности бега, так как усилия отталкивания направляются больше вверх. Техника бега на вираже имеет некоторые особенности: туловище немного наклонено влево, к бровке, правая рука движется несколько размашистей левой, причем правый локоть дальше отводится в сторону, а правая стопа ставится с некоторым поворотом внутрь. Ритм дыхания зависит от индивидуальных особенностей и скорости бега (с увеличением скорости бега увеличивается и частота дыхания). Бегун не должен задерживать дыхание. Дышать следует одновременно через нос и полуоткрытый рот, при этом важно следить за полным выдохом.

2.4.3. Возможные ошибки и осложнения в ходе проведения самостоятельных тренировок

В некоторых случаях тренировка может стать причиной различных осложнений, включая травмы опорно-двигательного аппарата.

Основная причина травматизма опорно-двигательного аппарата - перенапряжение. Слишком быстрое увеличение тренировочных нагрузок является чрезмерным для детренированных мышц, связок и суставов. К дополнительным факторам, способствующим повреждению опорно-двигательного аппарата, можно отнести:

- бег по твердому грунту;
- избыточную массу тела;
- обувь, не пригодную для бега;
-грубые ошибки в технике.

Следовательно, меры по профилактике травм должны быть направлены на устранение или ослабление воздействия этих факторов:

- Во время кроссового бега часто болит в правом боку (печень), либо в левом боку (селезенка). Печень важный орган в жизнедеятельности нашего организма (синтез жиров и углеводов, обмен белков и витаминов) является кровяным депо. Так вот в результате переполнения кровью печени возникают колики. Глубокое дыхание снижает приток крови к

правому предсердию, уменьшает болевые ощущения. Бег не надо прекращать, необходимо снизить скорость передвижения и стараться дышать глубже.

- В процессе тренировок после значительного перерыва (отдыха) или при резком увеличении нагрузок могут появляться боли в мышцах, как правило, на другой день. Во время физической работы в организме образуются продукты распада, часть которых выводится из организма через мочевыделительную систему, а другая часть, в том числе, молочная кислота задерживается в мышечных тканях. Чтобы избавиться от нее, необходимо мышцу непосредственно после физической нагрузки заставить растянуться (с помощью упражнений на растяжение), а на следующий день выполнять какую-либо физическую работу, т.е. сокращаться. Эти меры помогут ускорить вывод молочной кислоты из мышц. Боли могут длиться несколько дней и если не предпринимать никаких мер, мышца теряет эластичность, становиться твердой. В этом случае могут помочь: массаж, банные процедуры, применение согревающих мазей и гелей.

- При выполнении напряженной физической работы длительное время, например, кроссовый бег, возникают такие состояния, которые получили название «мертвая точка» и «второе дыхание». Уже через некоторое время бега в организме начинаются изменения, которые заставляют нас прекратить мышечную деятельность. Такое временное снижение работоспособности получило название «мертвая точка». Механизм возникновения такого состояния недостаточно изучен. Предполагают, что он обусловлен временным нарушением деятельности скелетных мышц и органов, обеспечивающих доставку кислорода в организм. Эти нарушения приводят к изменениям в работе нервных центров, что, в свою очередь, приводит к нарушениям в работе отдельных физиологических систем. Время возникновения и продолжительность этого состояния зависит от многих факторов, в частности от длительности и интенсивности физической нагрузки (например, при беге на 5-10 км и более возникает через 5-6 мин бега), от тренированности. Чем лучше тренирован человек, тем позже возникает это состояние и протекает менее тяжело (почти незаметно). Преодоление этого состояния требует значительного волевого усилия. В процессе проведения учебных и тренировочных занятий необходимо приучать себя преодолевать это неприятное ощущение, возникающее при кислородной недостаточности и накоплении продуктов кислотно-щелочного распада при обмене веществ. Наступлению «второго дыхания» способствуют усиленные дыхательные упражнения, глубокие выдохи, освобождающие организм от накопившейся углекислоты, что способствует наступлению кислотно-щелочного баланса в организме. Преодолеть состояние «мертвой точки» можно, если снизить интенсивность физической нагрузки, но это нежелательно, т.к. не будет адаптации организма к такого рода деятельности.

- При занятиях физическими упражнениями могут возникнуть отклонения в деятельности сердца - учащенное сердцебиение. Оно может быть следствием стенокардии, ссоры, неурядицы в быту, семье, боязни, страха, дистрофий миокарда. Возникновение болей - сигнал опасности, в этих случаях необходимо прекратить занятия и обратиться к врачу.

- Существует состояние, называемое гравитационным шоком. Часто возникает при внезапной остановки после относительно интенсивного бега (чаще после финиша) в связи с прекращением действия «мышечного насоса». Большая масса крови застаивается в раскрытых капиллярах и венах мышц нижних конечностей, на периферии. Возникает анемия (обескровливание) мозга, недостаточное снабжение его кислородом. Появляется резкое побледнение, слабость, головокружение, тошнота, потеря сознания, исчезновение пульса. Пострадавшего необходимо уложить на спину, поднять вверх ноги (выше головы), обеспечив отток венозной крови к сердцу, улучшив снабжение головного мозга кислородом, поднести к носу ватку смоченную нашатырным спиртом. Основная профилактика гравитационного шока - исключение внезапной остановки, постепенное замедление бега.

- Гипогликемическое состояние - следствие недостаточного количества в организме сахара, нарушение углеводного обмена в результате длительной физической нагрузки. Ощущается сильный голод, головокружение, иногда потеря сознания. Профилактика – легко усваиваемые углеводы до начала длительной физической нагрузки (немного сахара, меда и т.п.) или специальные питательные смеси.

- Солнечный и тепловой удары - возникают при длительной работе под действием солнечных лучей на обнаженную голову или тело. Тепловой удар - остро развивающееся болезненное состояние, обусловленное перегреванием организма. Его признаками являются: усталость, головная боль, слабость, боли в ногах, спине, тошнота, шум в ушах, повышение температуры, потемнение в глазах, ухудшение дыхания (прерывистое), потеря сознания.

Первая помощь: пострадавшего поместить в прохладное место, снять одежду, приподнять голову, охладить область сердца (холодный компресс), напоить. Дать понюхать нашатырный спирт, сердечные средства. При нарушении дыхания сделать искусственное дыхание.

При обморожениях на охлажденном участке вначале чувствуется легкое пощипывание, затем чувствительность теряется. Особенно поддаются ему пальцы рук, ног, нос, уши. Если произошло обморожение нельзя растирать пораженные места снегом, это только повредит кожу. Необходимо поместить обмороженный участок в тепло не растирать, а согревать при комнатной температуре. Обмороженные места смазать жиром (вазелином).

3. Актуальность задачи повышения уровня готовности обучающихся к зачетным занятиям, на основе управляемой адаптации к смене видов учебно-познавательной деятельности

Выполнение контрольных нормативов требует от студента мобилизации всех своих сил и здесь следует принимать во внимание и учитывать все что может повлиять на конечный результат, в том числе характер учебно-познавательной деятельности предшествующий зачетному занятию.

В течение учебного дня, занимаясь то одним видом учебно-познавательной деятельности, то другим, обучающиеся должны переключаться с выполнения одного вида задач на другой, и каждый раз проходит какое-то время, пока будет достигнуто оптимальное соответствие состояния личности и организма обучающегося к условиям проведения определенного вида учебно-познавательной деятельности – период адаптации.

Можно говорить о том, что к каждому учебному занятию кроме практической и теоретической подготовленности, определенного уровня умений и навыков по предмету, от студентов требуется некоторая психофизиологическая и физическая готовность. В этом случае под ней подразумевается готовность психических, физиологических и обеспечивающих двигательные действия систем человека к выполнению определенного рода учебно-познавательной деятельности.

Многообразие видов учебно-познавательной деятельности определяет многообразие психофизиологических и физических состояний обучающихся. Под психофизиологическим и физическим состоянием предлагается понимать целостные психофизиологические и физические реакции обучаемого на внешние и внутренние факторы, направленные на достижение полезного результата.

Параметром психофизиологического и физического состояния является величина, характеризующая какую-либо из реакций организма обучаемого на внешние или внутренние факторы.

Уровень психофизиологической и физической готовности к предстоящему занятию, зависит от индивидуальных особенностей личности обучаемого и определенных внешних факторов, воздействующих на него на предыдущем занятии. Эти факторы можно разделить на три вида:

- санитарно-гигиенические условия;
- временные условия;
- организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности.

К санитарно-гигиеническим условиям относятся температура и влажность воздуха, освещенность, содержание кислорода в воздухе, эргономичность учебных мест, запыленность, загазованность места проведения занятия. К временным условиям относятся: время дня, день недели, месяц семестра, время года, а также время, прошедшее после последнего приема пищи.

Вышеперечисленные факторы оказывают существенное влияние на психофизиологическую и физическую готовность. Второй фактор заставляет учитывать

объективные закономерности колебания уровня работоспособности студентов в течение учебного дня, учебной недели, семестра. Как известно, в течение учебного дня объективно наблюдается два периода подъема работоспособности: один в первой половине дня, второй – в послеобеденное время. Каждому периоду характерны три фазы: врабатывание, повышенная работоспособность, снижение работоспособности. В течение недели те же фазы распределяются следующим образом: понедельник, вторник – врабатывание; среда, четверг – повышенная работоспособность; пятница, суббота – снижение работоспособности. Исследования показали, что и семестровый цикл разделяется на те же фазы.

Влияние фактора «организация предыдущего вида учебно-познавательной деятельности» в данном случае рассматривается, как влияние особенностей психофизиологической и физической деятельности обучаемых на предыдущем занятии на их психофизиологическую и физическую готовность к последующему виду учебно-познавательной деятельности, в нашем случае к зачету. Психофизиологическая деятельность характеризуется напряженностью и характером мыслительной деятельности, а также нервно-эмоциональной напряженностью учебной деятельности.

Физическая деятельность характеризуется интенсивностью, видом мышечных действий и работой обеспечивающих эту деятельность физиологических систем. Мышечные действия могут носить статический и динамический характер: поддержание рабочей позы «сидя», «стоя», выполнение чертежной, письменной работы, настройка и обслуживание аппаратуры, выполнение гимнастических упражнений и т.п. При этом используются, в той или иной степени, основные физические качества: сила, быстрота, выносливость, ловкость.

Влияние всех вышеперечисленных факторов преломляется через индивидуальные особенности личности, такие как типологические свойства нервной системы и темперамента, возрастные, морфологические, биохимические особенности организма, уровень физической подготовленности, состояние здоровья и другие, выливаясь, в итоге, в психофизиологическую и физическую готовность студента к предстоящему виду учебно-познавательной деятельности.

Следует отметить, что особенно явно эти проблемы проявляются при чередовании занятий по общенаучным, общеинженерным и специальным дисциплинам с практическими занятиями по физической культуре. В этом случае происходит смена видов деятельности, в одном из которых доминирующую роль играет умственная работа с пониженной двигательной активностью и сохранением определенной рабочей позы, в другом – разнообразная активная двигательная деятельность с сопровождающей ее мыслительной работой.

Методика проведения занятий предусматривает проведение вводной (подготовительной) части для организации обучающихся, приведения их в состояние готовности к решению задач основной части, в нашем случае к сдаче контрольного норматива, и заключительной – для подведения итогов, приведения организма в относительно спокойное состояние (для занятий по физической культуре), но при проведении этих частей занятий, как правило, не учитывается характер предыдущей и последующей деятельности студентов. Неучтение этого факта отрицательно влияет на скорость адаптации к виду учебно-познавательной деятельности, что особенно наглядно проявляется при чередовании практических занятий по физической культуре с занятиями по общеинженерным и специальным дисциплинам.

Складывается противоречие между имеющим место в практике обучения несоответствием уровня психофизиологической и физической готовности обучающихся, объективно складывающейся в ходе проведения предшествующего занятия, видом учебно-познавательной деятельности последующего занятия и неучтением этого факта в общепринятых методиках проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий, в том числе, по дисциплине «физическая культура»

Это противоречие можно устранить, обеспечив управление процессом адаптации студентов к смене видов учебно-познавательной деятельности в ходе проведения вводных (подготовительных) и заключительных частей занятий.

Для каждой темы занятия по физической культуре в зависимости от педагогической ситуации, складывающейся из контекстной пары - вид предшествующего и вид последующего

занятия, можно установить наиболее предпочтительные адаптирующие, предметно-ориентированные варианты проведения подготовительной и заключительной частей, оперативно поддерживающие достаточно высокий уровень психофизиологической и физической готовности при чередовании этих занятий с занятиями по другим дисциплинам.

Видится актуальной задача управления процессом адаптации обучаемых к смене видов учебно-познавательной деятельности с целью сокращения времени врабатывания и повышения эффективности как занятий, так и сдачи контрольных нормативов. Для решения этой задачи представляется наиболее целесообразным использовать проведение подготовительной (разминки) и заключительной частей занятий с адаптирующим, предметно-ориентированным содержанием.

В этом случае под управлением адаптацией следует понимать процесс педагогического воздействия с целью установления оптимального соответствия личности обучаемого и условий осуществления учебной деятельности в ходе осуществления им познавательной деятельности, которое позволяет индивидууму более эффективно удовлетворять актуальные познавательные потребности, и реализовывать связанные с ними значимые цели.

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 данной контрольной работы, теста. Контрольные работы, тесты являются учебными документами, которые хранятся на кафедре до конца учебного года.

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

2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Учебно-методическим советом УГГУ

Председатель совета
_____Упоров С.А.

ФИЗИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ
СТУДЕНТОВ ВСЕХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ

Екатеринбург, 2019

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры физики 26 марта 2019 года (протокол № 19) и рекомендованы для издания в УГГУ

ФИЗИКА. Методические указания для самостоятельной работы студентов всех направлений подготовки/Садырева О.В., Коршунов И.Г.; Урал.гос. горный ун-т.– Екатеринбург, 2019.– 29 стр.

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 но 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 м/с2 , 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 клети находится груз 60 кг. Определить силу давления груза на платформу: при равномерном подъеме и спуске, при подъеме и спуске с ускорением 3 м/^{2} , при спуске с ускорением 9,8 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 м/^{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 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

18. Крутящий момент двигателя электрической лебедки 1,2 кН·м. Для остановки двигателя служат тормозные деревянные колодки, прижимающиеся с двух сторон к тормозному чугунному диску радиусом 0,6 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 $8с^{-1}$.Какой момент импульса (количества движения) приобрел маховик?

21. Шар и цилиндр имеют одинаковую массу 5кг 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 180об/мин? Массу маховика считать равномерно распределенной по ободу с диаметром 1м.

23. Ротор шахтного электродвигателя совершает 960 об/мин. После выключения он останавливается через 10с. Считая вращение равнозамедленным, найти угловое ускорение ротора. Сколько оборотов сделал ротор до остановки?

24. Шар и сплошной цилиндр катятся по горизонтальной плоскости. Какую часть энергия поступательного движения каждого тела составляет от общей кинетической энергии?

25. Маховик, выполненный в виде диска радиусом 0,4м 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 106 Па и температуре 20°С? Молярная масса водорода $2 \cdot 10^{-3}$ кг/моль.

27. Для автогенной сварки привезли баллон кислорода вместимостью 100 л. Найти массу кислорода, если его давление 12 МПа и темпера-тура 16°С. Молярная масса кислорода $32 \cdot 10^{-3}$ 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°С и 7°С. Молярная масса воздуха равна 0,029 кг/моль.

29. Стальной баллон емкостью 25 л наполнен ацетиленом $C_2 H_2$ при температуре 27° С до давления 20 МПа. Часть ацетилена использовали для автогенной сварки подкрановых путей в шахте. Какая масса ацетилена из-расходована, если давление в баллоне при температуре 23°С стало равным 14 МПа ? Молярная масса ацетилена 0,026 кг/моль.

30. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру 15°С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до 450° С. 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° С, 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° С?

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° С. До какого давления сжимается при этом воздух и во сколько раз уменьшается его объем, если начальное давление 1 атм, начальная температура 80°С, γ=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° С ?

35. Определить средние квадратичные скорости молекул метана CH_4 до взрыва и после него, если температура до взрыва равна 20° С, а после него 2600° С. 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 кДж/(кг·К) и 0,96 кДж/(кг·К).

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 ежечасно 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 0,02Кл заряда. Ширина ремня 0,3м, скорость его движения 20 м/с. Какой заряд проходит ежесекундно через любую неподвижную плоскость, перпендикулярную ремню?

48. Определить заряд, емкость и потенциал Земли, считая ее шаром радиусом $6 \cdot 10^3$ 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 ($\varepsilon = 6$), площадь каждой пластины 300 $см^2$?

51. Какую работу надо совершить , чтобы увеличить расстояние между пластинами воздушного конденсатора от 0,03 м до 0,1 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 ($\rho = 1{,}7 \cdot 10^{-8}$ Ом м).

53. Какой длины надо взять нихромовый проводник диаметром 1,5 мм для изготовления спирали вулканизатора , применяемого при сращивании кабелей, если сопротивление спирали 5,5 Ом, а удельное сопротивление нихрома $1{,}1 \cdot 10^{-6}$ Ом м?

54. Цена деления прибора $1,5 \cdot 10^{-5}$ 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 30^0 С. Расстояние от места расположения проводов до взрывной станции 400 м. Площадь сечения проводов 0,8 $мм^2$, $\rho = 0{,}017$(Ом· $мм^2$ /м), $\alpha = 0{,}0044$ 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 Вт, а при токе 8 А мощность 14,4 Вт.

58. Ток в проводнике сопротивлением 100 Ом равномерно нарастает от 0 до 10 А в течение 30 с. Чему равно количество теплоты, выделившееся за это время в проводнике?

59. По прямому бесконечно длинному проводнику течет ток 50 А. Найти магнитную индукцию в точке, удаленной на расстояние 5 см от проводника.

60. По двум бесконечно длинным прямым параллельным проводам текут токи 50 А и 100 А в противоположных направлениях. Расстояние между проводами 20 см. Определить магнитную индукцию в точке, удаленной на 25 см от первого и на 40 см от второго провода.

61. Найти число витков в катушке диаметром 10 см, если магнитная стрелка, помещенная в ее центре, отклонилась от плоскости магнитного меридиана на 38° при токе 0,2 А. Горизонтальная составляющая земного магнитного поля 12,8 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 см. При токе 0,64 А стрелка отклоняется на угол 45°.

63. Плоский контур площадью 20 см ² находится в однородном магнитном поле с индукцией 0,03 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 см и вакуумным зазором 2 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 г и длиной 1м при токе в нем 19,6 А висит в поле , не падая.

66. В однородном магнитном поле с индукцией 0,1 Тл движется проводник длиной 10 см со скоростью 15 м /с, направленной перпендикулярно к магнитному полю. Найти ЭДС, индуцированную в проводнике.

67. Обмотка электромагнита содержит 800 витков. Площадь сечения сердечника 15 $см^2$, Индукция магнитного поля в сердечнике 1,4 Тл. Вычислить величину средней ЭДС , возникающей в обмотке при размыкании тока, если ток уменьшается до нуля в течение 0,001с.

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
0,56м.

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 340м 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/м^3.

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 25см, 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 см^2 и расстояние между ними 0,1 см. Число витков катушки 1000, длина ее 30 см, сечение 1 см^2.

88. Колебательный контур состоит из катушки с индуктивностью 1,02 Гн и конденсатора емкостью 0,025 мкФ. Заряд на конденсаторе равен $2{,}5\cdot^{10\text{-}6}$ Кл. Какова зависимость разности потенциалов на конденсаторе от времени?

89. 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, рас-стояние 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 Гн и конденсатора емкостью 25 нФ. На обкладках конденсатора сосредоточен заряд 2,5 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 $2{,}5 \cdot 10^8$ 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 $м^2$ и расстоянием между ними 0,1 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 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 $U = 50\cos 10^4 \pi t$(В). Емкость конденсатора равна 0,1 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 80пФ и катушки с индуктивностью 1,2 мГн. Найти диапазон длин электромагнитных волн, которые могут вызывать резонанс в этом контуре.

97. Индуктивность колебательного контура 0,5 мГн. Какова должна быть электроемкость 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 10м. Найти расстояние между пластинами конденсатора.

5. ВОЛНОВАЯ И КВАНТОВАЯ ОПТИКА

102. Расстояние между двумя щелями в опыте Юнга I мм, расстояние от щелей до экрана 3м, 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. Пластинки 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 (λ =600 нм).

107. Радиус кривизны плосковыпуклой линзы 4 м. Чему равна длина волны падающего света, если радиус 5-го светлого кольца Нью-она 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 (λ=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 I 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 $3 \cdot 10^4$К. Определить интегральную интенсивность излучения и длину волны, соответствующую максимуму излучательной способности.

121. Приняв температуру поверхности Солнца равной 6000 К, 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 Дж. Какую температуру должно иметь абсолютно черное тело, излучающее такое же количество энергии?

124. Печь при температуре 1100 К 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 I 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 $2,2 \cdot 10^{-7}$ $Н/м^2$. Сколько фотонов падает на I $см^2$ 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 $1,097 \cdot 107 м^{-1}$.

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 $9,1 \cdot 10^{-31}$кг, масса протона $1,67 \cdot 10^{-27кг}$.

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 $6 \cdot 10^6$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 0,51МэВ.

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 антикатоду 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 (λмин =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 $_{38}Sr^{90}$ через 100 лет? Период полураспада равен 28 лет.

153. Сколько β-частиц испускает в течение одного часа 1 мкг изотопа $_{11}Na^{24}$, период полураспада которого составляет 15 часов?

154. Препарат $_{92}U^{238}$ 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 $_{53}J^{124}$ спустя 12 суток? Период полураспада равен четырем суткам.

157. Сколько β-частиц испускается в течение суток при распаде изотопа фосфора $_{15}P^{32}$ 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 $_7N^{15}$ равен 0,12396 а.е.м. Определить массу атома. (m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.).

161. Найти удельную энергию связи ядра $_6C^{12}$, если известно, что m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0$n1 = 1,00867 а.е.м.; m $_{12}C^6$ = 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 $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.).

163. Определить энергию связи ядра изотопа кислорода $_8O^{16}$, если m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.;
m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_8O^{16}$ = 1 5,99491 а.е.м.

164. Определить энергию связи, приходящуюся на один нуклон ядра атома $_{11}Na^{23}$, если m $_{11}Na^{23}$ = 22,98977а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

165. Найти дефект массы, энергию связи и удельную энергию связи ядра $_3Li^7$, если известно, что m $_3Li^7$ =7,01601 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

166. Энергия связи электрона с ядром невозбужденного атома водорода $_1H^1$ равна 13,6 эВ. Определить, насколько масса атома водорода меньше суммы масс свободных протона и электрона.

167. Вычислить дефект массы и энергию связи ядра $_5B^{11}$,если известны следующие массы: m $_5B^{11}$ = 11,00931 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.

168. Найти энергию, которую нужно затратить для отрыва нейтрона от ядра $_{11}Na^{23}$, если известны следующие массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_{11}Na^{23}$ = 22,98977 а.е.м.; m $_{11}Na^{22}$ = 21,99444 а.е.м.

169. Найти энергию отрыва нейтрона от ядра $_2He^4$,если известны массы: m $_0n^1$ = 1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.

170. Найти энергию, необходимую для удаления одного протона из ядра $_8O^{16}$ ($_8O^{16} \rightarrow {}_7N^{15} + {}_1H^1$). m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; m $_8O^{16}$ = 15,99491 а.е.м.; m $_7N^{15}$ = 15,00011 а.е.м.

171. Найти изменение массы при следующей ядерной реакции:
$_{13}Al^{27} + {}_2He^4 \rightarrow {}_{15}P^{30} + {}_0n^1$, если m $_{13}Al^{27}$ =2 6,98154 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_{15}P^{30}$= 29,97263 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.

172.Вычислить энергетический эффект ядерной реакции: $1H^2 + {}_1H3 \rightarrow {}_2He^4 + {}_0n^1$, если m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_1H^3$ =3,01605 а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.

173. В термоядерном реакторе с дейтериевым горючим может происходить вторичная термоядерная реакция $_2He^3 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_1H^1$. Вычислить энергию этой реакции. (m $_2He^3$ = 3,01603 а.е.м.; m $_1H^2$ = 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; m $_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.).

174. Вычислить энергию ядерной реакции $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow {}_6C^{14} + {}_1H^1$. (m $_7N^1$ ^{4}= 14,00307а.е.м.; m $_0n^1$ =1,00867 а.е.м ; m $_6C^{14}$= 14,00324 а.е.м.; m $_1H^1$= 1,00783 а.е.м.).

175. Определить энергию ядерной реакции $_3Li6 + {}_1H^2 \rightarrow {}_2He^4 + {}_2He^4$. (m $_3Li^6$ = 6,01513 а.е.м.; m $_1H^2$= 2,01410 а.е.м.; m $_2He^4$ =4 ,00260 а.е.м.).

176. Какую минимальную энергию должен иметь квант для вырывания нейтрона из ядра $_6C^{14}$? Известны массы: m $_6C^{14}$ = 14,00324 а.е.м.; m $_0n^1$= 1,00867 а.е.м.; m $_6C^{13}6$ = 13,00335а.е.м.

177. Какую минимальную энергию необходимо затратить, чтобы разделить $_6C^{12}$ на три равные части.(m $_6C^{12}$= 12,00000 а.е.м.; m $_2He^4$= 4,00260 а.е.м.).

178. Определить энергию ядерной реакции $_{20}Ca^{14} + {}_1H^1 \rightarrow {}_{19}K^{41} + 2He^4$. ($m\ {}_{20}Ca^{4\,4}$= 43,95549 а.е.м.; $m\ {}_1H^1$ = 1,00783 а.е.м.; $m\ {}_2He^4$ = 4,00260 а.е.м.; $m\ {}_{19}K^{41}$= 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	*1а.е.м.*	$1.660 \cdot 10^{-27}$ 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 $\hbar$	$6.63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с $1.05 \cdot 10^{-34}$ Дж/с

Приложение 2

Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименования

Приставка			Множитель	Приставка			Множитель
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}
П р и м е ч а н и е: 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.)							

Приложение 3

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

Приложение 4

Внесистемные единицы

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна атомная единица массы	т а.е.м.	10^3 кг $1.66 \cdot 10^{-27}$ кг
Время	минута час сутки	мин ч сут	60 с 3600 с 86400 с
Плоский угол	градус минута секунда град	…• …′ …″ град	$1.74 \cdot 10^{-2}$ рад $2.91 \cdot 10^{-4}$ рад $4.85 \cdot 10^{-6}$ рад $(\pi/200)$ рад
Объем, вместимость	литр	Л	10^{-3} м^3
Длина	астрономическая единица световой год парсек	а.е. св. год пк	$1.50 \cdot 10^{11}$ м $9.46 \cdot 10^{15}$ м $3.08 \cdot 10^{16}$ 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	
П р и м е ч а н и е: Единицы времени (минуту, час, сутки), плоского угла (градус, минуту, секунду), астрономическую единицу, световой год, диоптрию и атомную единицу массы не допускается применять с приставками.			

Приложение 5

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	9,8◌
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	$2{,}53\cdot10^{-8}$	Ртуть	$9{,}6\cdot10^{-7}$
Алюминий провод	$2{,}87\cdot10^{-8}$	Свинец	$2{,}08\cdot10^{-7}$
Бумага	10^{15}	Серебро	$1{,}6\cdot10^{-8}$
Вода дистиллированная	10^{4}	Сталь литая	$1{,}3\cdot10^{-7}$
Вода морская	0,3	Сталь чистая	$1{,}01\cdot10^{-7}$
Вольфрам	$5{,}5\cdot10^{-8}$	Стекло	10^{11}
Графит	$3{,}9\cdot10^{-6}$	Стекло кварцевое	10^{16}
Железо чистое	$9{,}8\cdot10^{-8}$	Угольные щётки	$4\cdot10^{-5}$
Железо	$8{,}7\cdot10^{-8}$	Цинк	$5{,}9\cdot10^{-8}$
Золото	$2{,}2\cdot10^{-8}$	Чугун серый	$1\cdot10^{-6}$
Константан	$5\cdot10^{-7}$	Никель	$8{,}7\cdot10^{-8}$
Масло парафиновое	10^{14}	Нихром	$1{,}12\cdot10^{-6}$
Магний	$4{,}4\cdot10^{-8}$	Олово	$1{,}2\cdot10^{-7}$
Манганин	$4{,}3\cdot10^{-7}$	Платина	$1{,}07\cdot10^{-7}$
Медь	$1{,}72\cdot10^{-8}$	Медь провод	$1{,}78\cdot10^{-8}$

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
A, α	Альфа	N, ν	ню
B, β	Бета	Ξ, ξ	кси
Γ, γ	Гамма	O, o	омикрон
Δ, δ	Дэльта	Π, π	пи
E, ε	Эпсилон	P, ρ	ро
Z, ς	Дзета	Σ, σ	сигма
H, η	Эта	T, τ	тау
Θ, θ	Тэта	Y, υ	ипсилон
J, i	Иота	Φ, φ	фи
K, κ	Каппа	X, χ	хи
Λ, λ	Ламбда	Ψ, ψ	пси
M, 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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Б1.О.11 ХИМИЯ. Ч.1

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

год набора: 2025

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Химии	Геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А.М.	Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 12.09.2024	Протокол № 2 от 11.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

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 распыление 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 дис-

циплин 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 кислородержащих кислот (силикаты, фосфаты, арсенаты, ванадаты, бораты, карбонаты, сульфаты, нитраты, вольфраматы, молибдаты, хроматы, иодаты и др.).

Основа химической н о м е н к л а т у р ы - 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, J, At, O, S, Se, Te, N, P, As, C, Si, B, H, остальные элементы - металлы.

Названия простых веществ состоят их 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 вещество на первом месте (слева) всегда записывают формульные обозначения электроположительных сос-

тавляющих, а за ними указывают формульные обозначения электроотрицательных составляющих. Например, PCl_3.

Названия сложных веществ составляются по их химических 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 оканчивается 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 - арседид, арсенат	Ni - николат
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), $Bi(OH)_3$ - гидроксид висмута (III).

Названия кислот и кислотных остатков приводятся в учебном пособии [1]. Названия кислотных остатков используют 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.

$Ca(H_2PO_4)_2$ - дигидрофосфат кальция

$KHSO_4$ - гидросульфат калия

$FeOH(NO_3)_2$ - гидроксонитрат железа (III)

$(CaOH)_2SO_4$ - гидроксосульфат кобальта (II)

$Cu_2CO_3(OH)_2$ - дигидроксид-карбонат димеди

Если соли содержат два разных катиона, то их называют д в о й н ы м и.

$KAl(SO_4)_2$ - сульфат алюминия-калия

$CaMg(CO_3)_2$ - 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 лабораторным 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 (↓) и их окраска, газы (↑), 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 породообразующим 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	$SO_{3(г)} + H_2O = SO_4^{2-}(р) + 2H^+(р)$
Слабо - кислый	$CO_2 + H_2O \Leftrightarrow HCO_3^-(р) + H^+(р)$
Амфотерный	$Zn(OH)_{2(к)} \Rightarrow \left|\begin{array}{l} \xrightarrow{H^+(р)} Zn^{2+}(р) + H^+O^- \\ \xrightarrow{OH^-(р)} [Zn(OH)_4]^{2-}(р) \end{array}\right.$
Слабо - основной	$Fe(OH)_{2(к)} \Leftrightarrow FeOH^+(р) + OH^-(р)$
Сильно - основной	$Li_2O_3 + H_2O = 2Li^+(р) + 2OH^-(р)$

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 гидрооки-сей 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 О ― Н. 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 диссоциа-

ция 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.

$2Al(OH)_{3(к)} + Na_2O_{(к)} = 2NaAlO_{2(к)} + 3H_2O$; ΔG^0_{298} = - 153 кДж/моль

$2H_3BO_{3(к)} + Na_2O_{(к)} = 2NaBO_{2(к)} + 3H_2O$; ΔG^0_{298} = - 277 кДж/моль

Увеличение отрицательного значения ΔG^0_{298} 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 растворения 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): ΔG^0_{298} NaJ = - 237.2,

ΔG^0_{298} NaBr = -347.7,

ΔG^0_{298} NaCl = -384.0,

ΔG^0_{298} NaF = -541.0.

6. $MgO_{(к)} + CO_{2(г)} = MgCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -65.1 кДж/моль

$BaO_{(к)} + CO_{2(г)} = BaCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -217.4 кДж/моль

$CaO_{(к)} + CO_{2(г)} = CaCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -131.9 кДж/моль

$SrO_{(к)} + CO_{2(г)} = SrCO_{3(к)}$; ΔG^0_{298} = -183.6 кДж/моль.

Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значением ΔG^0_{298} образования рассматриваемых карбонатов из оксидов?

7. Как изменяется сила кислот в ряду H_2SO_4 - H_2SeO_4 - H_2TeO_4 ?

8. $6Na_2O(к) + P_4O_{10}(к) = 4Na_3PO_4(к)$ ΔG^0_{298} = - 378 кДж/моль

$Na_2O(к) + Al_2O_3(к) = 2NaAlO_2(к)$ ΔG^0_{298} = - 173.2 кДж/моль

$Na_2O(к) + SO_3(г) = Na_2SO_4(к)$ ΔG^0_{298} = - 522.1 кДж/моль

$Na_2O(к) + SiO_2(к) = Na_2SiO_3(к)$ ΔG^0_{298} = - 194.5 кДж/моль

$Na_2O(к) + Cl_2I_7(г) = 2NaClO_4(к)$ ΔG^0_{298} = -587.0 кДж/моль

Как изменяются кислотно-основные свойства оксидов (расположите их в ряд) и как это согласуется со значениями ΔG^0_{298} 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 $aA + bB = cC + dД$ скорость выразится уравнением:

$$v = k\cdot[A]^a \cdot [B]^b \qquad \text{(для гомогенной системы)},$$

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 $2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}$ выражение скорости имеет следующий вид:

$$v = k\cdot[NO]^2\cdot[O_2].$$

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:

$$k = c \cdot e^{-\frac{E_{акт}}{RT}},$$

где k - константа скорости реакции;

c - постоянная;

$E_{акт}$ - 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 возрастать 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 $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + Q$. 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

$$Na_2S_2O_3 + H_2SO_4 = H_2SO_3 + S + Na_2SO_4$$

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 $Na_2S_2O_3$, 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 $C_{Na_2S_2O_3} = v_{Na_2S_2O_3} / V_{\text{раствора}}$, где $V_{\text{раствора}}$ - общий объем раствора 12 мл. Тогда для первого случая $C_{Na_2S_2O_3}$ 50%, для второго - 33% и третьего - 17%, что соответствует значениям 3а, 2в, а.

№ опыта	Объем в мл			Относит. концентр. $C_{Na_2S_2O_3}$	Время до появления мути, τ	$v = \frac{1}{\tau}$
	раствора H_2SO_4	раствора $Na_2S_2O_3$	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 $Na_2S_2O_3$, 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 появится помутнение.

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:

$$2KI + K_2S_2O_8 = 2K_2SO_4 + I_2.$$

Как изменится скорость этой реакции при разбавлении реагирующей смеси в 2 раза?

2. Записать математические выражения для скорости следующих газовых реакций

а) $CH_3CHO = CH_4 + CO$, в) $H_2 + Cl_2 = 2HCl$,

б) $2N_2O = 2N_2 + O_2$, г) $SO_2 + 2H_2 = S + 2H_2O$.

Предсказать изменение скорости этих реакций при увеличении концентрации каждого из реагирующих веществ в 2 раза.

3. Записать выражения для скорости реакций

а) $MgCO_3 = MgO + CO_2$, в) $CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2CO_3$,

б) $2N_2O = 2N_2 + O_2$, г) $2Zn + O_2 = 2ZnO$.

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 обогатительную фабрику, согласно техническим условиям составляет при температуре 20°С 2 месяца. Воспользовавшись правилом Вант-Гоффа, рассчитать срок годности этого флотореагента, если на складе фабрики поддерживается 0°С, а температурный коэффициент скорости разложения равен 2.

5. Во сколько раз изменится скорость реакции

$$2NO + O_2 = 2NO_2,$$

если концентрация оксида азота уменьшится в 2 раза, а концентрация кислорода увеличивается в 2 раза?

6. Реакция протекает по уравнению

$$CH_3COOH + C_2H_5OH = CH_3COOC_2H_5 + H_2O,$$

концентрацию CH_3COOH увеличили от 0.3 до 0.45 моль/л, а концентрацию C_2H_5OH 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°С 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 временя, 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 характеризуются 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

$$a\text{А} + b\text{В} \Leftrightarrow c\text{С} + d\text{Д} \qquad \text{величина} \quad K_p = \frac{[\text{С}]^c \cdot [\text{Д}]^d}{[\text{А}]^a \cdot [\text{В}]^b},$$

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 прочеса, т.е. процесса, увеличивающего запас энергии в сис-

теме (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:

$$FeCl_3 + 3NH_4NCS \leftrightarrow Fe(NCS)_3 + 3NH_4Cl$$

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. $FeCl_3$ 2. NH_4NCS 3. NH_4Cl	более интенсивная ……... ……	вправо …… …….

3.2. Контрольные вопросы и задания

1. К гомогенных химических системах при постоянных давлении и температуре установилось состояние равновесия:

$2H_2S + 3O_2 \leftrightarrow 2SO_2 + 2H_2O$, $K = 3 \cdot 10^5$;

$2CH_4 + 3O_2 + 2NH_3 \leftrightarrow 2HCN + 6H_2O$, $K = 1$;

$4NH_3 + 5O_2 \leftrightarrow 4NO + 6H_2O$, $K = 0.008$;

$H_2 + Cl_2 \leftrightarrow 2HCl$, $K = 24.3$.

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:

$Si_{(к)} + 2H2O_{(г)} \leftrightarrow SiO_{2(к)} + 2H_{2(г)}$;

$Mg_3N_{2(к)} + 6H_2O_{(г)} \leftrightarrow 3Mg(OH)_{2(к)} + 2NH_{3(г)}$;

$CS_{2(г)} + 2Cl_{2(г)} \leftrightarrow CCl_{4(г)} + 2S_{(к)}$;

$2NO_{2(г)} + 2S_{(к)} \leftrightarrow N_{2(г)} + 2SO_{2(г)}$;

$10NO_{(г)} + P_{4(г)} \leftrightarrow 5N_{2(г)} + P_4O_{10(к)}$;

$TiO_{2(к)} + 2C_{(к)} + 2Cl_{2(г)} \leftrightarrow TiCl_{4(г)} + 2CO_{(г)}$.

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:
$CO_{2(г)} + H_2O_{(ж)} \leftrightarrow H_2CO_{3(р)}$.

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.):

$4FeS_{2(к)} + 11O_{2(г)} \leftrightarrow 2Fe_2O_{3(к)} + 8SO_{2(г)}$;
пирит

$2MoS_2(к) + 7O_2(г) \leftrightarrow 2MoO_3(к) + 4SO_2(г)$;
молибденит

$4FeS(к) + 7O_2(г) \leftrightarrow 2Fe_2O_3(к) + 4SO_2(г)$.
пирротин

5. Равновесный процесс, протекающий в подземных пещерах при образовании сталактитов и сталагмитов, можно описать уравнением

$$Ca^{2+}(р) + 2\,HCO_3^-(р) \leftrightarrow CaCO_3(к) + H_2O(ж) + CO_2(г).$$

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

$$2ZnS(к) + 3O_2(г) \leftrightarrow 2ZnO(к) + 2SO_2(г)$$

установилось при равновесной концентрации диоксида серы, равной 0.25 моль/л. Рассчитать исходную концентрацию кислорода.

7. В герметически закрытом сосуде объемом 0.25 л проводят реакцию восстановления антимонита

$$Sb_2S_3(к) + 3CO(г) \leftrightarrow 2Sb(к) + 3COS(г).$$

Равновесная концентрация каждого газообразного вещества равна 0.3 моль/л. Для смещения равновесия добавляют 0.1 моль CO. Определить новые равновесные концентрации CO и COS.

8. Определить, влево или вправо сместится положение равновесия реакций

$Fe_2O_3(к) + 3CO(г) \leftrightarrow 2Fe(к) + 3CO_2(г)$, $\Delta H° > 0$;
гематит

$3CaCO_3(к) + 3SiO_2(к) \leftrightarrow 3CO_2(г) + Ca_3Si_3O_9(к)$, $\Delta H° < 0$,
волластонит

$Cu_2CO_3(OH)_2(к) \leftrightarrow 2CuO(к) + CO_2(г) = H_2O(г)$, $\Delta H° > 0$;
малахит

$2Mg_2SiO_4(к) + 2H_2O(ж) + CO_2(г) \leftrightarrow Mg_3(OH)_4Si_2O_5(к) + MgCO_3(к)$, $\Delta H° < 0$
форстерит серпентин магнезит

при следующих воздействиях: а) введение избытка диоксида углерода, б) нагревание, в) увеличение давления.

9. На некоторых предприятиях систематически из труб в атмосферу выбрасываются оксиды азота, что можно наблюдать как газ красно-желто-

го цвета (лисий хвост). Объяснить причину различной интенсивности окраски этого газа в зависимости от времени года (лето, зима), если известно, что NO_2 - бурый газ при -11°С превращается в димер N_2O_4 - бесцветные кристаллы, а при обычных условиях существует смесь NO_2 и N_2O_4

$$2\ NO_2 \leftrightarrow N_2O_4.$$

Укажите знак при ΔH в этом уравнении.

4. ИОННЫЕ РАВНОВЕСИЯ В РАСТВОРАХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Ц е л ь р а б о т ы - Изучение смещения ионного равновесия в водных растворах.

Э л е к т р о л и т а м и называют вещества, диссоциирующие в растворах (или расплавах) на и о н ы 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 единица, т.е. $C = C_0$. Распад на ионы сильных электролитов протекает необратимо. В растворе сильного электролита не может быть недиссоциированных молекул.

$$HNO_3 = H^+ + NO_3^-; \quad NaCl = Na^+ + Cl^-.$$

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:

$$CH_3COOH \Leftrightarrow CH_3COO^- + H^+; \qquad H_2CO_3 \Leftrightarrow H^+ + HCO_3^-.$$

Константу равновесия электролитической диссоциации слабого электролита называют константой диссоциации. Например, при 298 К

$$K_{CH_3COOH} = \frac{C_{CH_3COO^-} \cdot C_{H^+}}{C_{CH_3COOH}} = 1.8 \cdot 10^{-5}.$$

$$K_{H_2CO_3} = \frac{C_{H^+} \cdot C_{HCO_3^-}}{C_{H_2CO_3}} = 4.4 \cdot 10^{-7}.$$

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 гидрокид-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.

$$CaCO_3\downarrow + 2H^+ = Ca^{2+} + H_2O + CO_2\uparrow.$$

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 $K_{CH_3COOH} = 1.8 \cdot 10^{-5}$.

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 pH раствора? Объясните изменение pH, 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 недиссоциирован-

K_{CH_3COOH} 1.8 ·10^{-5}.

10. Для оценки pH раствора сероводорода студент записал следующие уравнения:

$$H_2S = 2H^+ + S^{2-}; \quad S^{2-} + H_2O \leftrightarrow HS^- + OH^-.$$

Таким образом, студент сделал вывод, что среда щелочная. Найдите ошибки в его рассуждениях.

5. РЕАКЦИИ ИОННОГО ОБМЕНА

Це ль 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 углекислоту, образую гидрокарбонат кальция. Грунтовые воды, содержащие $Ca(HCO_3)_2$, реагируют с сульфатно-хлоридно-магниевыми (морскими) водами. При этом осаждаются гипс и доломит:

$$2Ca(HCO_3)_2 + MgCl_2 + Na_2SO_4 = \underset{\text{гипс}}{CaSO_4} + \underset{\text{доломит}}{CaMg(CO_3)_2} + 2NaCl + 2H_2CO_3.$$

Так озера морского типа превращаются в озера континентального типа. Сульфатно-натриевые воды - результат выщелачивания горных пород, могут образовывать содовые озера.

$$Ca(HCO_3)_2 + NaSO_4 = CaSO_4\downarrow + NaHCO_3.$$

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

$$CaO\cdot Al_2O_3\cdot 2SiO_2 + 2H_2O + CO_2 = Al_2O_3\cdot 2SiO_2\cdot 2H_2O + CaCO_3.$$

В результате воздействия растворов, содержащих в повышенных концентрациях ионы Mg^{2+} и SO_4^{2-}, происходит доломитизация известняков

$$2CaCO_3 + MgSO_4 = CaMg(CO_3)_2 + CaSO_4.$$

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.

$$Fe(HCO_3)_2 + 2NaOH = FeCO_3\downarrow + Na_2CO_3 + 2H_2O;$$

$$Fe^{2+} + 2\,HCO_3^- + 2OH^- = FeCO_3\downarrow + CO_3^{2-} + 2H_2O;$$

$$ZnSO_4 + 4NaOH = Na_2ZnO_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O;$$

$$Zn^{2+} + 4OH^- = ZnO_2^{2-} + 2H_2O;$$

$$NaSiO_3 + 2CO_2 + 2H_2O = H_2SiO_3\downarrow + 2\,NaHCO_3;$$

$$SiO_2^{2-} + 2CO_2 + 2H_2O = H_2SiO_3\downarrow + 2\,HCO_3^-;$$

$$NH_4OH + HCl = NH_4Cl + H_2O;$$

$$NH_4OH + H^+ = NH_4Cl + H_2O.$$

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 $(CuOH)_2SO_4$. 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 розового 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 $Ca(OH)_2$, 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 $Ca(HCO_3)_2$. 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.

ОПЫТ 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.

ОПЫТ 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 $B(OH)_3$ обрабатывают избытком раствора едкого натра;

в) гиббсит $Al(OH)_3$ хорошо растворяется известковом молоке;

г) азурит $Cu(OH)_2 \cdot 2CuCO_3$ обрабатывают хлороводородной кислотой;

д) гетит Fe_2O_3 хорошо растворяется в серной кислоте;

е) гемиморфит $Zn(OH)_2 \cdot Zn_3Si_2O_7$ нагревают в растворе гидроксида натрия;

ж) брусит $Mg(OH)_2$ разлагается раствором серной кислоты;

з) борнит $FeS \cdot CuS \cdot 2Cu_2S$ обрабатывают соляной кислотой.

2. При смещении 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

$$Na_2CO_{3(р)} + Ca(OH)_{2(к)} \leftrightarrow CaCO_{3(к)} + 2NaOH_{(р)}$$

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:

$$MnCO_{3(к)} + CaCl_{2(р)} \leftrightarrow CaCO_{3(к)} + MnCl_{2(р)}.$$

Можно ли регенерировать раствор хлорида кальция и вывести одновременно марганец в осадок добавлением к продуктам выщелачивания суспензии $Ca(OH)_2$? 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 $Ca(OH)_2$ используют при флотации для создания щелочной среды (pH 12 и более), отделения пирита от сфалерита и сульфи-

дов меди. Как изменяется pH растворов извести при хранении их в открытых емкостях? Напишите уравнение реакции.

6. ГИДРОЛИЗ СОЛЕЙ

Цель работы - 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 выветривании 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, $LiNO_3$, CsBr и т.п.), в реакцию гидролиза не вступают.

С водой взаимодействуют: 1) соли, образованные слабыми основаниями и сильными кислотами (NH_4Cl, $CuSO_4$, $Zn(NO_3)_2$ и т.п.); 2) соли, образованные слабыми кислотами и сильными основаниями (Na_2S, KCN, $BaCO_3$ и т.п.); 3) соли, образованные слабыми основаниями и слабыми кислотами (NH_4CH_3COO и т.п.).

Из рассмотренных примеров следует, что в реакцию с водой вступают катионы слабых оснований и анионы слабых кислот. Если эти ионы многозарядны (Fe^{3+}, Cu^{2+}, CO_3^{2-}, SiO_3^{2-} и т.п.), их взаимодействие с водой обычно идет до образования основного или кислого иона (первая ступень гидролиза). Например, соль $FeCl_3$, образованная слабым основанием с сильной кислотой, подвергается гидролизу по катиону:

$$Fe^{3+} + HOH \leftrightarrow FeOH^{2+} + H^+$$

Или в молекулярной форме:

$$FeCl_3 + HOH \leftrightarrow FeOHCl_2 + HCl.$$

В результате гидролиза соли $FeCl_3$ 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 Na_2CO_3 в ионном виде:

$$CO_3^{2-} + HOH \leftrightarrow HCO_3^- + OH^-$$

И в молекулярной форме:

$$Na_2CO_3 + HOH \leftrightarrow NaHCO_3 + NaOH.\uparrow$$

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):

$$Fe_2(CO_3)_3 + 6H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3H_2CO_3;$$

$$2Fe^{3+} + 3CO_3^{2-} + 6H_2O = 2Fe(OH)_3\downarrow + 3H_2CO_3 \begin{array}{l} \nearrow 3CO_2\uparrow \\ \searrow 3H_2O \end{array}$$

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 $(CuOH)_2CO_3$ меньше, чем $Cu(OH)_2$, поэтому в зоне окисления минералов меди в известняках встречается малахит

$$2CuSO_4 + 2CaCO_3 + H_2O \leftrightarrow (CuOH)_2CO_3 + CaSO_4 + CO_2,$$

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

$$Mg^{2+} + 6H_2O = [Mg(H_2O)_6]^{2+} \Leftrightarrow [Mg(H_2O)_5OH]^+ + H^+;$$

$$MgCl_2 + 6H_2O \Leftrightarrow [Mg(H_2O)_5OH]Cl + HCl\ .$$

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.

$$SbCl_3 + HOH \Leftrightarrow SbOCl + 2HCl.$$

6.1. Экспериментальная часть

ОПЫТ 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.

ОПЫТ 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 а пробирке с раствором NaCl.

ОПЫТ 3. Смещение равновесия гидролиза

Налить в пробирку 1-2 мл раствора нитрата висмута $Bi(NO_3)_3$ 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.

ОПЫТ 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.

ОПЫТ 5. Полный гидролиз (совместный гидролиз)

К 1-2 мл раствора сернокислого алюминия $Al_2(SO_4)_3$ 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 обогатительных 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 $pH \leq 9$ работать с растворами цианида натрия опасно; безопасно при $pH > 10$.

2. Раствор основания и раствор кислоты смешивают в эквивалентных соотношениях. Для каких из перечисленных пар раствор будет иметь нейтральную реакцию:

а) $NH_4OH + HCl$, б) $NH_4OH + CH_3COOH$, в) $NaOH + HCl$,

г) $NaOH + CH_3COOH$?

3. Сточные воды обогатительных фабрик, содержащие гидрокарбонат кальция, очищают от коллоидных примесей (удалить которые отстаиванием и фильтрованием невозможно) добавлением к ним сульфата алюминия. Образующийся хлопьевидный $Al(OH)_3$ обволакивает коллоидные частицы примесей и вызывает их осаждение. Объясните образование $Al(OH)_3$ и напишите уравнение реакции.

4. Определить, возможна ли реакция окисления сфалерита кислородом воздуха в стандартных условиях, если

$$ZnS_{(к)} + 2O_{2(г)} + 7H_2O_{(ж)} = ZnSO_4 \cdot 7H_2O_{(р)}.$$

ΔG^0_{298}, кДж/моль	-201	-237	-2564

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). Поступая с нисходящим током растворов в нижние горизонты, он реагирует с породой. Сделайте вывод о составе породы, если наблюдается совместное образование гипса $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ и лимонита $Fe(OH)_3$. 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 $Fe(OH)_3$. Напишите уравнение реакции, в результате которой образуется гидроксид железа (III).

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 рас-

твор малорастворимые минералы. Например, кераргирит **AgCl,** плохо растворимый в воде, растворяется под действием насыщенного раствора хлорида натрия

$$\mathbf{AgCl + NaCl = Na[AgCl_2].}$$

Шарпит $\mathbf{UO_2CO_3H_2O}$ переходит в насыщенный раствор соды, образуя $\mathbf{Na_4[UO_2(CO_3)_3]}$.

Нантокит растворяется при обработке концентрированным раствором гидроксида аммония:

$$\mathbf{CuCl + 2NH_4OH = [Cu(NH_3)_2]Cl + H_2O.}$$

Устойчивые комплексные соединения $K_3[Fe(CH)_6]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$, $K_4[Fe(CH)_6]$ 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

$$\mathbf{[Cu(NH_3)_2]Cl = [Cu(NH_3)_2]^+ + Cl^-}.$$

Комплексные ионы диссоциируют только частично, ведут себя как слабые электролиты

$$\mathbf{[Cu(NH_3)_2]+ \leftrightarrow Cu^+ + 2NH_3.}$$

Константа равновесия этого процесса называется константой нестойкости **($K_н$)**:

$$K_{\text{Н}} = \frac{C_{Cu^+} \cdot C^2_{NH_3}}{C_{[Cu(NH_3)_2]^+}}.$$

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 $\mathbf{NH_4Fe(SO_4)_2}$**.** 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 обус-

ловливает появление запаха аммиака? В третью пробирку добавить 1 мл хлорида бария. Какая соль вы падет 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, двойней 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 **$(CuOH)_2SO_4$.** Написать уравнение реакции образования этой соли в молекулярном и ионном виде.

Прилить избыток 5-6 мл гидроксида аммония. Наблюдать растворение **$(CuOH)_2SO_4$** и образование фиолетового раствора, содержащего комплексный ион тетраамминмеди (II) **$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$.**

Написать уравнение реакции образования комплексных солей **$[Cu(NH_3)_4]SO_4$** и **$[Cu(NH_3)_4](OH)_2$** 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 **$K_2[HgI_4]$**

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 гексацианофер-рата (II) никеля добавить раствор гидроксида аммония до полного раство-рения осадка. Наблюдать образование бледно-лиловых кристаллов соли **$[Ni(NH_3)_6]$ $[Fe(CN)_6]$.** Написать в ионном виде уравнения реакций образо-вания осадка и растворения осадка.

Опыт 6. Растворение осадков за счет процесса комплексообразования

Процессы комплексообразования вызывают уменьшение равновесной концентрации ионов в насыщенном растворе малорастворимого соедине-ния. 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 ком-плексной соли **$(NH_4)_2[Ca(SO_4)_2]$.**

б) Налить в пробирку 3-4 капли раствора соли цинка и добавить по каплям разбавленный раствор **NaOH** до выпадения осадка **$Zn(OH)_2$** и последующего растворения его с образованием **$[Zn(OH)_4]_2$.** Написать уравнения реакций в молекулярном виде.

Опыт 7. Комплексные соединения в реакциях обмена

а) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (II) калия **$K_4[Fe(CN)_6]$** и добавить несколько капель раствора Fe^{3+}. Наблюдать образование осадка берлинской лазури **$Fe_4[Fe(CN)_6]_3$.**

б) Налить в пробирку 1-2 мл раствора гексацианоферрата (III) калия **$K_3[Fe(CN)_6]_3$** 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 внутреннею и внешнюю сферы, комплексообразователь и лиганды в следующих комплексных соединениях:

$K_3[Co(C_2O_4)_3]$, $[Zn(NH_3)_4](NO_3)_2$, $[Cr(CO)_6]$,

$Na_3[FeF_6]$, $[Ti(H_2O)_6]Cl_3$, $H[AuCl_4]$, $[Cr(C_6H_6)_2]$.

2. Определите степень окисления и координационное число комплексообразователя в следующих комплексных соединениях:

$Al[BH_4]_3$, $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$, $K_2[CuCl_4]$,

$[Cr(H_2O)_6]Cl_3$, $Rb_2[SnCl_6]$, $Na[Au(CN)_2Cl_2]$,

$[Co(NH_3)_5Br]SO_4$, $Ca[Cr(NH_3)_2(SCN)_4]$, $[Ir(NH_3)_3Cl_3]$.

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 **$[Co(NH_3)_5ClICl_2$** 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:

$$M = \frac{m}{\nu} \qquad (1)$$

где M - молярная масса вещества; m - масса вещества; ν - количество вещества.

Например, М **(**O**)** =16 г/моль; М (O_2) = 32 г/моль.

Эквивалент (*Э*) - 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:

$Cu(OH)_2 + 2HCl = CuCl_2 + 2H_2O$;

$Cu(OH)_2 + 2H^+ = Cu^{2+} + 2H_2O$.

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(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($Fe(OH)_3$)** = **1/3**, но в конкретных реакциях может проявляться неполная кислотность основания и необходимо определять конкретный фактор эквивалентности:

$Fe(OH)_3$ +2HCl = $FeOHCl_2$ + 2H_2O ; f($Fe(OH)_3$) = 1/2 ;

$Fe(OH)_3$ + HCl = $Fe(OH)_2Cl$ + H_2O; f($Fe(OH)_3$) = **1**.

Для кислот фактор эквивалентности определяется количеством ионов водорода, которые могут быть замещены либо замещаются в конкретной реакции на катионы металла.

Например, **f (H_2SO_4) = 1/2**, так как в молекуле серной кислоты два иона водорода могут быть замещены на катион металла, но в реакции

H_2SO_4 + NaOH = $NaHSO_4$ + H_2O; f (H_2SO_4) = 1

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:

CO_2 + NaOH = $NaHCO_3$; f(CO_2) = 1

Фактор эквивалентности соли и основного оксида определяется произведением степени окисления металла на количестве атомов металла в молекуле. Например:

f (Al_2O_3) = **1/(2·3) = 1/6; f ($FeCl_3$) = 1/(1·3)** = **1/3.**

Зная фактор эквивалентности и молярную массу вещества, можно рассчитать молярную массу эквивалента (Э) данного вещества, которую часто для краткости называют эквивалентом

$$\mathbf{Э = f \cdot M}, \qquad (2)$$

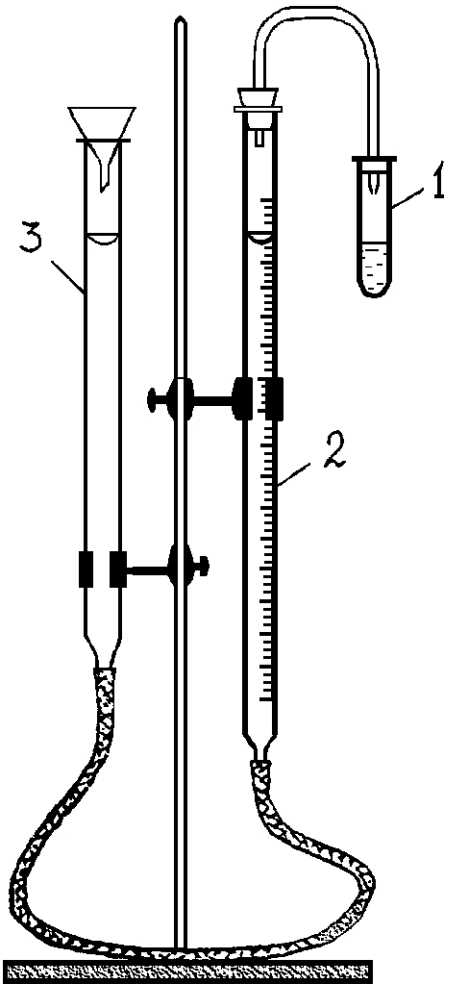
Понятие эквивалента является одним из важнейших в химии, так как позволяет проводить количественные расчеты при взаимодействии веществ, пользуясь законом эквивалентов: "Все вещества реагируют в строго эквивалентных соотношениях". Иными словами, если в химическую реакцию вступило эквивалентов одного вещества, 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:

$$\nu_{(\text{эквивалентов})} = \frac{m_{(\text{в–ва})}}{Э_{(\text{в-ва})}} \qquad (3)$$

Так как количества эквивалентов веществ, вступающих в реакцию, одинаково, то одной из формул, выражающих закон эквивалентов, может быть следующая:

$$\frac{m(\text{в - ва 1})}{Э(\text{в - ва 1})} = \frac{m(\text{в - ва 2})}{Э(\text{в - ва 2})} \qquad (4)$$



Пользуясь этой формулой, можно практически определить молярную массу эквивалента вещества. Используемый метод основан на способности исследуемого вещества реагировать с кислотой: выделением газа (водоро-да 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 закры-вающие пробирку и бюретку. Нижний конец бюретки соединен с уравнитель-ным сосудом резиновой "трубкой длиной 40-50 мм. Перед работой испытайте герметичность прибора. Для этого под-нимите воронку на 15-20 см, закрепите ее в этом положении и наблюдайте в те-чение 1-3 минут за постоянством уров-ня жидкости в бюретке. Если уровень остается постоянным, то прибор герме-тичен.

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 по-лученного фунтика смочите водой и приложите к внутренней части про-бирки так, чтобы после того, как пробирка будет закрыта пробкой, этот фунтик на 1-3 см был ниже края пробирки и не касался кислоты. Убеди-тесь, 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, до-бейтесь 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:

$$m_{H_2} = \frac{\mathbf{P}_{H_2} \cdot \mathbf{V}_{H_2} \cdot \mathbf{M}_{H_2}}{\mathbf{T} \cdot \mathbf{R}}, \quad \text{г},$$

где $\mathbf{M}_{H_2}$ - молярная масса водорода, 2 г/моль; **T** - температура опыта, К; **R** - газовая постоянная - 8.31 Дж/моль К; $\mathbf{V}_{H_2}$ - объем выделившегося водорода, мл; $\mathbf{P}_{H_2}$ - парциальное давление водорода, Па, рассчитанное по формуле: $\mathbf{P}_{H_2} = \mathbf{P} - \mathbf{h}$, где Р - атмосферное давление, Па; **h** - давление насыщенного водяного пара при данной температуре, Па (см. таблицу 1)

Таблица 1

t, ^{0}C	**h**, Па	*t*, ^{0}C	**h**, Па	*t*, ^{0}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:

$$Э_{Me} = \frac{m_{Me}}{m_{H_2}} \cdot Э_{H_2}, \quad \text{г/моль (экв)};$$

$$Э_{H_2} = \mathbf{f}_{H_2} \cdot \mathbf{M}_{H_2} = 1/2 \cdot 2 \text{ г/моль} = 1 \text{ г/моль}.$$

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:

$$\Delta = \frac{Э_{Me} - Э_{точн.}}{Э_{Me}} \cdot 100\% .$$

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

$$\mathbf{2FeS_2 + 2H_2O + 7H_2O = 2FeSO_4 + 2H_2SO_4}$$

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:

$$\underset{\text{ОФ1}}{\mathbf{Cl_2}} + \underset{\text{ВФ}_2}{\mathbf{2I^-}} \rightarrow \underset{\text{ВФ}_1}{\mathbf{2Cl^-}} + \underset{\text{ОФ}_2}{\mathbf{I_2}}.$$

(окислитель) (восстановитель)

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:

1) $\mathbf{2Fe^{3+} + 2I^- \leftrightarrow 2Fe^{2+} + I_2}$,
2) $\mathbf{2Fe^{3+} + 2Cl^- \leftrightarrow 2Fe^{2+} + Cl_2}$,

если известны величины стандартных потенциалов следующих пар:

ОФ/ВФ	$\mathbf{I_2/2I^-}$	$\mathbf{Fe^{3+}/\ Fe^{2+}}$	$\mathbf{Cl_2/2Cl^-}$
φ^0, **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 $\mathbf{Fe^{3+}}$ и $\mathbf{Cl^-}$**.** Ионы $\mathbf{Fe^{3+}}$ могут окислять иодид-ионы, не способны окислять ионы $\mathbf{Cl^-}$**.** $\mathbf{Cl_2}$ является ОФ пары с наибольшим значением φ^0 и служит окислите-лем

для ионов Fe^{2+}. Поэтому первая реакция протекает в прямом направле-нии, а вторая - в обратном:

1) $2Fe^{3+} + 2I^- = 2Fe^{2+} + I_2$;
2) $2Fe^{2+} + Cl_2 = 2Fe^{3+} + 2Cl^-$.

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

$$\varphi^0\ I_2/2I^-\ = 0.54\ В; \qquad \varphi^0\ NO_2^-/NO\ = 0.99\ В,$$

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 **КОН)**

$$\varphi^0\ MnO_4^-/MnO_2\ = +0.62\ В; \qquad \varphi^0\ NO_3^-/NO_2^-\ = -0.01\ В,$$

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:

$$MnSO_4 + NaBiO_3 + HNO_3 \rightarrow HMnO_4 + Bi(NO_3)_3 + NaNO_3 + Na_2SO_4 + H_2O$$

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?

$$\varphi^0\ \mathbf{MnO_4^-/Mn^{2+}} = \mathbf{1.51\ В;} \qquad \varphi^0\ \mathbf{NaBiO_3/Bi^{3+}} = \mathbf{1.8\ В,}$$

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 $\mathbf{Na_2S}$ и $\mathbf{Na_2SO_4}$ на кончике шпателя. Наблюдать выделение серы в виде белой мути

$$\mathbf{Na_2SO_3 + Na_2S + H_2SO_4 \rightarrow S + Na_2SO_4 + H_2O.}$$

Рассчитайте коэффициенты для этой реакции на основе электронного баланса

$$\varphi^0\ \mathbf{SO_3^{2-}/S} = \mathbf{0.45\ В;} \qquad \varphi^0\ \mathbf{S/S^{2-}} = \mathbf{-0.48\ В,}$$

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 $\mathbf{Mn^{2+}}$

$$\mathbf{KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2SO_4 \rightarrow MnSO_4 + Na_2SO_4 + K_2SO_4 + H_2O.}$$

Во второй пробирке получается диоксид марганца (IV)

$$\mathbf{KMnO_4 + Na_2SO_3 + H_2O \rightarrow MnO_2 + Na_2SO_4 + KOH.}$$

В третьей пробирке восстановление протекает до $\mathbf{MnO_4^{2-}}$

$$\mathbf{KMnO_4 + Na_2SO_3 + NaOH \rightarrow K_2MnO_4 + Na_2MnO_4 + Na_2SO_4 + H_2O.}$$

Подберите коэффициенты для уравнений методом электронного баланса

φ^0 $\mathbf{MnO_4^-/Mn^{2+}}$ = 1.51 В; φ^0 $\mathbf{MnO_4^-/MnO_2}$ = 0.62 В,

φ^0 $\mathbf{MnO_4^-/MnO_4^{2-}}$ = 0.56 В; φ^0 $\mathbf{SO_4^{2-}/SO_3^{2-}}$ = 0.22 В.

Установить, в какой среде перманганат калия является наиболее сильным окислителем.

Опыт 6. Окислительные свойства дихромата калия.

Налейте в пробирку 1-2 мл раствора $\mathbf{K_2Cr_2O_7}$, столько же разбавленной серной кислоты и добавьте несколько кристаллов сульфата железа до изменения окраски раствора. Напишите уравнение реакции, учитывая, что $\mathbf{Fe^{2+}}$ окисляется до $\mathbf{Fe^{3+}}$, дихромат-ион восстанавливается до $\mathbf{Cr^{3+}}$

φ^0 $\mathbf{Cr_2O_7^{2-}/2Cr^{3+}}$ **= 1.33 В;** φ^0 $\mathbf{Fe^{3+}/Fe^{2+}}$ **= 0.77 В.**

Контрольные вопросы и задания

1. Какие из реакций являются окислительно-восстановительными, укажите для них окислитель, восстановитель и среду

$$\mathbf{Pb_3O_4 + 4HNO_3 = PbO_2 + 2Pb(NO_3)_2 + 2H_2O;}$$
$$\mathbf{2MnO_2 + 3PbO_2 + 6HNO_3 = 2HMnO_4 + 3Pb(NO_3)_2 + 2H_2O;}$$
$$\mathbf{2Na_2CrO_4 + H_2SO_4 = Na_2Cr_2O_7 + Na_2SO_4 + H_2O;}$$
$$\mathbf{4KMnO_4 + 4KOH = 4K_2MnO_4 + O_2 + H_2O;}$$
$$\mathbf{2KMnO_4 + H_2SO_4 = Mn_2O_7 + K_2SO_4 + H_2O.}$$

2. Рассчитайте коэффициенты для реакций

$$\mathbf{Zn + NaAsO_2 + HCl = AsH_3 + ZnCl_2 + H_2O + NaCl;}$$
$$\mathbf{CuS + HNO_3 = CuSO_4 + NO_2 + H_2O;}$$
$$\mathbf{K_2MnO_4 + H_2O = KMnO_4 + MnO_2 + KOH;}$$
$$\mathbf{KOH + Cl_2 = KClO_3 + KCl + H_2O.}$$

3. Какие из приведенных реакций могут проткать самопроизвольно?

$$\mathbf{H_3PO_3 + 2AgNO_3 + H_2O = 2Ag + 2HNO_3 + H_3PO_4;}$$
$$\mathbf{H_3PO_3 + Pb(NO_3)_2 + H_2O = Pb + 2HNO_3 + H_3PO_4;}$$

φ^0 $\mathbf{Ag^+/Ag}$ **= 0.8 В** φ^0 $\mathbf{Pb^{2+}/Pb}$ **= -0.13 В** φ^0 $\mathbf{H_3PO_4/H_3PO_3}$ **= -0.28 В.**

4. Укажите, какое из уравнений соответствует реальному протеканию химической реакции?

$$4N_2H_4 + 8HNO_3 = 5N_2 + 6NO_2 + 12H_2O;$$
$$N_2H_4 + 4HNO_3 = N_2 + 4NO_2 + 4H_2O;$$
$$2N_2H_4 + 16HNO_3 = N_2 + 18NO_2 + 12H_2O.$$

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.

$$Fe \mid FeSO_4 \parallel NiSO_4 \mid Ni \quad \text{или} \quad Fe \mid Fe^{2+} \parallel Ni^{2+} \mid Ni$$

Отрицательным полюсом (анодом) этого гальванического элемента является железо, поскольку его электродный потенциал меньше потенциала никеля.

$$(-)\ Fe \mid FeSO_4 \parallel NiSO_4 \mid Ni\ (+)$$
$$(-)\ Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$$
$$(+)\ Ni^{2+} + 2e = Ni^0$$

$$Fe^0 + Ni^{2+} = Fe^{2+} + Ni^0$$

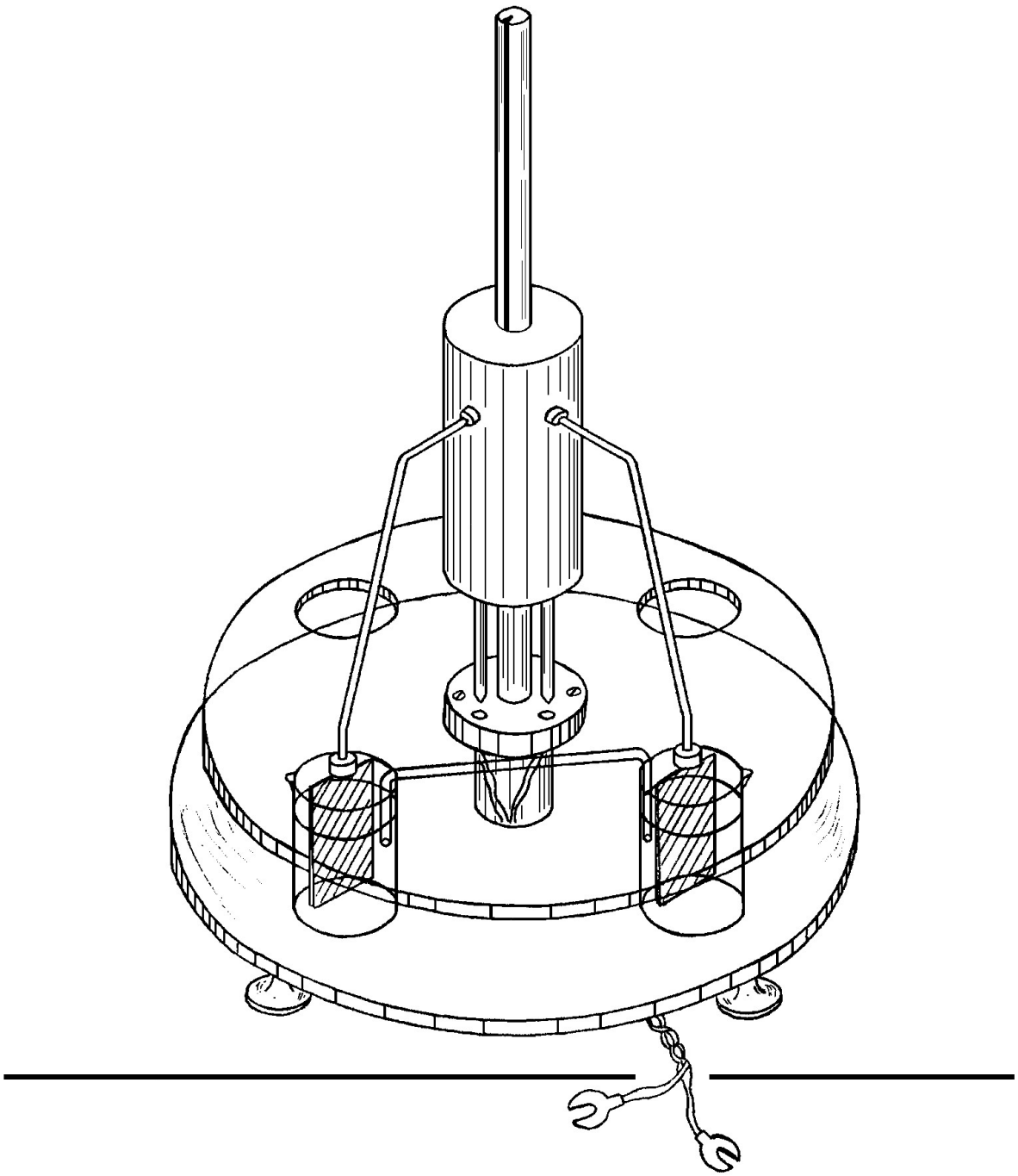
Электродвижущая сила(ЭДС) гальванического элемента определяется по равности электродных потенциалов: ЭДС = $\varphi_{(+)} - \varphi_{(-)}$, соответствующих процессам, протекающим на положительном и отрицательном полю-

сах гальванического элемента. Пользуясь таблицей стандартных электродных потенциалов, можно определить ЭДС этого гальванического элемента:

$$E = \varphi^0_{ок} - \varphi^0_{вос} = \varphi^0_{Ni^{2+}/Ni} - \varphi^0_{Fe^{2+}/Fe} = -0.25 - (-0.44) = 0.19\ В$$

Изменение энергии Гиббса ΔG^0_{298} связанно с ЭДС гальванического элемента соотношением $\Delta G^0_{298} = -nFE$, где n - число электронов, принима-

Общий вид установки для измерения электродвижущей силы гальванического элемента в рабочем состоянии



ющих участие в реакции; F - постоянная Фарадея (96500 Кл/моль); Е - ЭДС гальванического элемента.

Опыт 1. Медно - цинковый гальванический элемент.

В два химических стаканчика налейте равные объемы растворов сульфата цинка (C_M = 1моль/л) и сульфата меди (C_M = 1моль/л). Опустите пластинки цинка и меди в растворы собственных солей. Растворы соедините электролитическим ключом - жидкостным мостиком, заполненным на-

сыщенным 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 моль/л), а в другой налейте раствор сульфата меди (C_M = 1 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 (φ = 0.42 В) растворяется в природных водах чрезвычайно медленно. Почему при контакте с пиритом (φ = 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:

$$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-.$$

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.

$$2Hal^- - 2e = Hal_2.$$

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:

$2H_2O - 4e = O_2 + 4H^+$ в кислой и нейтральной средах

$4OH^- - 4e = O_2 + 2H_2O$ в щелочной среде.

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: $Cu - 2e = Cu^{2+}$, $Ni - 2e = Ni^{2+}$. 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

Катод (-) $Sn^{2+} + 2e = Sn^o$

Анод (+) $2Cl^- - 2e = Cl_2$

2. Электролиз водного раствора $CuSO_4$, анод Cu

Катод (-) $Cu^{2+} + 2e = Cu^o$

Анод(+) $Cu - 2e = Cu^{2+}$

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 фенолфталеина, 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

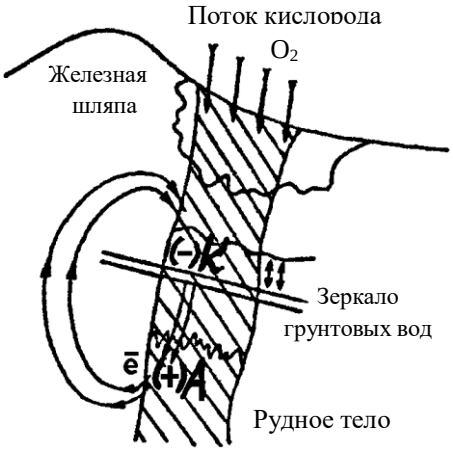
1. Если на электродах могут протекать несколько электрохимических процессов, то какой из них реализуются и что является критерием, определяющим его преимущество?

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:

$$FeS_2 + 8H_2O - 14e = Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$$

халькопирита: $CuFeS_2 + 8H_2O - 16e = Cu^{2+} + Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 16H^+$.

Образующиеся ионы меди (II) вступают в обменные реакции создают так называемую зону вторичного обогащения. Сфалерит замещается ковеллином:

$$ZnS + CuSO_4 = CuS + ZnSO_4$$

халькопирит обогащается медью за счет образования халькозина:

$$CuFeS_2 + CuSO_4 = Cu_2S + FeSO_4 + S.$$

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.

$$O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$$

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 коррозирующего 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 коррозируют металлы, находящиеся во влажной атмосфере, в воде, нейтральных растворах солей, во влажном грунте. Это самый распространенный тип коррозионных процессов.

$$(-) \quad Fe - 2e = Fe^{2+}$$

$$(+) \quad O_2 + 2H_2O + 4e = 4OH^-$$

$$2Fe + O_2 + 2H_2O = 2Fe(OH)_2$$

В процессах коррозии с *водородной деполяризацией* окисление металла происходит под действием ионов водорода:

$2H^+ + 2e = H_2$ в кислой среде;

$2H_2O + 2e = H_2 + 2OH^-$ в щелочной и нейтральной средах.

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 образу-

ются при коррозии железа. Ион Fe^{2+} с этим реактивом дает характерное синее окрашивание в соответствии с реакцией:

$$3Fe^{2+} + 2[Fe(CN)_6]^{3-} = Fe_3[Fe(CN)_6]_2 \downarrow$$

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 сильнокислой 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 pH 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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.О.11 ХИМИЯ. Ч.1

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

год набора: 2025

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Химии	Геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А.М.	Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 12.09.2024	Протокол № 2 от 11.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Методические материалы для самостоятельной работы по химии

для студентов

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Химия» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- подготовка к лабораторным работам
- подготовка к контрольным работам
- подготовка к экзамену

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебнике по курсу [1]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 3, 4]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебнику освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.
Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

Содержание курса

Тема 1: Классы минеральных веществ. Основные стехиометрические законы химии

Классификация солей, оксидов и гидроксидов. Кислотные и основные свойства. Амфотерность оксидов и гидроксидов. Закон сохранения массы, закон кратных отношений, закон Авогадро, уравнение Менделеева-Клапейрона.

Тема 2: Теоретические основы химических процессов: термодинамика, кинетика, химическое равновесия

Первое начало термодинамики. Энтальпия. Тепловой эффект реакции, термохимические уравнения, закон Гесса. Эндотермические и экзотермические реакции. Скорость реакции, способы увеличения скорости. Закон действия масс, закон Вант-Гоффа. Энергия активации, уравнение Аррениуса. Катализ. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие, константа равновесия, принцип Ле Шателье.

Тема 3: Классификация растворов. Способы выражения концентрации растворов.

Растворение как физико-химический процесс. Разбавленные и концентрированные растворы. Насыщенные и ненасыщенные растворы, растворимость. Доля растворенного вещества (массовая, мольная, объёмная), молярность, нормальность, моляльность раствора. Расчеты, необходимые для приготовления растворов.

Тема 4: Растворы электролитов: реакции ионного обмена, гидролиз. Водородный показатель среды. Растворимость, произведение растворимости.

Сильные и слабые электролиты, правило Бертолле. Типы гидролиза, совместный гидролиз. Ионное произведение воды, pH раствора, кислая и щелочная среда. Равновесие в системе раствор-осадок, расчет растворимости осадка в воде и в растворах электролитов.

Тема 5: Окислительно-восстановительные реакции. Метод электронно-ионного баланса.

Типичные окислители и восстановители. Среда как участник окислительно-восстановительной реакции. Расчет коэффициентов реакции с учетом среды.

Тема 6: Электрохимические процессы: коррозия металлов, электролиз, гальванический элемент.

Электрохимические системы, электродные потенциалы. Стандартный водородный электрод, ряд напряжения металлов. Уравнение Нернста, расчет ЭДС гальванического элемента. Коррозия металлов как электрохимический процесс, типы защиты от коррозии. Электролиз водных растворов и расплавов электролитов, законы Фарадея.

Тема: 7 Комплексные соединения.

Двойные и комплексные соли, теория Вернера. Лиганды и комплексообразователи. Изомерия и номенклатура комплексных соединений. Диссоциация комплексных соединений, константа нестойкости.

Рекомендуемая литература

1.Основы общей химии: конспект лекций / Г. А. Казанцева, С. Ю. Меньшиков, А. В. Новосёлова, А. М. Потапов, В. А. Салина, Т. И. Чупахина; под ред. С. Ю. Меньшикова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2021. – 177 с.

2.Общая химия [Электронный ресурс]: учебник/ Суворов А. В., Никольский Л. Б. - СПб.: Химиздат, 2017. – 624 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938083035.html

3.Экспресс - обучение по решению химических задач [Электронный ресурс]: учебное пособие / Семенов И.Н. - СПб.: Химиздат, 2017. – 128 с. http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785938082922.html

4. ТЕСТЫ ПО ХИМИИ. Часть I: учебно-методическое пособие для выполнения заданий курса «Химия» для студентов всех специальностей. / Меньшиков С. Ю., Чупахина Т. И., Потапов А.М. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2020. – 31 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методичсекой работе _____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.12 ХИМИЯ, Ч.2

Специальность:
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Химии	*Факультета геологии и геофизики*
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Амдур А.М.	Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 12.09.2024	Протокол №2 от 11.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Министерство образования и науки РФ

ФГБОУ ВО

«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО

Методической комиссией горно-механического факультета УГГУ

«10» июля 2017 г.

Председатель комиссии

_____проф. В.П. Барановский.

А. М. Амдур, Д. В. Благин

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие для студентов

инженерных специальностей

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 541.1

А 46

Рецензент: В.В. Павлов, д-р хим. наук, профессор кафедры химии
ФГБОУ ВО «УГГУ»

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 12 мая 2017 г. (протокол № 10) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Амдур А. М., Благин Д. В.
ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: учебное пособие / А. М. Амдур, Д. В. Благин. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – □ 79 с.

В учебном пособии изложен конспект лекций в соответствии с программой по дисциплине «Физическая химия», которая присутствует в учебных планах инженерных специальностей УГГУ.

Пособие содержит сведения об основных законах и соотношениях термодинамики, о фазовых, адсорбционных и химических равновесиях, об основах теории растворов, адсорбции, седиментации, термодинамике неравновесных процессов, представлены данные о равновесных и неравновесных свойствах растворов электролитов, разобраны преставления о электродных потенциалах, электрохимических цепях и электродвижущих силах. Изложены основы коллоидной химии.

Изложение теоретического материала сопровождается примерами решения прикладных задач, учитывающих специфику вуза горного профиля.
Конспект лекций предназначен для студентов всех специальностей и направлений.
Рис. 23. Библиогр. 7 назв.

© Уральский государственный
горный университет, 2017
© Амдур А.М., Благин Д.В., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ	5
1.1	Первый закон термодинамики	5
1.2	Теплоёмкость	8
1.3	Связь между Q_p и Q_v	8
1.4	Следствия 1 закона термодинамики. Закон Гесса	9
1.5	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа	10
1.6	Второй закон термодинамики	11
1.7	Статический смысл второго закона	13
1.8	Изобарно-изотермный и изохорно-изотермный потенциалы	14
2	ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	19
2.1	Поверхностное натяжение	19
2.2	Капиллярное давление	21
2.3	Связь поверхностного натяжения σ с прочностью межчастичных связей (адгезия и когезия).	22
2.4	Методы измерения поверхностного натяжения	24
2.5	Смачивание	26
2.6	Флотация	29
3	ФИЗИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ	30
3.1	Уравнение Лэнгмюра	32
3.2	Адсорбция в растворах	38
3.3	Уравнение Гиббса	39
3.4	Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации.	40
4	ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	41
4.1	Экспериментальное определение электропроводности	42

4.2	Эквивалентная электропроводность	44
4.3	Числа переноса	45
4.4	Подвижность ионов	46
4.5	Электропроводность сильных электролитов	48
4.6	Зависимость электропроводности от температуры	49
5	ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ	50
5.1	Классификация дисперсных систем	51
5.2	Дисперсность частиц и поверхностная энергия	52
5.3	Седиментационное равновесие	53
5.4	Седиментационный анализ	54
5.5	Седиментационный анализ полидисперсных систем	55
6	КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ	60
6.1	Двойной электрический слой	60
6.2	Строение двойного слоя	60
6.3	Мицеллярная теория строения лиофобных коллоидов (золей)	62
6.4	Образование коллоидных систем	64
6.5	Образование ядра мицеллы. Теория зарождения новых фаз	65
6.6	Устойчивость дисперсных систем	67
6.7	Коагуляция электролитами	68
6.8	Кинетика (скорость) коагуляции коллоидов	69
6.9	Теория быстрой перикинетической коагуляции	71
6.10	Медленная перикинетическая коагуляция	74
6.11	Ортокинетическая коагуляция	74
6.12	Оптические свойства дисперсных систем	75
	Список литературы	78

1. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Термодинамика определяет направленность процессов и условия равновесия системы.

Термодинамика, как и геометрия, построена на постулатах, которые называются законами или началами термодинамики. Они получены путем обобщения экспериментального материала. Остальные закономерности выводятся на основе их логического развития.

При решении термодинамических задач из всего мира выбирают тело или группу тел и изучают их взаимодействие с остальным веществом. Следовательно, имеется система и внешняя среда, которые обмениваются энергией. Выбор тел, составляющих систему, зависит от конкретных целей. Обмен энергией происходит в форме теплоты (микроскопическая неупорядоченная форма передачи энергии) или работы (макроскопическая форма). Состояние системы характеризуется совокупностью свойств, называемых термодинамическими параметрами. Температура, давление, плотность и концентрация считаются основными параметрами. Другие свойства рассматриваются как функции основных.

При строгом подходе к решению любой научной или инженерной задачи он должно базироваться на термодинамическом анализе.

1.1 Первый закон термодинамики.

Это частный случай закона сохранения и превращения энергии в применении к процессам, сопровождающимся преобразованием теплоты.

Работа процесса A – энергия, передаваемая одним телом другому при их взаимодействии, не зависящая от температуры T и не связанная с переносом вещества. Она определяется произведением действующих на систему сил на соответствующий путь. Например, работа против сил внешнего давления p выражается, как $A = p\Delta V$, где ΔV – изменение объема

системы, против сил поверхностного натяжения σ $A = \sigma \cdot \Delta\omega$, где $\Delta\omega$ - изменение величины поверхности.

Теплота процесса Q – энергия, передаваемая от одного тела к другому, зависящая лишь от их Т и не связанная с переносом вещества.

Первый закон термодинамики в интегральной форме имеет вид:

$$\Delta U = Q - A,$$

где U – внутренняя энергия.

U - свойство тела, которое складывается из следующих компонент:

1) кинетической энергии молекулярного движения;
2) энергии молекулярного взаимодействия;
3) внутримолекулярной энергии;
4) энергии электронного возбуждения;
5) внутриядерной энергии;
6) лучистой энергии;
7) гравитационной и т.д.

Внутренняя энергия – функция состояния или свойство системы. Теплота и работа могут быть отнесены только к процессу и не являются свойствами, поэтому они не имеют полного дифференциала. Для бесконечно малого изменения состояния первый закон термодинамики запишется в виде:

$$dU = \delta Q - \delta A,$$

где dU – полный дифференциал; δQ, δA вариации Q и A.

Таким образом, первый закон термодинамики позволяет рассчитать количество тепла, выделяемого в экзотермическом или поглощаемого в эндотермическом процессах, и составить тепловой баланс промышленного агрегата.

Рассмотрим его частные случаи.

При адиабатном процессе $\delta Q = 0$ (нет обмена теплотой с внешней средой, система адиабатически замкнута). Следовательно:

$$-dU = pdV,$$

т. е. работа производится за счет убыли энергии системы.

При изохорном процессе $dV = 0$:

$$\delta Q_V = dU_V.$$

(Нижние индексы, как “v” в этом примере, означают, что данный параметр остается постоянным.)

При изобарном процессе $dP = 0$:

$$\delta Q_P = d(U + pV).$$

Теплота процесса δQ_P есть функция состояния или свойство системы, так как $U + pV$ имеет полный дифференциал:

$$U + pV \equiv H.$$

Это свойство называется «энтальпия» (от греческого «нагреваю»). По определению она равна внутренней энергии, сложенной с произведением $P \cdot V$, то есть потенциальной энергией. Таким образом, H – энергия расширенной системы.

$$dU = dH - pdV - Vdp;$$

$$\delta Q = dH - pdV - Vdp + pdV;$$

$$\delta Q = dH - pdV.$$

$$Q = \Delta H - \int_1^2 VdP$$

Из определительного выражения энтальпии следует, что при нагревании H увеличивается.

1.2 Теплоёмкость

Теплоемкость широко используется для расчета термодинамических свойств.

Средняя теплоёмкость – количество теплоты, за счет получения (или отдачи) которой температура системы изменяется на ΔT:

$$C_{T_1 \div T_2} \equiv \frac{Q}{T_1 - T_2} = \frac{Q}{\Delta T}.$$

Истинная теплоёмкость :

$$C = \frac{\delta Q}{\partial T}.$$

Так как δQ зависит от пути процесса, надо указать какой параметр (P или V) остается постоянным при нагреве или охлаждении:

$$Cv = \frac{\delta Q_V}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$

$$C_P = \frac{\delta Q_P}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$$

$$Q_P = \Delta H_P = \int_{T_1}^{T_2} C_P dT$$

$$C_P - C_V = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T + P\right] \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

Обычно $\frac{\partial U}{\partial V}$ неизвестно.

1.3 Связь между Q_p и Q_v

$$Q_P = \Delta H;\ Q_V = \Delta U_V$$

$$\Delta H = \Delta U_P + p\Delta V$$

$$Q_p - Q_V = \Delta U_p + p\Delta V - \Delta U_V$$

При малых P $\Delta U_P \approx \Delta U_V$ (для идеальных газов $\Delta U_V = \Delta U_P$).

ΔV - значительно тогда, когда в реакции участвуют газы, для остальных случаев:

$$Q_P \approx Q_V.$$

Для газов, принимая их идеальными и используя закон Менделеева-Клайперона, получим:

$$P\Delta V = \Delta nRT,$$

$$Q_P - Q_V = \Delta nRT$$

Δn - изменение числа молей газообразных веществ, участвующих в реакции.

Пример:

$H_2 + ½\ O_2 = H_2O$ $\quad \Delta H_{298} = -57800$ кал/моль

1 моль + ½ моль = 1 моль

$\Delta n = 1\text{-}1\text{-}0{,}5 = -\ 0{,}5$ моль

$Q_v = -57800 + 0{,}5 \cdot 1{,}986 \cdot 298 = -57500$ кал/моль.

1.4 Следствия 1 закона термодинамики. Закон Гесса

Так как ΔU и ΔH не зависят от пути процесса, то и тепловой эффект химической реакции (см.выражения) не зависит от способов ее осуществления, а определяется лишь начальным и конечным состояниями системы.

Выводы:

1. Теплота образования соединений из исходных веществ не зависит от способа, каким это соединение получено
2. Теплота разложения соединения равна теплоте образования (с противоположным знаком)

3. Тепловой эффект реакции равен алгебраической сумме теплот образования реагентов из простых веществ.

$$\Delta H = \Sigma(\Delta H_{обр})_{прод.} - \Sigma(\Delta H_{обр})_{иск.}.$$

4. Тепловой эффект равен алгебраической сумме теплот сгорания реагентов до одинаковых продуктов

$$\Delta H = \Sigma(\Delta H_{сг})_{иск.} - \Sigma(\Delta H_{сгор})_{прод.}.$$

Пример. Законом Гесса пользуются для расчета теплового эффекта реакций, которые трудно осуществить экспериментально.

1) $C_{тв} + O_2 = CO_2$ $\Delta H_{298} = -94000$ кал/моль

2) $CO + ½\ O_2 = CO_2$ $\Delta H_{298} = -67600$ кал/моль

3) $C_{тв} + ½\ O_2 = CO$ – осуществить трудно, так как в продуктах всегда будет присутствовать и CO_2.

$\Delta H_1 = \Delta H_3 + \Delta H_2$; $\Delta H_3 = -94000 + 67600 = -26400$ кал/моль.

Тепловые эффекты должны быть отнесены к одинаковым условиям, иначе их суммирование станет невозможным. Такие условия называются стандартными: Т = 298 К, Р = 1 атм, при этом считают, что газы обладают свойствами, присущими им при $P \to 0$.

1.5 Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа

Запишем химическую реакцию в общем виде:

$$n_1A + n_2B = n_3F + n_4D + \Delta H.$$

Тепловой эффект реакции при постоянном давлении равен разности энтальпий продуктов и исходных веществ:

$$\Delta H = Q_P = \left(n_3\Delta H_F + n_4\Delta H_D\right) - \left(n_1\Delta H_A + n_2\Delta H_B\right);$$

$$\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T}\right)_P = \left[n_3\left(\frac{\partial \Delta H_F}{\partial T}\right)_P + n_4\left(\frac{\partial \Delta H_D}{\partial T}\right)_P - n_1\left(\frac{\partial \Delta H_A}{\partial T}\right)_P - n_2\left(\frac{\partial \Delta H_B}{\partial T}\right)_P\right],$$

но $\frac{\partial H}{\partial T} = C_P$. Тогда: C_P

$$\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T}\right)_P = n_3 C_{P_F} + n_4 C_{P_D} - n_1 C_{P_A} - n_2 C_{P_B} = \Delta C_P.$$

ΔC_P - разность суммы теплоемкостей продуктов и исходных веществ, взятых с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

Аналогично: $Q_V = \Delta U$; $\left(\frac{\partial \Delta U}{\partial T}\right)_V = \Delta C_V$ и

$$d\Delta H = \Delta C_P dT. \quad \Delta H = \Delta H_0 + \int_0^T \Delta C_P \, dT,$$

ΔH_0 - константа интегрирования.

Для решения этого уравнения надо знать $C_P = \varphi(T)$. Обычно ее задают в виде полинома:

$$C_P = \Gamma_0 + \Gamma_1 T + \Gamma_2 T^2 + \ldots$$

$$\Delta C_P = \Delta\Gamma_0 + \Delta\Gamma_1 T + \Delta\Gamma_2 T^2, \text{где}$$

$$\Delta\Gamma_0 = n_3\Gamma_{0F} + n_4\Gamma_{0D} - n_1\Gamma_{0A} - n_2\Gamma_{0B}$$

Поэтому получим:

$$\Delta H = \Delta H_0 + \int_0^T \left(\Delta\Gamma_0 + \Delta\Gamma_1 T + \Delta\Gamma_2 T^2\right) dT$$

$$\Delta H = \Delta H_0 + \Delta\Gamma_0 T + \Delta\Gamma_1 \frac{T^2}{2} + \Delta\Gamma_2 \frac{T^3}{3}$$

Обычно, чтобы найти ΔH_0, пользуются тепловым эффектом при 298 К:

$$\Delta H_{298} = \Delta H_0 + \Delta\Gamma_0 298 + \Delta\Gamma_1 \frac{(298)^2}{2} + \Delta\Gamma_2 \frac{(298)^3}{3}.$$

1.6 Второй закон термодинамики

Он определяет направленность самопроизвольно протекающих процессов. Второе начало, как и первое не может быть выделено на основе каких-либо более общих положений, а устанавливается на основании опыта.

Введем ряд определений.

Процесс называется обратимым, если в нем любое состояние системы бесконечно близко к состоянию равновесия. Такой процесс должен идти с бесконечно малыми скоростями.

Если в данном процессе хотя бы одно из состояний далеко от равновесия, то процесс называется необратимым. Так как процессы идут в природе с конечными скоростями, все реальные процессы необратимы.

Характерной особенностью обратимого процесса является то, что в нем возможно возвращение системы в исходное состояние без изменений, как в самой системе, так и в окружающей среде.

Общий критерий направленности – энтропия S, которая является однозначной функцией состояния системы, т.е. всякая система в любом ее состоянии имеет вполне определенное и единственное значение S так же, как и значения P, V, T, U и др. свойств.

Для обратимого процесса можно записать выражение:

$$dS \equiv \frac{\partial Q}{T}.$$

Таким образом дифференциал энтропии при элементарном равновесном процессе равен отношению бесконечно малого количества теплоты, сообщенного системе к ее термодинамической (абсолютной) температуре. Из данного уравнения следует, что энтропия есть приведенная теплота.

Для конечного изменения состояния системы в обратимых процессах изменение энтропии равно:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{\partial Q}{T}$$

В адиабатном обратимом процессе $\Delta S = 0$ и $dS = 0$.

Для необратимого процесса $\Delta S > 0,\ dS > 0$.

Для изолированной системы (в которую включен тепловой источник): $\Delta S \geq 0;\quad \Delta S = S_2 - S_1 \geq \int_1^2 \frac{\partial Q}{T}.$

Если система изолирована, то при протекании в ней обратимых процессов энтропия не изменится, при необратимых процессах она растет.

Когда необратимый процесс приводит систему в состояние равновесия, ее энтропия достигает максимума.

Возможно три состояния системы:

$\Delta S > 0$ - процесс в изолированной системе возможен;

$\Delta S < 0$ - невозможен;

$\Delta S = 0$ - система находится в равновесии.

1.7 Статический смысл второго закона

Одно и то же макросостояние системы, заданное термодинамическими параметрами, может существовать при различном распределении энергии между отдельными молекулами, т.е. при различных микросостояниях.

Число микросостояний, с помощью которых можно осуществить данное макросостояние, называется термодинамической вероятностью W. Она определяется общим числом комбинаций, с помощью которых реализуется макросостояние.

Состояние молекулы характеризуется 3 координатами и 3 импульсами mV. Поэтому оно может быть изображено в гипотетическом 6-мерном пространстве, называемым фазовым (ФП). “Объём” $dxdydzd(mV_x)\cdot d(mV_y)d(mV_z)$ называется ячейкой ФП. Чтобы найти W, надо определить распределение молекул по ячейкам ФП.

N – общее число молекул

N_i – число молекул в i-ой ячейке

$$W = \frac{N!}{N_1!N_2!N_3!...}$$

Когда N=10, то $W = \frac{10!}{3!2!4!1!} = 12600$. Так как в реальном теле число молекул или атомов N больше миллиона, то термодинамическая вероятность W очень большая величина.

Австрийский физик Больцман связал энтропию с термодинамической вероятностью:

$$S = k\ln W,$$

где k – постоянная Больцмана.

Наибольшая вероятность отвечает равномерному распределению частиц. При $N > 10^6$ $W_{равн}$ очень велика и из всех возможных вариантов практически реализуется только равномерное распределение. Потому система стремится занять состояние с W_{max}, при этом $S = S_{max}$.

Таким образом система самопроизвольно переходит от менее вероятного состояния к более вероятному и поскольку W_{max} велика, то из более вероятного состояния система не отклонится на заметное значение. Следовательно в изолированной системе все процессы идут в направлении увеличения энтропии. Состоянию равновесия отвечает S_{max}.

Энтропию можно рассматривать как количественную меру беспорядка в расположении частиц, составляющих данное тело. Если взять кристалл чистого вещества, то при T = 0° К все атомы находятся в узлах решетки, так как кинетическая энергия равна нулю, поэтому W = 1, а S = 0. При нагревании атомы могут переходить междоузлия $W \uparrow \Rightarrow S \uparrow$.

Таким образом второй закон термодинамики – это закон вероятностей.

1.8 Изобарно-изотермный и изохорно-изотермный потенциалы

Пользоваться энтропией как критерием направленности процесса неудобно, поскольку надо включить в систему все тела и сделать ее адиабатически замкнутой.

Поэтому введены менее общие, но более удобные критерии направленности процессов. Они называются термодинамическими потенциалами. Наиболее часто используются следующие потенциалы.

1) При P, T = const потенциал называется энергией Гиббса и обозначается буквой G:

$$G = H - TS.$$

2) При V, T = const потенциал называется энергией Гельмгольца и обозначается буквой потенциал называется энергией Гиббса и обозначается буквой F:

$$F = U - TS.$$

Энергии Гиббса и Гельмгольца связаны между собой следующим образом:

$$H = U + PV;\ U = H - PV \qquad G = F + PV$$

$$F = H - PV - TS = G - PV; \qquad F = G - PV$$

G и F являются однозначными, конечными и непрерывными функциями свойств системы, поэтому их можно рассматривать как функции состояния или свойства системы.

[G] = 1 Дж/моль, [F] = 1 Дж/моль.

Определение направленности процессов по изменению энергии Гиббса ΔG и Гельмгольца ΔF. При P, T = const

$$\Delta S \geq \int_1^2 \frac{\partial Q}{T} \geq \frac{\Delta H}{T}$$

$$T\Delta\Delta \geq \Delta H; \qquad \Delta H - T\Delta\Delta \leq 0 \quad \Delta G \leq 0$$

< - необратимые процессы; = - обратимые процессы. Всякий реальный процесс при P, T = const идет в сторону убыли G. Равновесие наступает при $G = G_{min}$ или dG = 0.

Аналогично $\Delta F \leq 0$.

Связь ΔG с работой обратимого процесса

$$Q - A = \Delta U$$

T =const, процесс обратим

$$\Delta S = \frac{Q_{обр}}{T}$$

$Q_{обр} = T\Delta S \qquad T\Delta S - A = \Delta U; \qquad -A_{обр} = \Delta U - T\Delta S;$

$\Delta F = -A_{обр} = -A_{max}$ (работа обратимого процесса максимальна).

ΔF равно работе изотермического обратимого процесса с обратным знаком.

$$G = F + pV; \quad \Delta G = \Delta F + P\Delta V = -(A_{обр} - P\Delta V).$$

Величина ΔG равна работе обратимого процесса за вычетом работы против сил внешнего давления с обратным знаком.

Парциально-молярные свойства

В технике чистые вещества практически не встречаются. Стали, горные породы, магма – растворы, и в них поведение и свойства компонентов отличаются от поведения чистых веществ.

Свойства веществ, находящихся в растворе называются парциальными или парциально-молярными $\overline{H_i}$ $\overline{V_i}$ и т.д. и зависят от состава.

Определение:

$$\Delta V_{общ} = V_{ш} = \overline{V}$$

$N_2 \approx const$

$\Delta V = \overline{V_1}$

$$\Delta V = \overline{V_2} = \left(\frac{\partial V_{общ}}{\partial n_2}\right)_{P,T,n_1}$$

$$\overline{g_i} = \left(\frac{\partial g_{общ}}{\partial n_i}\right)_{P,T,n_{o\neq ш}}$$

$\overline{g_i}$ - приращение общего свойства при добавлении 1 моля

i – компонента, когда P, T и $n_{j\neq i}$ не меняются.

$\overline{G_i} = \mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{P,T,n_{j\neq i}}$ - химический потенциал.

Условие равновесия фаз $\mu_i^I = \mu_i^{II}$.

Цикл Карно – обратный переход тепла от более горячего тепла к холодному, рис. 1.

В основе рассуждений лежит постулат Клаузиуса. Теплота сама собой не может переходить от холодного тепла к горячему.

Предел перехода теплоты в работу далее в обратимом процессе устанавливается циклом Карно.

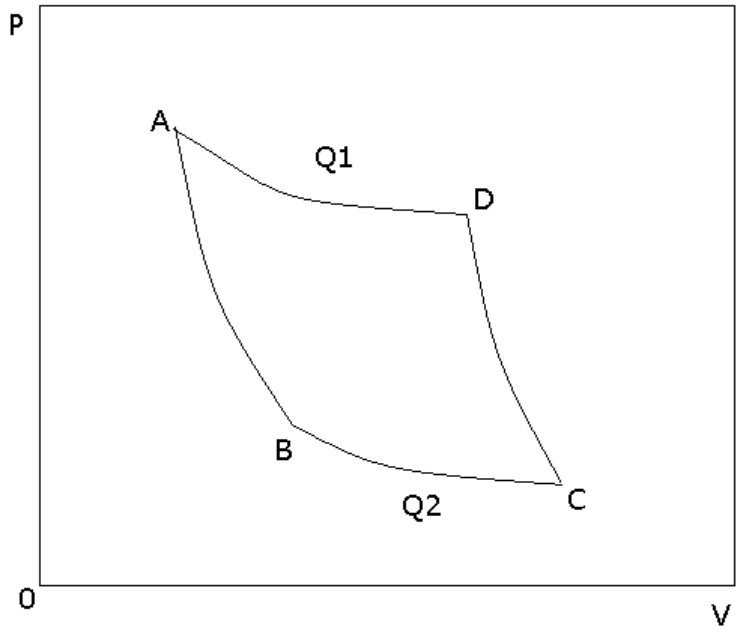


Рис. 1 - Цикл Карно

1) Изотермическое расширение АВ теплота отбирается у теплоотдатчика Q_1.

2) ВС – адиабатическое расширение.

3) СД – изотермическое сжатие – рабочее тело отдает тепло Q_2 теплоприемнику.

4) Адиабатическое сжатие ДА.

$$A = Q_1 - Q_2$$

В обратном цикле Q_2 отбирается и вместе с А передается теплоотдатчику.

Рассчитаем η этой машины. Карно установил, что η при работе по обратимому циклу не зависит от природы рабочего тепла, а определяется только интервалом ΔT, в котором совершается работа.

Доказательство:

Допустим, что проведя в одинаковом температурном интервале цикл Карно с разными телами удалось бы получить разные η_1 и η_2.

Первый цикл в прямом направлении, второй – в обратном.

	Q_1	Q_2	A	η		
1 цикл	+100	- 80	+20	0,20	} ⇒	A- зафиксировано,
2 цикл	- 110	+90	- 20	0,18		т.е. без компенсации работой.
	- 10	+10	0			

Энергия переходит от холодного тепла к горячему без компенсации ΔA = 0, что противоречит принципу Клаузиуса.

Таким образом

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \varphi(T_1, T_2) \quad \text{или} \quad \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \varphi(T_1, T_2) \qquad (*)$$

Независимость η от природы вещества и позволила ввести абсолютную шкалу T, где за единицу измерения T принимают такую разность между температурами, которое дает возможность совершить 1/100 работы по циклу Карно между $T_{кип}$ и $T_{пл}$

из (*) : $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$

Разобьем цикл Карно на бесконечное число б/м циклов, считая, что на элементарном участке теплообмена T = const.

$$\frac{\delta Q_1}{T_1} + \frac{\delta Q_2}{T} = 0$$

Для всего цикла

$$\int_1^2 \frac{\delta Q_1}{T_1} + \int_2^1 \frac{\delta Q_2}{T_2} = 0 \quad \text{или} \quad \oint \frac{\delta Q}{T} = 0$$

т.е. алгебраическая сумма приведенных теплот для любого обратимого кругового процесса равна 0.

Если круговой интеграл равен 0, то подынтегральная функция полный дифференциал – т.е. свойство системы.

Поэтому $dS \equiv \frac{\delta Q}{T}$

Адиабатический обратимый процесс $dS = 0$ $\Delta S = 0$.

Необратимый процесс – исходное и конечное состояние совпадает с обратимым - ΔU одинаково, а работа меньше: $Q = \Delta U + A$ – теплота тоже меньше, поэтому

$$dS \rangle \frac{\delta Q}{T}$$

Для адиабатического необратимого $dS > 0$.

2. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

2.1 Поверхностное натяжение

Рассмотрим отличия в силах, действующих на атомы, находящиеся в поверхностном слое на границе с газом, вакуумом или конденсированным веществом и объеме фаз, рис. 2.

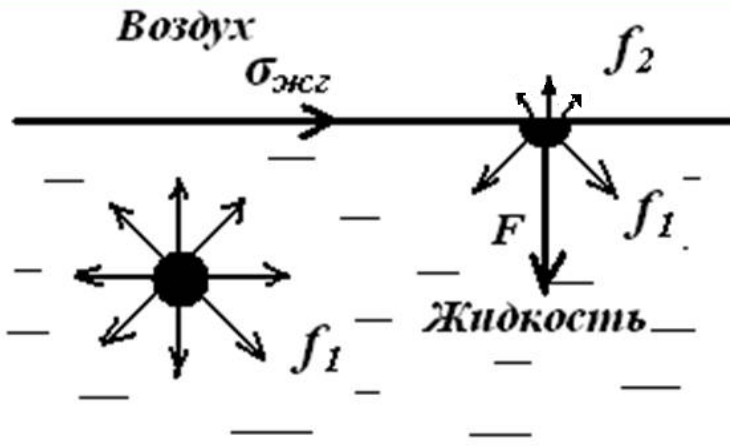


Рис. 2 – Силы взаимодействия атомов на границе раздела и в объёме

1) Для атомов, находящихся в объеме фазы, за время, большее по сравнению с периодом колебаний, силы, действующие со стороны других частиц, одинаковы f_1.

2) Для атомов, находящихся в поверхности, силовое поле асимметрично. Появляется равнодействующая F, стремящаяся втянуть атомы в объем, что вызывает самопроизвольное сокращение поверхности.

Сила, вызывающая сокращение поверхности, отнесенная к единице ее длины и направленная по касательной к ней, называется поверхностным натяжением.

Единица измерения поверхностного натяжения как силы: [γ] = 1 Н/м.

Если не действуют другие силы, то жидкость стремится принять правильную сферическую форму.

Если и вторая фаза конденсированное вещество (жидкое или твердое), то поверхностное натяжение называют межфазным.

Таким образом, причина появления поверхностного или межфазного натяжения – асимметрия силового поля, в котором находятся атомы вещества в поверхностном слое.

Чем меньше объем жидкости (или размер частиц твердого тела), тем больше частиц находится в поверхности, и поверхностные силы приобретает больший удельный вес.

Для увеличения поверхности надо затратить работу против сил поверхностного натяжения, которая в соответствии со 2-м законом термодинамики при V,T = const будет равна изменению свободной энергии:

$$\Delta F = \sigma \Delta \omega = -A_{max} .$$

Тогда σ равно:

$$\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta \omega} \text{ или } \sigma = \left(\frac{\partial F}{\partial \omega} \right)_{V,T} . \qquad (2.1)$$

В соответствии с (2.1) поверхностное натяжение есть свободная энергия единицы поверхности и обозначается греческой буквой σ. В этом варианте единица измерения поверхностного натяжения: [σ] = 1 Дж/м^2.

В обозначение межфазного натяжения в виде индекса вводят номера или названия фаз, например, σ_{12} или $\sigma_{тж}$ - межфазное натяжение на границе фаз 1 и 2 или твердой и жидкой фаз соответственно.

Для жидкостей, обладающих изотропностью, σ = γ, и понятия поверхностного натяжения как силы и энергии не разделяют.

В кристаллах γ является векторной величиной, тогда как σ величина скалярная. В них γ зависит от грани, к которой относится поверхностное натяжение, а в пределах одной грани – даже от выбранного направления.

2.2 Капиллярное давление

Избыточное по сравнению с атмосферным давление ΔP, оказываемое силами поверхностного натяжения жидкости σ, называется капиллярным. Оно направлено к центру кривизны поверхности жидкости и описывается уравнением Лапласа.

Для поверхности правильной сферической формы радиусом R:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R}.$$

Если поверхность имеет форму эллипсоида вращения, то

$$\Delta P = \sigma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right), \qquad (2.2)$$

где R_1 и R_2 – главные радиусы кривизны.

В соответствии с уравнением Лапласа капиллярное давление обратно пропорционально радиусу кривизны. Поэтому в капиллярах или порах

микронного размера это давление очень велико. Например, для магматических расплавов, пропитывающих горные породы с размерами пор порядка 1 мкм, оно составляет около 8 атм. Разность лапласовских давлений на торцах капилляра является движущей силой движения жидкости в пористом теле. На рис. показано, как капля на поверхности вытягивает всю сообщающуюся с ней жидкость, находящуюся в поре. В этом случае каплю называют капиллярным насосом.

Капиллярные явления лежат в основе многих технологий создания конструкционных материалов, широко используются при добыче нефти и т.д.

2.3 Связь σ с прочностью межчастичных связей (адгезия и когезия).

Выделим фрагмент гомогенной жидкости в виде параллелепипеда с площадью основания, равной 1 $см^2$. Его свободную энергию обозначим буквой F. Разделим параллелепипед изотермически и обратимо на 2 части. Затраченная работа будет отвечать созданию новых 2-х $см^2$ поверхности жидкость – газ.

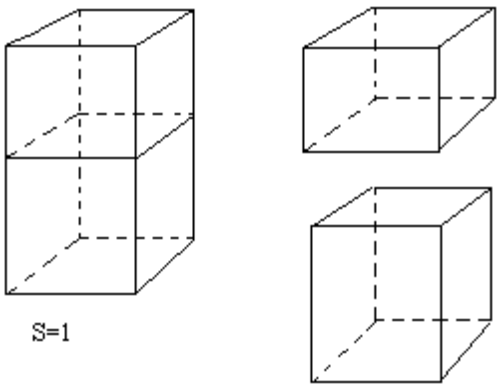


Рисунок 3 – Схема образования новой поверхности при дроблении

Свободная энергия разделенных столбиков жидкости: F + 2σ. Рассчитаем произведенную работу, равную разности свободных энергий в конечном и исходном состояниях:

$$W_K = F + 2\sigma - F = 2\sigma. \qquad (2.3)$$

Определение: Работа обратимого изотермического разрыва столбика жидкости сечением 1 см^2 называется работой когезии или просто когезией W_K

Чем прочнее связи между атомами, тем больше W_K, а значит и $\sigma_ж$, что позволяет рассматривать $\sigma_ж$ в первом приближении как характеристику прочности межчастичных связей.

В общем случае: $\sigma = \left(\frac{\partial F}{\partial \varpi}\right)_{V,T}$;

$$F = U - TS;$$

$$\sigma = \left(\frac{\partial (U - TS)}{\partial \varpi}\right)_{V,T}. \qquad (2.4)$$

Из этих уравнений следует, что σ обусловлена изменением внутренней энергии и энтропии при выводе частиц в поверхность. Представим себе, что параллелепипед состоит из двух несмешивающихся жидкостей (или в общем случае двух фаз), и проведем разделение этих фаз обратимо и при V,T = const по границе раздела. Свободная энергия этой системы в исходном состоянии равна $F + \sigma_{12}$, а после разделения: $F + \sigma_1 + \sigma_2$, так как мы устранили межфазную поверхность и создали две новые.

Совершенная при разрыве работа составит:

$$W_A = \sigma_1 + \sigma_2 + F - (F + \sigma_{12}) = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_{12}. \qquad (2.5)$$

Определение: Работа обратимого изотермического разделения 2^x фаз, относящаяся к единице поверхности, называется работой адгезии или просто адгезией W_A.

Уравнение (2.5) называется уравнением Дюпре. На его анализе основаны сварка, склеивание, эмалирование и другие процессы. Согласно Дюпре для увеличения адгезии надо понизить межфазное натяжение σ_{12} . Оно тем меньше, чем ближе соединяемые фазы по своей природе.

2.4 Методы измерения поверхностного натяжения

Метод отрыва кольца

Метод основан на измерении усилия W, необходимого для отрыва тела в форме цилиндра или кольца от поверхности жидкости:

$$W = \sigma \cdot 4\pi\pi ,$$

где R – радиус цилиндра или кольца.

Измерив прибором W и зная R, рассчитывают σ.

Для жидкостей с малой вязкостью, хорошо смачивающих поверхность, относительная погрешность ε составляет 2-3 %.

При η=1÷10 Пз и более метод не применим.

Метод неподвижной капли

Каплю лиофобной жидкости помещают на твердую полированную поверхность. Избыточное давление в жидкости, связанное наличием искривленной поверхности, описывается, как уже отмечалось, уравнением Лапласа (2.2).

Если капля неподвижна, это давление уравновешивается реакцией опоры. Из условия равновесия можно рассчитать σ, определив размеры капли по ее фотоснимку.

Относительная ошибка метода - 0,5 %.

Метод максимального давления при образовании пузырька газа

Опыт организуют следующим образом. К поверхности жидкости до касания с ней подводят капилляр, через который подается газ. В результате на торце капилляра образуется пузырек. Работа расширения газа совершается против сил поверхностного натяжения исследуемой жидкости:

$$\rho dV = \sigma d\varpi \qquad (2.6)$$

(в уравнении (2.6) не учитывается гидростатическое давление жидкости).

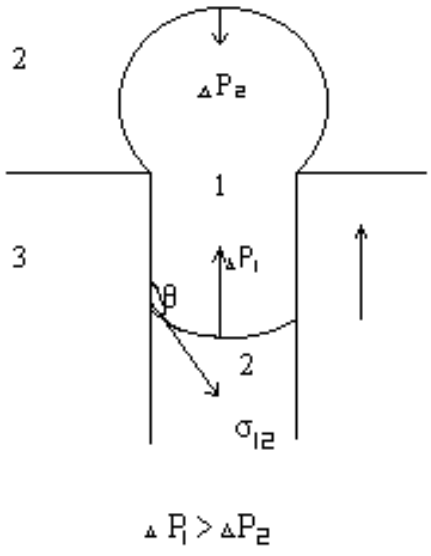


Рисунок 4 – Давление газа в пузырьке

Давление газа будет максимальным P_{max}, когда радиус пузырька $r_п$ достигнет радиуса капилляра $r_к$: $r_п = r_к = r$. Тогда, измеряя P_{max} , можно рассчитать σ, считая, что пузырек имеет

правильную сферическую форму, по уравнению, полученному дифференцированием (2.6):

$$\sigma = \frac{P_{max} r}{2}.$$

Радиус капилляра определяют, замеряя P'_{max} в жидкости, поверхностное натяжение которой измерено другим методом $\sigma_э$:

$$r = \frac{2\sigma_э}{P'_{max}}.$$

Метод становится относительным, поскольку использовано эталонное вещество. Расчетное уравнение имеет вид:

$$\sigma = \sigma_э \frac{P_{max}}{P'_{max}}.. \qquad (2.7)$$

При учете большинства факторов, вызывающих погрешности, точность метода высока - для молекулярных жидкостей ε составляет 0,02 %.

2.5 Смачивание

Явление смачивания рассматривается на границе раздела трех фаз. На рис. 3 приведена граница твердое тело(3)-жидкость(1)-газ(2).

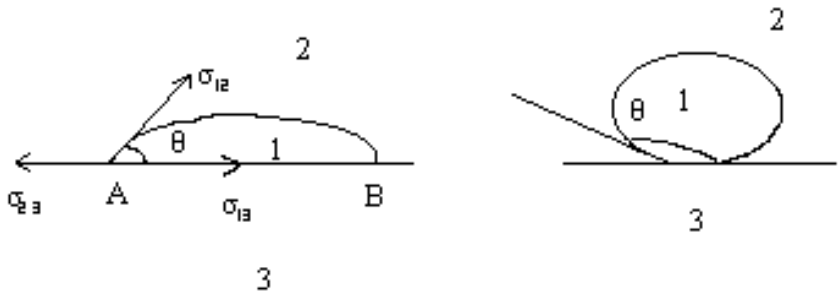


Рис. 5 – Поверхностное натяжение на границе раздела фаз

Имеется три границы раздела: $\sigma_{1\text{-}3}$ – межфазное натяжение на границе твердое тело – жидкость; $\sigma_{1\text{-}2}$ – жидкость – газ; $\sigma_{2\text{-}3}$ – твердое – газ. Угол θ между векторами $\sigma_{1\text{-}3}$ и $\sigma_{1\text{-}2}$ называется углом смачивания. Если $\theta < 90°$, жидкость смачивает твердое тело, при $\theta > 90°$ - не смачивает, когда $\theta = 0$ имеет место абсолютное смачивание. Вторым параметром 3^x фазной границы является ее проекция на плоскость рисунка - линия АВ, которую называют периметром смачивания L.

Рассмотрим эту систему с точки зрения минимума свободной поверхностной энергии F.

1. $\sigma_{2\text{-}3} < \sigma_{1\text{-}3} + \sigma_{1\text{-}2}$. Минимуму F отвечает положение, когда поверхность твердое тело – газ максимальна, а поверхности твердое – жидкое и жидкость – газ минимальны. Тогда $\theta > 90°$, жидкость не смачивает твердую поверхность.
2. $\sigma_{2\text{-}3} > \sigma_{1\text{-}3} + \sigma_{1\text{-}2}$. Из тех же соображений F=min, когда жидкость покрывает твердое тело или, как говорят, растекается по нему: $\theta < 90°$.

Условие равновесия капли на поверхности твердого тела имеет вид:

$$\sigma_{1\text{-}3} + \sigma_{1\text{-}2} \cdot \mathrm{Cos}\theta = \sigma_{2\text{-}3}.$$

Тогда

$$\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{\sigma_{2-3} - \sigma_{1-3}}{\sigma_{1-2}} \quad . \qquad (2.8)$$

Из (2.8), которое называется уравнением Лапласа, следует, что угол смачивания определяется соотношением межфазных энергий и может быть изменен. Например, понизить $\sigma_{1\text{-}2}$ можно, добавляя в раствор поверхностно-активные вещества.

Преобразуем это уравнение, используя уравнение Дюпре для адгезии:

$$W_A = \sigma_{2-3} + \sigma_{1-2} - \sigma_{1-3}.$$

Выразим $\sigma_{2\text{-}3}$ из уравнения Лапласа: $\sigma_{2\text{-}3} = \sigma_{1\text{-}2}\mathrm{Cos}\theta + \sigma_{1\text{-}3}$. После подстановки $\sigma_{2\text{-}3}$ в уравнение Дюпре получим:

$$W_A = \sigma_{1\text{-}2}\mathrm{Cos}\theta + \sigma_{1\text{-}3} + \sigma_{1\text{-}2} - \sigma_{1\text{-}3} = \sigma_{1\text{-}2}(\mathrm{Cos}\theta + 1).$$

Тогда уравнение Лапласа примет вид :

$$\mathrm{Cos}\theta = \frac{W_A^{т-ж}}{\sigma_{1-2}} - 1 \text{ или } \mathrm{Cos}\theta = \frac{W_A^{т-ж}}{\frac{W_K^{ж}}{2}} - 1 \qquad (2.9)$$

$(\sigma_{1-2} = \frac{W_K^{ж}}{2})$.

Из приведенных соотношений можно сделать следующие выводы:

1. $\theta = 0° \rightarrow W_A^{т-ж} = W_к^{ж}$. Взаимодействие атомов жидкого и твердого между собой равно взаимодействию атомов внутри жидкости.

2. $\theta \Rightarrow 180° \; W_A^{т-ж} \Rightarrow 0$. Взаимодействие между атомами жидкости и твердого тела отсутствует.

3. Чем меньше поверхностное натяжение жидкости σ_{1-2}, тем она лучше смачивает твердые поверхности.

Рассмотрим границу твердое тело – две несмешивающиеся жидкости, одной из которых является вода, рис. 5. Если $0° < \theta < 90°$, то $\mathrm{Cos}\theta = \frac{\sigma_{2-3} - \sigma_{1-3}}{\sigma_{1-2}} > 0$, значит вода лучше смачивает твердую поверхность, чем углеводородная жидкость. Поверхность называется гидрофильной. Если $90° < \theta < 180°$, рис. 5, вода хуже смачивает твердую поверхность. Она в этом случае называется гидрофобной. При $\theta \approx 90^0$ избирательное смачивание отсутствует.

Гидрофильные – поверхности, образованные ионной гетерополярной решеткой – сульфаты, карбонаты, кварц, силикаты, стекло, оксиды металлов, алмазы и т.д.

Гидрофобные – чистые поверхности металлов, сульфиды, графит, углеводороды и органические вещества.

Пользуясь адсорбцией поверхностно-активных веществ, обрабатывая механически поверхность, вызывая образование поверхностных соединений, можно менять параметры смачивания твердых поверхностей жидкостью.

2.6 Флотация

Игла, покрытая жиром не тонет в воде. В основе этого явления, называемого флотацией, лежит смачивание. Флотация – плавание тел, плотность которых больше, чем плотность жидкости, на ее поверхности под действием сил межфазного натяжения.

Рассмотрим баланс сил, действующие на тело цилиндрической формы с длиной окружности в сечении, равной L, когда оно смачивается $\theta < 90^o$ (A) и не смачивается $\theta > 90^o$ жидкостью (B).

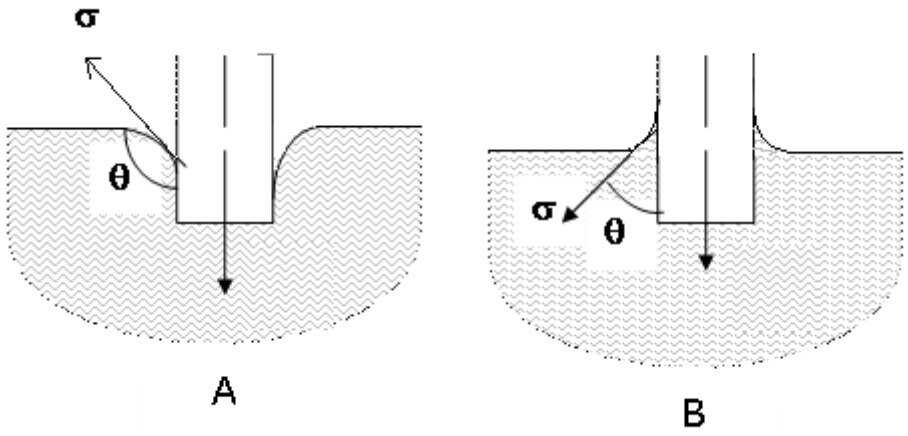


Рис. 6 – Угол смачивания цилиндрического тела жидкостью

Сила поверхностного натяжения, действующая по периметру смачивания равна $\sigma_{1\text{-}2}$ L Cosθ. Равнодействующая: (G – P) - $\sigma_{1\text{-}2}$·CosθL = F, где G – сила тяжести, P – выталкивающая сила.

Для случая A F < 0 и цилиндр любого размера потонет.

Для случая B при G – P > $\sigma_{1\text{-}2}$L·Cosθ произойдет затопление, при

$$G - P < \sigma_{1\text{-}2}L\cdot\cos\theta \qquad (2.10)$$

тело будет плавать на поверхности.

Когда твердое тело не смачивается жидкостью, независимо от соотношения их плотностей за счет измельчения можно добиться того, что тело будет плавать. Причем при измельчении резко увеличивается поверхность между жидкостью и твердым телом, то есть величины L и $\sigma_{1-2}LCos\theta$ растут, а (G – P) падает ~ L^3. Это способствует выполнению условия флотации (2.10).

Явление флотации лежит в основе одного из способов обогащения руд – отделения полезных минералов от кусков пустой породы. Пенная флотация осуществляется следующим образом.

Руду измельчают до крупности 0,1 - 0,01 мм и сильно перемешивают в воде, к которой добавлено органическое вещество, придающее поверхности ценной породы гидрофобные свойства. При этом в суспензии образуется большое количество пузырьков воздуха. Гидрофобные частицы ценных минералов уносятся с ними в поверхностный слой пульпы, а пустая порода оседает.

3. Физическая и химическая адсорбция

Адсорбцией называется явление концентрирования вещества на границе раздела фаз, например, на границах твердое - раствор, твердое – газ и др.

Адсорбция имеет место при любом гетерогенном процессе: электрохимической коррозии, окислении металлов, флотации и других. Поэтому ее изучение очень важно с практической точки зрения.

Конденсированную фазу, на поверхности которой происходит адсорбция, называют адсорбентом, а вещество, концентрирующееся на межфазной границе – адсорбтивом или адсорбатом.

Количество молей адсорбтива, адсорбированного одним килограммом адсорбента Г, экспериментально определяется как:

$$\Gamma = \frac{\Delta C C_{р-р}}{m}\ , \qquad (3.1)$$

где Г – адсорбция, моль/кг; ΔС – изменение концентрации раствора после завершения адсорбции, моль/м^3;$V_{р-р}$ – общий объем раствора, м^3; m – масса адсорбента, кг.

Согласно второму закону термодинамики изменение энергии Гиббса равно $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

При адсорбции энтропия системы понижается ($\Delta S < 0$), так как число степеней свободы молекул адсорбтива уменьшается от трех в объёме жидкости или газа до двух на поверхности адсорбента. Поскольку процесс возможен только при $\Delta G < 0$, то $\Delta H < 0$ и $|\Delta H| > |T\Delta S|$. Поэтому адсорбция сопровождается выделением тепла, которое называется теплотой адсорбции Q. Можно также сказать, что тепло при адсорбции выделяется , а не поглощается потому, что образуются новые связи между атомами без разрыва старых.

В зависимости от величины Q адсорбцию делят на физическую и химическую (хемосорбция). В первом случае Q = 4 – 30 кДж/моль, а во втором величина близка к энергии химических связей (100 кДж/моль и более). При хемосорбции происходит перестройка поверхности даже у тугоплавких адсорбентов (металлы, оксиды, углеродистые материалы), возможно образование поверхностных химических соединений. При физической адсорбции структура поверхности адсорбента остается неизменной, и равновесие устанавливается очень быстро и обратимо. Хемосорбцию от физической отличает также большая чувствительность к химической природе адсорбента и адсорбата. Поскольку образование химических связей обусловлено короткодействующими силами, предполагается, что хемосорбция протекает в монослое. Адсорбированное вещество с трудом удаляется с поверхности адсорбента, причем десорбция может сопровождаться химическими процессами. Например, при термической десорбции кислорода с угля вместо кислорода выделяется смесь

CO и CO_2. При физической адсорбции между адсорбентом и адсорбатом действуют силы Ван-дер-Ваальса.

Фактически процесс хемосорбции состоит из двух стадий: сначала происходит физическая адсорбция, например, газа, а затем он вступает в химическую реакцию с поверхностью твердого тела. При низких температурах скорость хемосорбции может быть настолько мала, что наблюдается лишь физическая адсорбция. При высоких температурах физическая адсорбция почти незаметна, и имеет место только хемосорбция.

Количество адсорбированного вещества на единице поверхности адсорбента зависит от температуры и давления газа или концентрации раствора С. При постоянной температуре Г = f(C). Эту зависимость называют изотермой адсорбции и находят в большинстве экспериментальных работ.

3.1. Уравнение Лэнгмюра

Предложено много уравнений вида Г = f(C), базирующихся как на экспериментальных, так и на теоретических исследованиях. Одной из важнейших теоретических функций является изотерма адсорбции Лэнгмюра. Его модель адсорбции из растворов или газов на поверхности твердого тела предполагает, что на поверхности имеется определенное число центров (или мест) адсорбции. Ими являются различного рода дефекты: поры, трещины, дислокации и т.д. Все адсорбированные частицы взаимодействуют только с этими центрами и не взаимодействуют друг с другом. Следовательно, адсорбция ограничена монослоем.

Выведем уравнение Лэнгмюра для твердых поверхностей.

Введем следующие обозначения: β- доля занятой поверхности, общую площадь которой можно принять за 1; 1-β - доля свободной поверхности; С – равновесная концентрация адсорбтива; $К_{ад}$, $К_{дес}$ – константы скорости адсорбции и десорбции соответственно.

Адсорбция идет на свободную поверхность, поэтому ее скорость по закону действующих масс равна:

$$V_{адс}=К_{ад}C(1-\beta). \qquad (3.2)$$

Скорость обратного процесса – десорбции не зависит от концентрации адсорбтива:

$$V_{дес}= К_{дес}\beta. \qquad (3.3)$$

В равновесии $V_{адс}= V_{дес}$:

$$К_{дес}\beta= К_{ад}C - К_{ад}C\beta.$$

Выразим из этого выражения долю занятой поверхности:

$$\beta = \frac{К_{ад}C}{К_{дес}+К_{ад}C} = \frac{C}{\frac{К_{дес}}{К_{ад}}+C} = \frac{C\frac{К_{ад}}{К_{дес}}}{1+C\frac{К_{ад}}{К_{дес}}} = \frac{вс}{1+вс}, \qquad (3.4)$$

где $\frac{К_{ад}}{К_{дес}} = К_{равн} = в$ - константа равновесия процесса адсорбции-десорбции;

$$в = в'\exp\left(\frac{Q}{RT}\right).$$

где b' - коэффициент пропорциональности.

Когда все центры адсорбции заняты, β=1, и адсорбция стремится к постоянной и максимальной величине, равной числу молей центров адсорбции: $Г \rightarrow Г_о$.

При β<1 адсорбция составляет долю, равную доле занятой поверхности β, от максимального значения $Г_о$: $Г=\beta Г_о$. Выразив β из (3.4), получим окончательное выражение для изотермы Лэнгмюра:

$$Г = Г_о\frac{вс}{1+вс}. \text{ или } \quad \frac{Г}{Г_о}=\beta=\frac{вс}{(1+вс)}. \qquad (3.5)$$

Для газов концентрация *c* пропорциональна парциальному давлению P, и уравнение Лэнгмюра примет вид:

$$\Gamma = \Gamma_o \frac{в' P}{1 + в' P}. \qquad (3.6)$$

При адсорбции нескольких газов будет сумма давлений:

$$\Gamma_i = \Gamma_o \frac{b_i p_i}{1 + \sum_1^n b_i p_i}. \qquad (3.7)$$

Согласно (3.5), при низких концентрациях растворенного вещества вС << 1 и количество адсорбированного вещества прямо пропорционально С: $\Gamma = \Gamma_o вс$.

При высоких концентрациях вС >> 1 и Г достигает предельного значения: $\Gamma = \Gamma_o$.

Следовательно, Γ_o является мерой емкости адсорбента, а константа равновесия b мерой интенсивности адсорбции. В рамках идеальной модели Γ_o не зависит от температуры. Обе постоянные легко определить, представив уравнение Лэнгмюра в виде:

$$\frac{c}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_o в} + \frac{c}{\Gamma_o}. \qquad (3.8)$$

Зависимость С/Г от концентрации С графически изображается прямой, имеющей тангенс угла наклона, равный $1/\Gamma_o$, и отсекающей по оси ординат отрезок $1/\Gamma_o в$ (рис. 7).

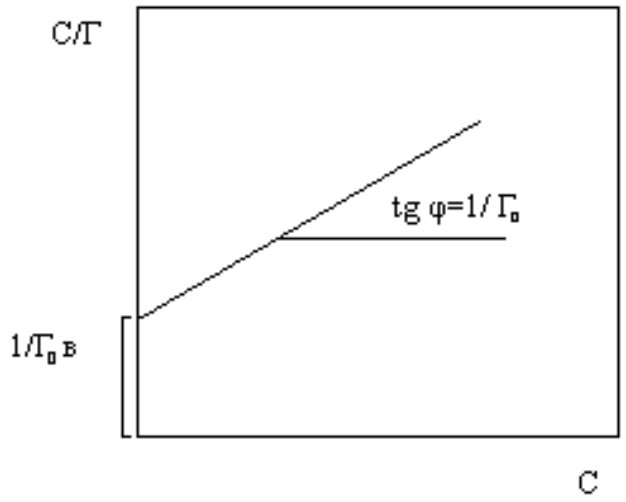


Рис. 7 - Линеаризация экспериментальных данных по уравнению Лэнгмюра

Графически найдя число молей центров адсорбции Γ_o, можно оценить важную характеристику твердого тела – его удельную поверхность S, $м^2/кг$, которая для пористых тел на несколько порядков превышает видимую или геометрическую:

$$\Gamma_o = \frac{S}{Ns_o}, \qquad (3.9)$$

где s_o – площадь одного центра адсорбции, A^2; N – число Авогадро, $N=6{,}02\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$.

Единственная трудность – выбрать правильное значение площади одного центра адсорбции s_o. При физической адсорбции из растворов s_o зависит в основном от площади молекулы адсорбата, при хемосорбции s_o определяется площадью, занимаемой центрами адсорбции на поверхности адсорбента.

Однако, уравнение Лэнгмюра не описывает процесс адсорбции, когда он идет на неоднородной поверхности (величина *b* меняется в различных ее участках), а также многослойную адсорбцию.

Примером изотермы адсорбции из разбавленных растворов, полученной эмпирически, является уравнение Фрейндлиха:

$$\Gamma = \alpha \cdot c^{1/n}, \qquad (3.10)$$

где Г – количество вещества, адсорбированного адсорбентом массой m и находящегося в равновесии с раствором концентрации С; α, n – эмпирические константы.

Если С = 1, то α = Г, то есть α равно количеству адсорбтива на поверхности, созданной единицей массы адсорбента и характеризует величину его поверхности. Константа n связана с интенсивностью взаимодействия адсорбента и изменяется в пределах: 1/n = 0,1 … 0,5.

Прологарифмировав (3.10) получим:

$$\lg\Gamma = \lg\alpha + \frac{1}{n}\lg C$$

В координатах lgГ – lgC уравнение (3.10) представляется в виде прямой, тангенс угла наклона которой численно равен 1/n, а отсекаемый по оси ординат отрезок - lgα (рис. 8).

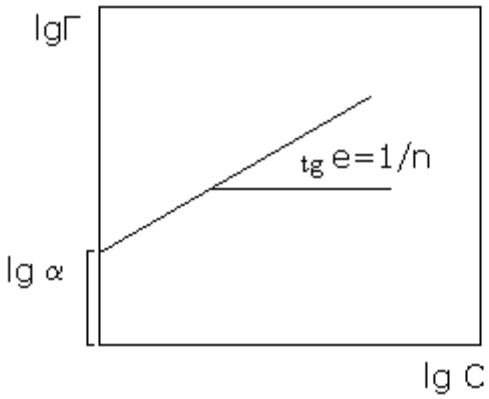


Рис. 8 - Линеаризация экспериментальных данных по уравнению Фрейндлиха

Строят изотерму Лэнгмюра в координатах $\frac{C}{\Gamma} = f(C)$ (С – исходная концентрация); по тангенсу угла наклона прямой рассчитывают число молей центров адсорбции на единицу массы адсорбента Γ_o, что позволяет найти долю занятой поверхности. Стадии заполнения центров адсорбции (рис. 9).

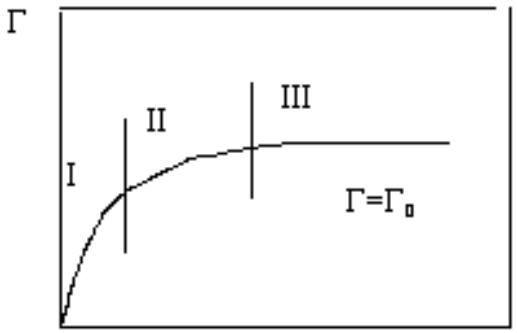


Рис. 9 – Заполнение поверхности адсорбента

Изотерма Фрейндлиха неплохо описывает адсорбцию разбавленных растворов слабо диссоциирующих веществ в различных растворителях на таких адсорбентах, как уголь, руда, горные породы и т.д.

Уравнение (3.10) отличается от изотермы Лэнгмюра тем, что при низких концентрациях не только не дает линейной зависимости, оставаясь вогнутой к оси концентрации, но и не дает предельного значения адсорбции при насыщении (рис. 10)

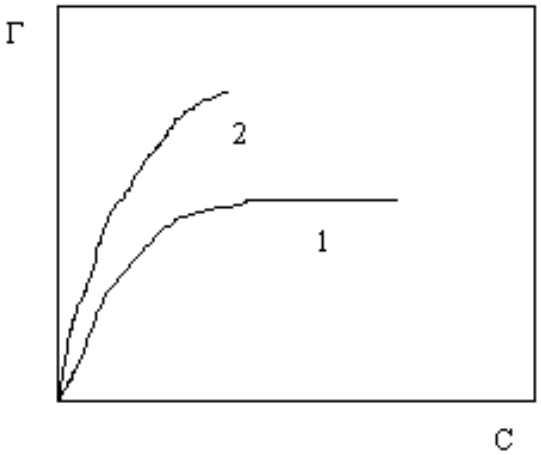


Рис. 10 Вид изотермы адсорбции Лэнгмюра (1) и Фрейндлиха (2).

3.2 Адсорбция в растворах

В растворах силы взаимодействия одноименными и разноименными молекулами не одинаковы. Поэтому сильно взаимодействующие частицы

окружают себя сильно взаимодействующими и оттесняют слабовзаимодействующие. Когда различие в энергиях связи велико, раствор может расслоиться на две жидкости.

Обычно тепловое движение препятствуют полному расслоению. Тогда слабовзаимодействующие частицы преимущественно концентрируются на поверхности раздела, что вытекает из 2-го закона термодинамики: при P, T= const образование раствора идет в сторону убыли энергии Гиббса:

$$dG = d(\sigma\omega) = d\omega\cdot\sigma + d\sigma\cdot\omega<0.$$

Так как первое слагаемое всегда положительно, то $d\sigma<0$ (площадь поверхности $\omega > 0$). Эта убыль и реализуется за счет вытеснения слабых частиц в поверхностный слой (из определения когезии – чем слабее связи, тем меньше σ, поэтому понизить σ можно только за счет частиц со слабыми полями).

Тогда $\Delta\sigma<0$ эта убыль и реализуется за счет вытеснения слабовзаимодействующих частиц в поверхностный слой (из определения когезии – чем слабее связи, тем меньше σ, поэтому понизить σ можно только за счет слабовзаимодействующих частиц).

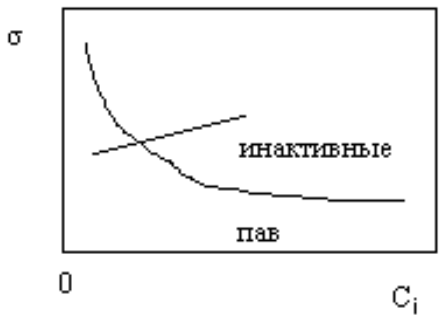


Рис. 11 – Зависимость поверхностного натяжения от концентрации

Вещества, понижающие σ, преимущественно концентрирующиеся в поверхности, называются поверхностно- активными (ПАВ).

Вещества, повышающие σ, имеют в поверхностном слое меньшую концентрацию, чем в объеме раствора, и называются инактивными. Рис. 11.

Адсорбция по определению равна:

$$C^{\omega} - C^{v} = \Gamma,$$

где C^{ω} - концентрация вещества в поверхностном слое; C^{v} – концентрация вещества в объеме раствора.

Для ПАВ $C^{\omega} > C^{v}$, $\Gamma > 0$, для инактивных веществ $C^{\omega} < C^{v}$, $\Gamma < 0$.

Влияние ПАВ на величину σ (характеризуется темпом изменения σ с изменением концентрации $d\sigma/dC$ – поверхностной активностью) сильнее, чем инактивных, так как для изменения концентрации в поверхности достаточно очень малого изменения концентрации в объёме, поскольку толщина адсорбционного слоя мала в сравнении с V.

3.3 Уравнение Гиббса

Уравнение Гиббса широко применяется для описания адсорбции в жидких растворах. В общем виде оно записывается как:

$$d\sigma = -\sum \Gamma_i d\mu_i, \qquad (3.11)$$

где σ - поверхностное натяжение раствора; Γ_i – адсорбция i –того компонента на границе раствор-газ; μ_i – химический потенциал i –того компонента.

Он равен:

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT\ln a_i,$$

где μ^0_i – стандартный химический потенциал; a_i – активность i-компонента; T – температура, К; R –универсальная газовая постоянная.

Из уравнения (3.11) следует:

$$\Gamma_i = -\left(\frac{\partial\sigma}{\partial\mu_i}\right)_{P,T,\mu_{j\neq i}} . \qquad (3.12)$$

Зная зависимость поверхностного натяжения от концентрации i-компонента в растворе $\sigma = f(\mu_i)$ можно рассчитать Γ_i. Но нельзя изменять μ_i без изменения μ_j, поэтому уравнением Гиббса можно пользоваться только для бинарных растворов.

$$d\sigma = -\Gamma_1 d\mu_1 - \Gamma_2 d\mu_2 . \qquad (3.13)$$

По Гиббсу для растворителя $\Gamma_1=0$, тогда:

$$\begin{aligned} d\sigma &= -\Gamma_2 d\mu_2 = -\Gamma_2 RT\frac{da_2}{a_2}; \\ \Gamma_2 &= -\frac{a_2}{RT}\cdot\frac{d\sigma}{da_2}. \end{aligned} \qquad (3.14)$$

Для идеальных растворов активность компонента равна его мольной доле $a_2=N_2$. Уравнение (3.14) примет вид:

$$\Gamma_2 = -\frac{N_2}{RT}\cdot\frac{d\sigma}{dN_2}, \qquad (3.15)$$

где $\frac{d\sigma}{dN_2}$ – поверхностная активность.

3.4 Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации.

Адсорбция растворителя $\Gamma_1 = 0$. Для описания адсорбции растворенного вещества на поверхности растворителя Лэнгмюр использовал свое уравнение в виде:

$$\Gamma_2 = a\frac{C_2}{1+bC_2}. \qquad (3.17)$$

Для бесконечно разбавленного раствора химический потенциал растворенного вещества равен $\mu_2 = \mu_2^0 + RT\ln C_2$. После математических преобразований получим:

$$d\mu_2 = RT\frac{dC_2}{C_2},$$

$$d\sigma = -\Gamma_2 d\mu_2 = -\frac{aC_2}{1+bC_2}RT\frac{dC_2}{C_2},$$

$$\int_{\sigma_1}^{\sigma} d\sigma = \int_{C2=0}^{C2} -\frac{a}{1+bC_2}RTdC_2,$$

$$\sigma - \sigma_1 = -\left[\frac{aRT}{b}\ln(1+bC_2)\right]_{C2=0}^{C2},$$

$$\sigma = \sigma_1 + A\ln(1+bC_2), \qquad (3.18)$$

$$A = -\frac{aRT}{b}.$$

1). Площадь, приходящаяся на 1 молекулу в мономолекулярном слое:

[Г] = 1 моль/см^2. Число адсорбционных молекул на 1 см^2 = ΓN_A

$$S_{1ммоле} = \frac{1cc^2}{\Gamma N_A}$$

$$S_\infty = \frac{1}{\Gamma_\infty N_A}$$

2). Зная Γ_∞ можно вычислить толщину насыщенного поверхностного слоя.

В объёме поверхностного слоя 1 см^2 δ=V масса адсорбционного вещества равна $m=\Gamma_\infty M$, но с другой стороны $m=1\cdot\delta\cdot d$, где d – плотность.

$\Gamma_\infty M=\delta d$ $\qquad\qquad$ $\delta = \frac{\Gamma_\infty M}{d}$

4. Электропроводность электролитов

Удельная электропроводность характеризует способность вещества проводить электрический ток. Она обратна удельному сопротивлению:

$$\chi = 1/\rho \qquad (4.1)$$

и измеряется: $[\chi] = 1$ Ом$^{-1}$м$^{-1}$.

Сопротивление R любого проводника по закону Ома равно:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \qquad (4.2)$$

где ρ - удельное сопротивление, Ом·м; l –длина проводника; S – площадь его поперечного сечения.

Электропроводность различных веществ меняется в широких пределах. Например, при комнатных температурах χ серебра имеет порядок 10^6 Ом$^{-1}$м$^{-1}$, дистиллированной воды - $10^{-4} – 4\ 10^{-4}$ Ом$^{-1}$м$^{-1}$, ацетона- 10^{-5} Ом$^{-1}$м$^{-1}$.

Электрический ток в растворах электролитов, расплавах солей и оксидов (магма, шлак) переносится ионами. Следовательно, электропроводность является функцией концентрации $\chi = f(C)$ или разведения $\chi = f(1/C)$. Эта зависимость имеет экстремальный характер. Часто не удается получить растворы с высокой концентрацией электролита, поэтому восходящая ветвь на кривой $\chi = f(1/C)$ не фиксируется.

4.1 Экспериментальное определение электропроводности

В соответствии с (4.2) необходимо экспериментально определить R и, зная l и S, вычислить ρ, а затем χ.

Часто сопротивление электролитов измеряется компенсационным методом с применением мостика Кольрауша, рис. 12. Измерение сопротивления электролита производят в сосуде, куда помещаются электроды. Он называется электрохимической ячейкой.

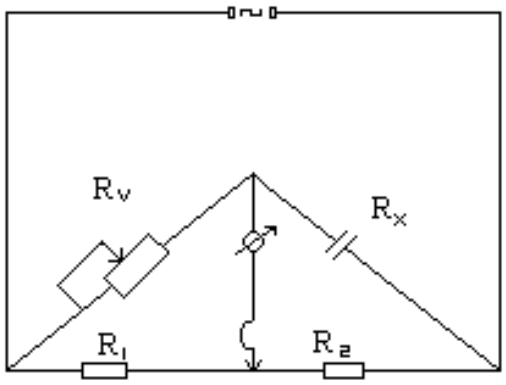


Рис. 12 – Мостик Кольрауша

Электрическая схема питается переменным током определенной частоты. Постоянным током не пользуются: он вызывает электролиз раствора. Это приводит к изменению состояния поверхности электродов и прилегающего слоя раствора. В результате образуется встречная ЭДС, что уменьшает силу тока, и R растет.

Условие баланса моста для постоянного тока, когда ток в диагонали равен нулю:

$$\frac{R_X}{R_V} = \frac{R_2}{R_1}. \qquad (4.3)$$

Для переменного тока:

$$\frac{Z_X}{Z_V} = \frac{Z_2}{Z_1}, \qquad (4.4)$$

где Z = R+Xi – импеданс ветви (полное сопротивление); R – активное сопротивление; X- реактивное (индуктивное, емкостное) сопротивление.

Так как в обычных мостовых схемах измеряют активное сопротивление, то при выполнении (4.3) (4.4) может не выполнятся. Поэтому при балансе моста в диагонали течет минимальный ток $I = I_{min}$. Выполнение этого условия добиваются, подбирая сопротивление магазина R_v . Тогда при известном отношении R_2 / R_1 по (4.3) рассчитывают активное сопротивление ячейки R_x.

При подаче напряжения линии тока выходят за пределы электродов. Следовательно, измерять l и S нет смысла. Поэтому отношение l/S рассматривается как постоянная величина для ячейки данной конструкции и размеров и называется постоянной ячейки l/S = k Ее находят, измеряя сопротивление R раствора с известной электропроводностью. Обычно таким растворам является 0,1н KCl: для него получена надежная зависимость $\chi = f(T)$.

$$K = R_{KCl}/\rho_{KCl} = R_{KCl}\,\chi_{KCl} \qquad (4.5)$$

4.2 Эквивалентная электропроводность

Сложная зависимость удельной электропроводности от концентрации затрудняет сравнение по этому свойству различных электролитов. Поэтому вводится понятие эквивалентной электропроводности λ.

λ есть электропроводность одного моль-эквивалента электролита, помещенного между плоскими, параллельно расположенными электродами, находящимися на расстоянии 1 см.

Если объем электролита между электродами равен 1 $см^3$, то измеренная электропроводность была бы удельной. Но между электродами находится n кубиков по 1 $см^3$. Их сопротивления включены параллельно. Отсюда вытекает очевидная связь между λ и χ:

$$\lambda = n\chi \qquad (4.6)$$

Так как между электродами помещен 1 моль-экв электролита, а число мл равно n, то концентрация раствора, выраженная в моль-экв/мл равна C=1/n. Тогда:

$$\lambda = \frac{1}{C}\chi \text{ или } \lambda = \frac{1000}{C_o}\chi, \qquad (4.7)$$

где $[C_o] = 1$ моль-экв/л.

Ток в растворах проводят ионы, количество которых в растворах слабых электролитов определяется степенью диссоциации α. При разведении растет α и n в (4.6). Поэтому λ с разведением возрастает, хотя удельная электропроводность уменьшается. При бесконечном разведении $\alpha \to 1$, количество ионов становится постоянным, и электропроводность так же приобретает постоянное и максимальное значение, которое называют эквивалентной электропроводностью при бесконечном разведении λ_∞, рис. 13.

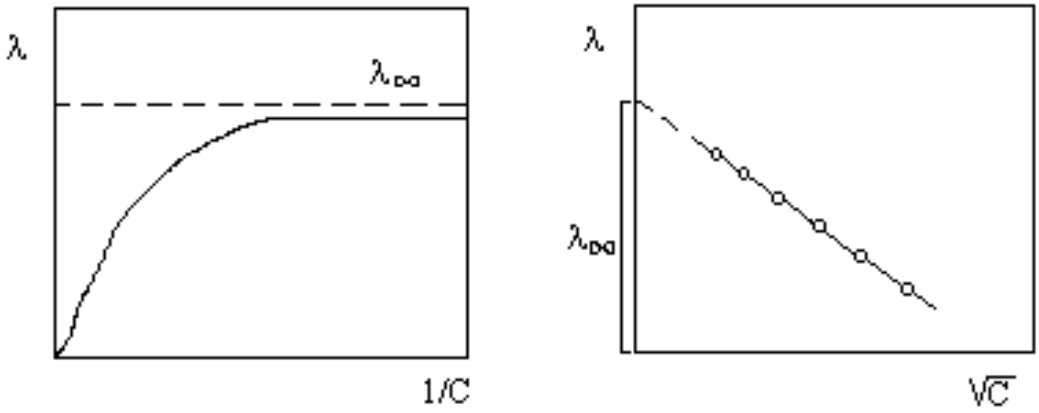


Рис. 13 – Зависимость удельной электропроводности λ_∞ от концентрации электролита.

Так как λ растворов слабых электролитов определяется числом ионов, то $\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}$. Это одно из основных положений теории электролитической диссоциации.

В разбавленных растворах можно считать, что катионы и анионы движутся независимо друг от друга и обуславливают определенную часть λ_∞ раствора (закон Кольрауша):

$$\lambda_\infty = \lambda_\infty^+ + \lambda_\infty^- . \qquad (4.8)$$

4.3 Числа переноса

Рассмотрим движение ионов при прохождении тока через раствор электролита, заполняющего цилиндрическую трубку сечением S = 1 см^2 . Введем следующие обозначения:

U – см/с – скорость движения катионов под действием электрического поля (тепловым движением пренебрегаем); V – см/с – скорость движения анионов; C – концентрация раствора, моль-экв/см^3; $\eta_A = \eta_K = \eta = \alpha \cdot C,$ - концентрация катионов K^+ и анионов A^-.

Найдем число моль-эквивалентов K^+ и A^- , проходящих через поперечное сечение за 1 с. За 1 с пройдут все K^+, находящихся в объёме S• U. Число их моль-экв будет равно S U η или U η. За 1 с они перенесут U η F кулонов заряда, то есть ток за счет движения катионов равен, А:

$$i_к = U\ \eta\ F.$$

Аналогично ток за счет движения анионов, А:

$$I_A = V\ \eta\ F.$$

Общий ток $i_o = i_a = i_k$

$$i_o = U\,\eta F + V\,\eta F = \eta F(U+V) . \qquad (4.9)$$

Доля участия катионов и анионов в переносе тока называется числом переноса:

$$n_K = \frac{U\,\eta F}{\eta F(U+V)} = \frac{U}{U+V}, \qquad (4.10)$$

$$n_A = \frac{V\,\eta F}{\eta F(U+V)} = \frac{V}{U+V},$$

где n_k и n_a – числа переноса катионов и анионов.

$$n_k + n_a = 1$$

Они показывают, какой ион определяет общую электропроводность электролита, что в свою очередь зависит от соотношения скоростей их движения в растворе.

4.4 Подвижность ионов

Обозначим скорости движения ионов при напряженности электрического поля E = 1В/см U_o, V_o. Тогда общий ток в соответствии с (4.9) равен:

$$i_0 = \alpha c F(U_o + V_o) = \alpha c(U_к + V_а).$$

Произведение абсолютных скоростей движения ионов на число Фарадея *F* при напряженности поля 1 В/см называется подвижностью ионов:

$$U_к = FU_o \qquad V_а = FV_o.$$

По закону Ома: $i_0 = \frac{E}{\rho} = E\chi.$

При E=1 В/см $i_0 = \chi$ и

$$\chi = \alpha c(U_к + V_а), \qquad (4.11)$$

$$\lambda = \frac{1}{C}\chi \qquad \lambda = \alpha(U_к + V_а).$$

Таким образом, электропроводность определяется подвижностью ионов. Последняя зависит от действующей на ион силы, радиуса иона и сопротивления среды, которая выражается её вязкостью ν. Причем эффективные радиусы ионов в растворе больше, чем в кристалле, поскольку в растворе происходит гидратация (сольватация) ионов.

Электропроводность и вязкость связаны соотношением:

$$\lambda_\infty \nu = \text{const.} \qquad (4.12)$$

В разбавленных растворах слабых электролитов расстояния между ионами настолько велики, что электростатическим взаимодействием между ними можно пренебречь. Поэтому сопротивление их движению вызвано только торможением ионов за счет сил трения, то есть вязкостью. Таким образом, основными факторами, определяющими электропроводность, являются: число ионов, вязкость раствора, радиусы ионов.

4.5 Электропроводность сильных электролитов

В сильных электролитах (даже в сильно разбавленных) $\alpha = 1$. Следовательно, λ нельзя связать с числом ионов, и надо рассматривать электростатическое взаимодействие между ними, которое описывается следующими эффектами.

1. Релаксационный эффект.

Катион K^+ движется к катоду. Он окружен ионной атмосферой, в которой преобладает отрицательный заряд. Движение идет скачками из одного положения равновесия в другое. Но покинутая при скачке атмосфера уничтожается не мгновенно, существует некоторое время релаксации $\tau_p \neq 0$ для ее разрушения. В течение этого времени покинутая деформированная атмосфера тормозит движение иона к катоду.

2. Электрофоретический эффект.

Движущийся ион проходит как бы через ионную атмосферу, движущуюся ему навстречу. Ионы этой атмосферы несут с собой сольватирующие их молекулы растворителя. Структурные единицы большие, поэтому

эффективная вязкость раствора увеличивается. Это и создает дополнительное сопротивление движению иона.

Оба эффекта зависят от концентрации раствора. При небольших концентрациях выполняется уравнение Онзагера:

$$\lambda = \lambda_{\infty} - \left(A + B\lambda_{\infty}\right)\sqrt{C}. \qquad (4.13)$$

В соответствии с (4.13) эквивалентная электропроводность линейно уменьшается с ростом $\sqrt{C}$.

Для электролитов типа KCl, HCl, которые диссоциируют на ионы с единичным зарядом: $A = \frac{82,4}{\sqrt{\varepsilon T \nu}}, B = \frac{8,2 \cdot 10^5}{\sqrt{(\varepsilon T)^3}}$, где ε – диэлектрическая проницаемость растворителя; Т – температура, К; ν - вязкость растворителя.

4.6 Зависимость электропроводности от температуры

Для проводников второго рода выполняется уравнение Френкеля:

$$\chi = \chi_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \qquad (4.14)$$

где χ_0 – константа; E_a – энергия активации электропроводности.

E_a – энергия, необходимая для осуществления скачка иона из одного положения равновесия в другое.

В соответствии с (4.14) lg χ = f (1/T) представляет собой прямую линию, тангенс угла наклона которой равен E_a / R, рис. 13. Изломы на прямых в координатах lg χ = f (1/T) часто связаны с изменением структуры раствора.

При плавлении электропроводность проводников второго рода возрастает на несколько порядков величины, рис. 14. Это позволяет определить температуру плавления по перегибу кривой $\chi = f(T)$.

Рисунок 14 – Зависимость электропроводности от температуры

Таким образом, электропроводность не только определяет электрические характеристики проводников, но и является структурно-чувствительным свойством. Ее исследование позволяет судить о строении растворов и расплавов.

5 Дисперсные системы

В природе и промышленности встречается большое количество микрогетерогенных систем с развитой межфазной поверхностью. Коллоиды земной коры во многом определяют образование минералов, руд и горных пород. Роль дисперсных систем велика для технологических процессов с участием тонкоизмельченных руд и концентратов, флотации и многих других.

В зависимости от размеров частиц дисперсной фазы дисперсные системы делят на три группы: грубодисперсные, к которым относятся суспензии, эмульсии и пены, $r > 0{,}1$ мкм, коллоидно-дисперсные, $r = 0{,}1 – 0{,}001$ мкм и молекулярно- и ионно-дисперсные (истинные растворы), $r < 0{,}001$ мкм. В последнем случае границы между частицами и средой отсутствует и система является гомогенной. Грубодисперсные и коллоидные системы гетерогенны и состоят из дисперсной среды (газообразной, жидкой или твердой), в которой находятся частицы раздробленного вещества (дисперсной фазы). Так как общая поверхность дисперсной фазы очень велика, то эти системы имеют большую свободную поверхностную энергию. Из термодинамики известно, что любая система стремится уменьшить свободную энергию. Поэтому мелкодисперсные системы термодинамики неравновесны и неустойчивы. Большой запас свободной поверхностной энергии обуславливает такие

важные их свойства, как высокая адсорбционная способность, стремление к агрегации частиц, каталитическое действие.

Находящиеся в гравитационном поле достаточно крупные частицы (начиная с 1 микрона) оседают под действием силы тяжести. Этот процесс называется седиментацией. Для более мелких частиц сила тяжести компенсируется броуновской диффузией, стремящейся выровнять концентрации частиц, наступает седиментационное равновесие.

Таким образом грубодисперсные системы седиментационно неутойчивы, частицы в них не принимают участия в броуновском движении. Поскольку частицы в реальных условиях имеют разные размеры, то есть системы являются полидисперсными, необходимо выявить их распределение по размерам. Для этой цели используют седиментационноый анализ.

5.1 Классификация дисперсных систем

В зависимости от размеров частиц r дисперсной фазы дисперсные системы делят на три группы: грубодисперсные, к которым относятся суспензии, эмульсии и пены, $r > 10^{-7}$ м; коллоидно-дисперсные, $r = 10^{-7} \ldots 10^{-9}$ м и молекулярно- и ионно-дисперсные (истинные растворы), $r < 10^{-9}$ м. В последнем случае граница между частицами и средой отсутствует и система является гомогенной. Грубодисперсные и коллоидные системы гетерогенны и состоят из дисперсной среды (газообразной, жидкой или твердой), в которой находятся частицы раздробленного вещества (дисперсной фазы).

Дисперсность системы характеризуется удельной поверхностью s отношение общей поверхности S к объему или массе дисперсной фазы

$$\bar{S} = \frac{S}{V} \quad \text{или} \quad \bar{S} = \frac{S}{m} \qquad 5.1$$

В зависимости от агрегатного состояния дисперсная среда – газ.

Ж/Г – облака, туман – аэрозоли.

Дисперсная среда – жидкость.

Тв/Ж – суспензия: коллоидные растворы золота, серебра, платины.

Ж/Ж – эмульсии: масло в воде, вода а нефти.

Г/Ж – пены.

Дисперсионная среда – твердое.

Тв/Тв – сплавы, сталь, чугун.

Ж/Тв – природные материалы с жидкими включениями.

Г/Тв – пемза, туф.

5.2 Дисперсность частиц и поверхностная энергия

Так как общая поверхность дисперсной фазы очень велика, то эти системы имеют большую свободную энергию. Из термодинамики известно, что любая система стремится уменьшить свою свободную энергию. Поэтому мелкодисперсные системы термодинамически неравновесны и неустойчивы. Большой запас свободной поверхностной энергии обуславливает такие важные их свойства, как высокая адсорбционная способность, стремление к агрегации частиц, каталитическое действие.

Покажем как меняется поверхность при дроблении.

Возьмем куб с l = 1см, S = 6 см^2.

Длина ребра, см	Число кубиков	Общая поверхность, см^2
1	1	6
10^{-1}	10^3	$6 \cdot 10$
10^{-4}	10^{12}	$6 \cdot 10^4$
10^{-6}	10^{18}	$6 \cdot 10^6$
10^{-7}	10^{21}	$6 \cdot 10^7$ (~0,6 га)
10^{-8} = 1A		межфазная поверхность исчезает

Вывод: с увеличением поверхности возрастает доля частиц (атомов, молекул, ионов), находящихся на поверхности и имеющих избыточную

энергию. Поэтому поведение дисперсных фаз определяется поверхностными свойствами.

5.3 Седиментационное равновесие

Известно, что давление газа в атмосфере и соответствующая ему концентрация меняется с высотой по закону Лапласа.

$\ln \frac{P_0}{P} = \frac{Mgh}{RT}$ - гипсометрическая формула

M – масса моля газа

P_0 – давление на начальном уровне.

Коллоидные системы подчиняются тем же законам, что и газы, поэтому их распределение по высоте опишется так же.

Заменим P_0/P на концентрацию n_0/n

$M=N_0m$, где N_0 – число Авогадро, m – масса одной частицы.

$m = V(d_1 – d_2)$ – с учетом закона Архимеда.

$$\ln \frac{n_0}{n} = \frac{N_0 V \Delta dgh}{RT}; \quad n = n_0 \exp[H]$$

Если бы не было силового поля, то частицы под влиянием диффузии распределяются равномерно.

Земное тяготение приводит к уменьшению их концентрации с высотой.

Когда сила тяжести уравновешивается диффузией, что имеет место для коллоидных и малых (диаметром менее 1 мкм) дисперсий частиц, то наступает седиментационное равновесие.

Его и возможные промежуточные формулы изучил Перрен на суспензии нерастворимой в воде смоле ф = 0,2 мкм. Наблюдая суспензию под микроскопом он вычислил значение h, где $n = n_0/2$ и нашел $N_0 = 6 \cdot 10^{23}$, что близко к другим значениям.

5.4 Седиментационный анализ

Седиментация заключается в свободном оседании частиц суспензий под действием силы тяжести, если плотность частиц больше ρ дисперсионной среды.

Для эмульсий (ρ плотность дисперсной фазы меньше, чем дисперсионной среды) седиментация заключается в том, что капли эмульгированной жидкости выплывают.

Седиментация ведет к расслоению дисперсной системы – образов высококонцентрированного осадка (в суспензиях) и “сливок” (в эмульсиях) и в слоях чистой дисперсионной среды. Таким образом грубодисперсные системы седиментационно не устойчивы.

При этом надо иметь в виду, что реальные дисперсные системы полудисперсны. Глаз видит частицы более 10 мкм.

Частица r, плотностью d_1, оседает в среде с плотностью d_2 и вязкостью η.

Сила тяжести с учетом выталкивающей силы

$$F = \frac{4}{3}\pi r^3 (d_1 - d_2) g$$

Сила сопротивления – Стокса

$$f = 6\pi\pi r\eta$$

V – скорость движения

Сила f возрастает с увеличением V до тех пор пока не уравновесится F. С этого момента частица движется равномерно с V_{max}.

$$\frac{4}{3}\pi r^3 (d_1 - d_2) g = 6\pi\,\eta\, V$$

$$V = \frac{2}{9}\frac{r^2 (d_1 - d_2)}{\eta} g$$

Если $d_1 > d_2$, частицы движутся сверху вниз – в суспензиях $d_2 > d_1$ – в эмульсиях – частицы всплывают, образуя “сливки”.

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}} = C\sqrt{V}$$

C – постоянная Стокса

То есть, зная V оседания, можно определить радиус частиц.

5.5 Седиментационный анализ полидисперсных систем

Суспензии и эмульсии с размером частиц 1 – 200 мкм исследуются с помощью седиментации. Экспериментальные методы основаны на измерении скорости оседания частиц в жидкой или газообразной среде.

На сферическую частицу радиусом r, свободно оседающую в дисперсной среде, действует сила тяжести, с учетом силы Архимеда:

$$f_т = \frac{4}{3}\pi r^3(d_1 - d_2)g \qquad (5.2)$$

где g – ускорение силы тяжести.

Одновременно на частицу действует сила трения, которую можно найти по закону Стокса:

$$f_{тр} = 6\pi\pi r\eta \qquad (5.3)$$

где η- вязкость среды, Н·с/м^2;

V – скорость седиментации, м/с.

С момента, когда сила тяжести уравновесится силой сопротивления, частица движется равномерно с максимальной скоростью. Из равенства (5.2) и (5.3) получим ее значение:

$$V = \frac{2}{9}\frac{r^2(d_1 - d_2)}{\eta}g \qquad (5.4)$$

Направление движения зависит от знака разности плотностей. Если плотность частицы больше плотности дисперсной среды, как обычно имеет место в суспензиях, частицы оседают, образуя осадок. Если же выше плотность среды, как часто бывает в эмульсиях (например, бензола в воде), то частицы (капельки эмульсии) всплывают, образуя сливки.

Из (5.4) можно найти радиус частиц, оседающих со скоростью:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}}V \qquad (5.5)$$

В уравнении (5.4) все величины, кроме V, постоянны:

$$c = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}} \qquad (5.6)$$

Тогда

$$r = c\sqrt{V} \qquad (5.7)$$

или

$$r = c\sqrt{\frac{H}{\tau}} \qquad (5.8)$$

где H – расстояние, которое проходят частицы при осаждении, м;

τ - время осаждения, с.

Для проведения анализа используются приборы, называемые седиментометрами. Для суспензии наиболее точен и прост весовой седиментометр Фигуровского (рис. 15)

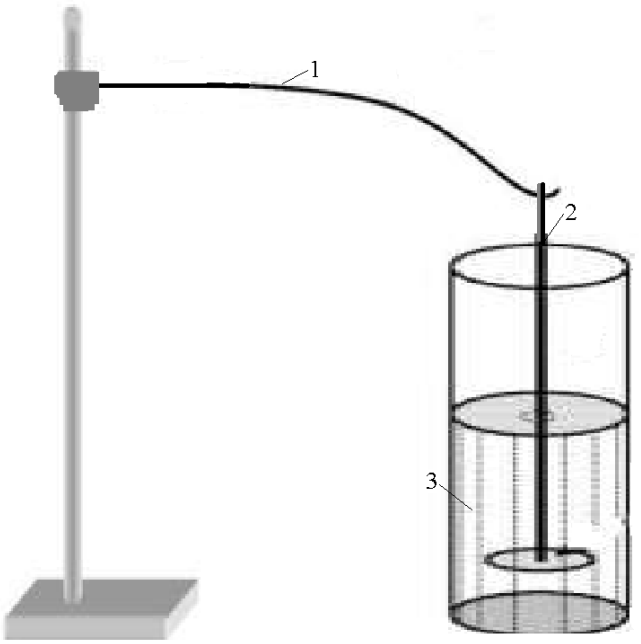


Рис. 15 – Седиментометр Фигуровского

Прибор состоит из кварцевого коромысла 1, оканчивающегося крючком, на который подвешивается чашечка 2. Последняя опускается в стеклянный цилиндр с суспензией 3, которую перемешивают перед опытом. Глубина погружения чашечки должна быть около 10 см. Процесс осаждения суспензии фиксируется по деформации коромысла под действием веса частиц, которую наблюдают в отсчетный микроскоп.

Достоинством весов Фигуровского является возможность исследования разбавленных суспензий, содержащих 0,001 - 0,2 % дисперсной фазы, что полностью исключает коагуляцию частиц.

По результатам опыта строят график в координатах “ значения шкалы измерительного прибора – время”: n = f(τ), называемый кривой осаждения (рис. 16).

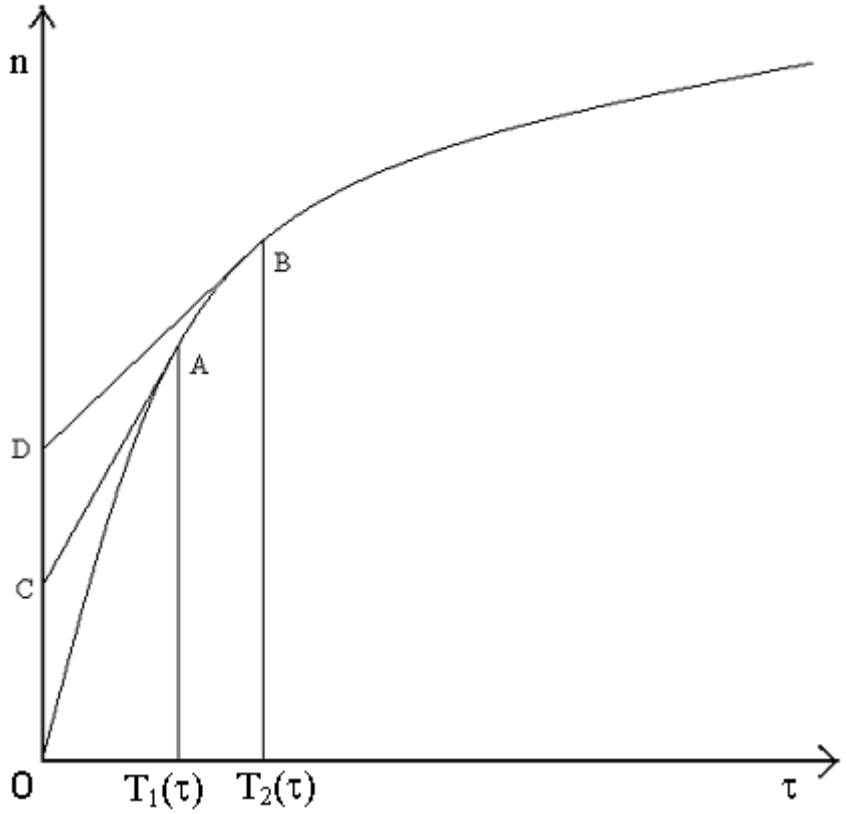


Рисунок 16 - Кривая осаждения частиц дисперсной фазы

Пользуясь уравнением (5.8) и кривой осаждения можно определить процентное содержание частиц различных размеров данной суспензии, то

есть построить кривую распределения. Следует отметить, что седиментационный анализ не позволяет найти количество частиц данного определенного размера, он лишь показывает, каков вес частиц, имеющих размеры в интервале между одним радиусом (например,) и другим (например,). Поэтому вся полидисперсная система разделяется на ряд групп-фракций, к которым относятся частицы размерами, лежащими между двумя данными радиусами r_1 и r_2, r_2 и r_3 и т. д. Выбор фракций зависит от системы и конкретной цели исследования. В общем случае для выделения фракций поступают следующим образом. Ось времени на графике осаждения от $\tau_o = 0$ до $\tau = \tau_{max}$, соответствующему полному осаждению, делят на ряд произвольных отрезков. При этом согласно уравнению (5.7) каждому значению времени соответствует определенная величина радиуса частиц. Чтобы найти все фракции из точек, определяющих начало и конец осаждения частиц данной фракции восстанавливают перпендикуляры до пересечения с кривой $n = f(\tau)$ (точки и), через которые проводят касательные до пересечения с осью ординат в точках C и D . Отрезок CD и будет равен весу фракций ΔQ, выраженному в условных единицах. Общий вес осаждения дисперсной фазы равен отрезку 0D. По полученным данным строят кривую распределения весового количества вещества в координатах (рис. 17), где

$\frac{\Delta Q_i}{\Delta r_i}$ - вес данной фракции,

- средний радиус частиц фракции.

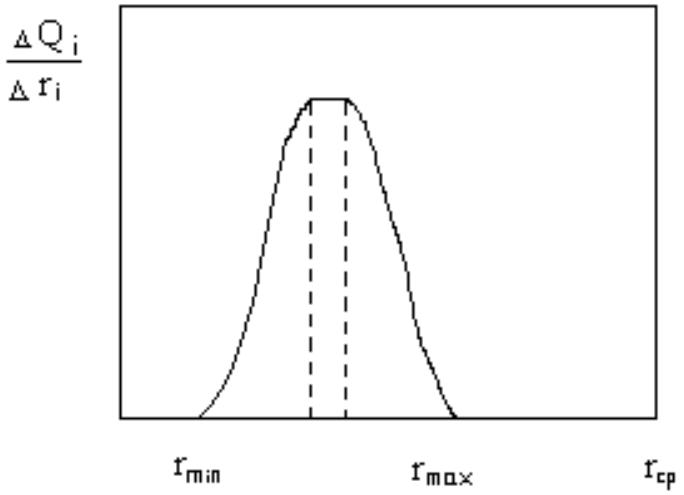


Рис. 17 – Кривая распределения весового количества фракций

Заштрихованная область на рис. 17 соответствует весу фракции. Кривая распределения позволяет охарактеризовать дисперсную систему: чем выше максимум, тем ближе она к монодисперсной, растянутая кривая свидетельствует о большом различии в размерах частиц.

Кривую распределения весового количества вещества легко пересчитать на фракцию распределения числа частиц, так как

$$\Delta Q_i = \frac{4}{3}\pi r_{cp_i}^{\ 3}\gamma\Delta N_i \qquad (5.9)$$

где ΔN_i – число частиц фракции со средним радиусом r_{cpi};

γ - плотность дисперсной фазы.

Тогда

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta r_i} = \frac{3}{4\pi}\frac{1}{r_{cp_i}^{\ 3}\gamma}\frac{\Delta Q_i}{\Delta r_i} \qquad (5.10)$$

Вид кривой $\frac{\Delta N_i}{\Delta r_i} = f(r_{cp_i})$ аналогичен изображенному на рис. 17.

6 Коллоидные растворы

Дисперсные частицы коллоидного раствора обладают свойствами фазы.

Коллоидные частицы – отличаются от дисперсных только меньшими размерами.

Лиофобные (для случая водной сферы – гидрофобные) – коагулируют при добавлении малых концентраций электролитов.

Лиофильные – коагулируют только под влиянием больших (молярных) концентраций электролитов. В большинстве случаев они являются растворами полимеров.

6.1 Двойной электрический слой

На границе раздела 2^x фаз разного химического состава происходит перераспределение электрического заряда при переходе заряженных частиц – ионов и электронов из одной фазы в другую. Это приводит к появлению заряда на поверхности одной фазы и равного, но противоположного по знаку на поверхности другого.

Причины образования заряда на поверхности:

- переход катионов Ме в раствор
- соприкосновение двух растворов электролитов или 2^x несмешивающихся жидкостей (масло – вода) с распределенными в них ионами
- адсорбция на поверхности ионов из раствора
- диссоциация поверхностных соединений.

6.2 Строение двойного слоя

Гельмгольц предложил рассматривать слой как модель плоского конденсатора. К слою зарядов на металле жестко притянуты ионы

противоположного знака; расстояние между обкладками – порядка диаметра молекул H_2O.

Знак скачка потенциалов условно принят совпадающим со знаком заряда поверхности металла.

Штерн, а затем российские ученые А.Н.Фрумкин, О.А.Есин и др. развили теорию следующим образом.

Двойной слой состоит из плотного слоя и диффузионного, которые разделены внешней плоскостью Гельмгольца. Толщина плотного равна радиусу гидратированных ионов $\delta_0 = 3 – 4$ Å, а диэлектрическая постоянная $E_1 << E_p$ в связи с ориентацией диполей, например, растворителя.

Далее идет диффузионный слой, в нем благодаря тепловому движению ионов распределены подобно дисперсным частицам по закону Лапласа.

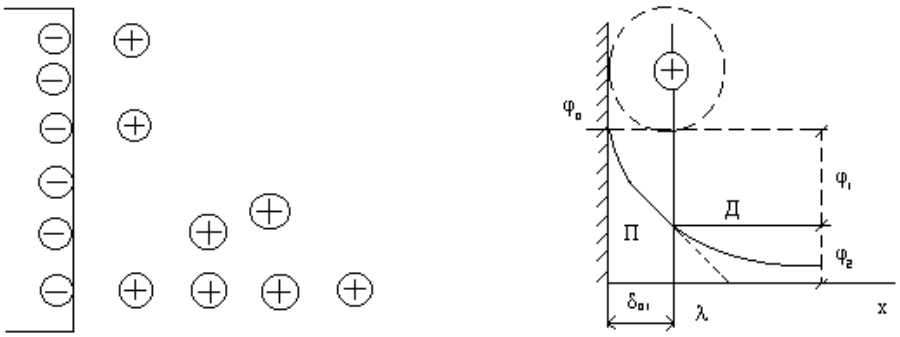


Рисунок 18 – Двойной электрический слой и появляющийся потенциал на электроде

Толщина его теоретически бесконечна, но вводят его эффективную величину λ. В нем потенциал изменяется по закону, близкому к экспоненциальному.

Плотная часть, в силу малой подвижности ионов, называется еще адсорбционным слоем. Но в отличие от теории Гельмгольца число зарядов ионов второго ряда не совпадает с числом зарядов первого ряда. Компенсация происходит за счет зарядов в диффузионном слое.

Разность потенциала между диффузионным подвижным и адсорбционной частью двойного слоя называется электрокинетическим или дзета-потенциалом ξ.

В разбавленных растворах ξ совпадает с φ_2, т.к. в них граница скольжения совпадает с δ_{01}. В общем случае они не совпадают. Движение жидкости (скольжение)идет не по твердой, а за пределами плотной части двойного слоя.

Измерить ξ нельзя, он вычисляется из данных по скоростям движения жидкости относительно твердой поверхности под действием некоторой разности потенциалов, приложенной извне (электроосмое) или твердых частиц под действием поля (эектрофорез) оба явления называются электрокинетическими.

1) ξ зависит от концентрации раствора электролита – чем больше концентрация тем меньше толщина диффузионного слоя и меньше ξ, при этом измеряемая величина термодинамического электродного потенциала не изменяется. Когда диффузионный слой сжимается практически до толщины δ ξ = 0 – изоэлектрическое состояние. Такие частицы не реагируют на приложенное извне напряжение. Число потенциалопределяющих ионов остается неизменным, но они полностью нейтрализованы противоионами. В этом заключается причина разрушения коллоидных частиц.
2) ξ зависит от заряда ионов электролита. Чем больше заряд иона, (противоположного по знаку иону поверхности), тем сильнее они снижают ξ, т.к. компенсируют заряд потенциалопределяющих ионов.
3) При одинаковом заряде катион оказывает тем более сильное воздействие на ↓ ξ, чем больше его радиус.

$$Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$$

Т.к.: а) с увеличением r возрастает его поляризуемость, что позволяет ему ближе подойти к поверхности.

б) с увеличением r уменьшается степень гидротации (если речь идет о водных растворах) или сольватации. Т.е. падает эффективный радиус и ион легче входит в адсорбционный слой.

4) Особенно сильное воздействие оказывают многозарядные ионы. Вследствие высокой адсорбционной способности они могут войти в плотную часть двойного слоя, заместить там потенциал определяющие ионы и перезарядить поверхность.

Вывод: чем выше ξ, тем выше устойчивость коллоидов.

6.3 Мицеллярная теория строения лиофобных коллоидов (золей).

В них почти полностью отсутствует взаимодействие между частицами дисперсной фазы и средой. Поэтому они называются лиофобными.

Если частицы, например, крахмала, желатины и вообще белков сильно сольватированы, то система называется лиофильными коллоидами. В последнее время показано, что они представляют собой истинные растворы высокомолекулярных веществ, т.е. системы гомогенные и т/д устойчивые. Их структурная единица - макромолекула.

Состоят из 2^x частей: мицеллы – (дисперсная фаза) и дисперсной среды – растворитель и растворенные в нем электролиты и неэлектролиты.

Мицелла золя состоит из ядра, адсорбционного и диффузного слоёв.

Ядро мицеллы имеет кристаллическое строение, рост размеров ядра можно приостановить созданием адсорбционного слоя из ионов стабилизатора. Для получения устойчивого золя надо, чтобы скорость адсорбции ионов опережала скорость роста ядра.

Гидрозоль образуется по реакции $AgNO_3 + KI$

$\{ m[AgI] nAg^+ (n - x)NO^-_3\}^+ \times NO_3$

m – количество молекул в ядре

n – количество ионов, адсорбированных на поверхности ядра. Они определяют ее заряд и поэтому называются потенциалопределяющими.

x – количество противоионов в диффузионном слое.

n-x – часть противоионов в адсорбционном слое.

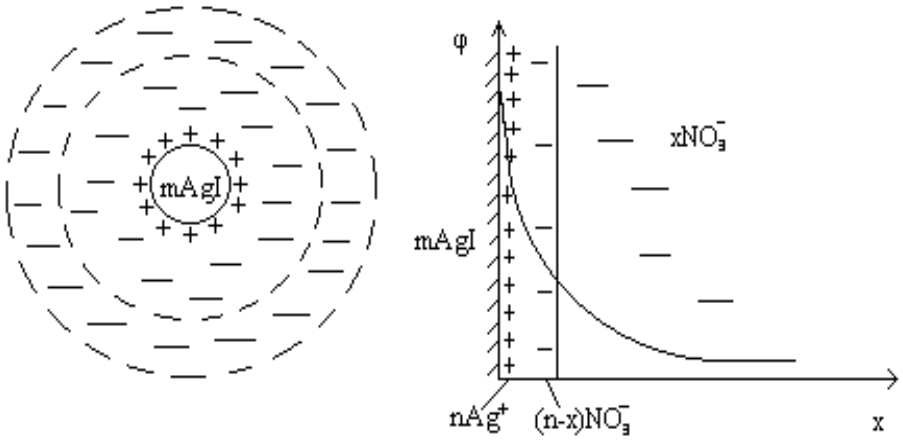


Рисунок 19 – Строение мицеллы и двойной электрический слой

Частицы, образующие двойной слой перемещаются вместе с ядром и поверхность скольжения находится за его пределами.

6.4 Образование коллоидных систем

Изменение дисперсности твердой фазы в буровых растворах – основной происходящий в них процесс.

Применительно к ним есть 2 основных способа.

1. Механическое диспергирование (дробление, истирание и т.п.). Совершаемая при этом работа равна:

$$\Delta A = \sigma \Delta \omega,$$

Из этого уравнения видно, что работа растет по мере уменьшения размеров частиц, так как растет ω. Поэтому способ очень энергоемкий: в цементной промышленности ¾ всех затрат относится к механическому измельчению.

Приборы, в которых происходит измельчение до крупности 1 – 0,1 мкм называются коллоидными мельницами. Они основаны на явлениях удара,

трения, вибрации. Есть ультразвуковые мельницы и т.д. В буровой технике используются гидравлические и механические мешалки.

2. Пептизация – процесс разрушения агрегатов частиц под действием жидкости или растворенных в ней веществ.

Пример 1.

Пептизация глины под действием воды. Молекулы воды разрушают связи между частицами глины, образуется суспензия.

Пример 2.

Получение коллоидного раствора $Fe(OH)_3$. Свежеосажденный и быстро промытый осадок обрабатывают небольшим количеством $FeCl_3$. На поверхности частиц идет реакция

$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$

$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6Cl^- = 2Fe^{3+} + 6Cl^- + 3H_2O$

Fe^{3+} адсорбируются ядром частицы, образуется двойной электрический слой, обуславливающий устойчивость золя.

$\{m[Fe(OH)_3]\cdot nFe^{3+} + 3(n - x)Cl^-\}3xCl^-$.

Пептизация как метод диспергирования глины более эффективен. Лимитирующий фактор – ограниченный контакт со средой при крупных агрегатах твердой фазы. Наиболее эффективно сочетать оба метода.

Существенное влияние на диспергирование в целом оказывает присутствие ПАВ. С этим связан эффект понижения прочности твердых тел при адсорбции ПАВ на их поверхности (эффект Ребиндера). Их адсорбция понижает поверхностную энергию, что облегчает развитие микротрещин. Причем молекулы ПАВ должны быть невелики, чтобы проникнуть во все щели.

Эти же реагенты обладают и пептизирующим эффектом при небольших концентрациях.

NaOH, LiOH, NH_4OH, $Na_2B_4O_7$ и т.д. При этом надо помнить, что те же вещества при больших концентрациях действуют как коагуляторы.

6.5 Образование ядра мицеллы. Теория зарождения новых фаз.

$AgNO_3 + KI = AgI + KNO_3$

$Ag^+ + I^- = AgI_{тв}$

$CaCO_3 = CaO + CO_2$

Во всех этих случаях внутри одной фазы должны появиться зародыши другой.

Мицелла кремневой кислоты

Заряд возникает без адсорбции ионов извне, а за счет электролитической диссоциации поверхностного слоя самого ядра.

SiO_2 реагирует с водой, образуя H_2SiO_3

$$H_2SiO_3 \leftrightarrow 2H^+ + SiO^{2-}_3$$

$\{ m[SiO_2]\cdot nSiO^{2-}_3\ 2(n-x)H^+ \}^{2-}\ 2\times H^+$

По Френкелю зарождение новых фаз идет за счет флуктуаций – отклонений какой-то величины от среднего значения.

За счет флуктуаций в каком-то участке объема собралось много ионов Ag^+ и I^- - скачком образовался кристаллик AgI.

Для гетерогенных флуктуаций изменение энергии Гиббса при образовании зародыша новой фазы равно:

$$\Delta G_{обр} = \Delta G_V + \Delta G_S$$

ΔG_V - работа при образовании объема при появлении зародыша новой фазы.

ΔG_S - работа при образовании поверхности при появлении зародыша новой фазы.

$$\Delta G_V = n_{зар}(G_1 - G_2),$$

$n_{зар}$ – число зародышей новой фазы

G_1 – энергия Гиббса, соответствующая новой фазе

G_2 – в исходной состоянии.

$$n_{зар} = \frac{V_з}{V} = \frac{V_з \rho}{m}$$

ρ – плотность вещества ядра

m – масса новой фазы.

$\Delta G_S = \sigma S$

σ – межфазные натяжения на границ фаз.

S – площадь поверхности зародышей.

$$\Delta G_{обр} = \frac{V_з \rho}{m}(G_1 - G_2) + \sigma S$$

Зародыши имеют сферическую форму.

$$\Delta G_{обр} = \frac{\rho}{m}\frac{4}{3}\pi r^3 (G_1 - G_2) + \sigma \cdot 4\pi\pi^2$$

Если процесс идет самопроизвольно, то $\Delta G_{обр} < 0$

Если $\Delta G_{обр} < 0$, то значит $G_1 - G_2 < 0$.

Зародыши, имеющие размер, при котором $\Delta G = 0$, называются критическими.

Если r > $r_{кр}$, то $\Delta G < 0$, поэтому такие зародыши устойчивы и самопроизвольно растут.

Если r < $r_{кр}$, то $\Delta G > 0$, зародыши неустойчивы и самопроизвольно растворяются.

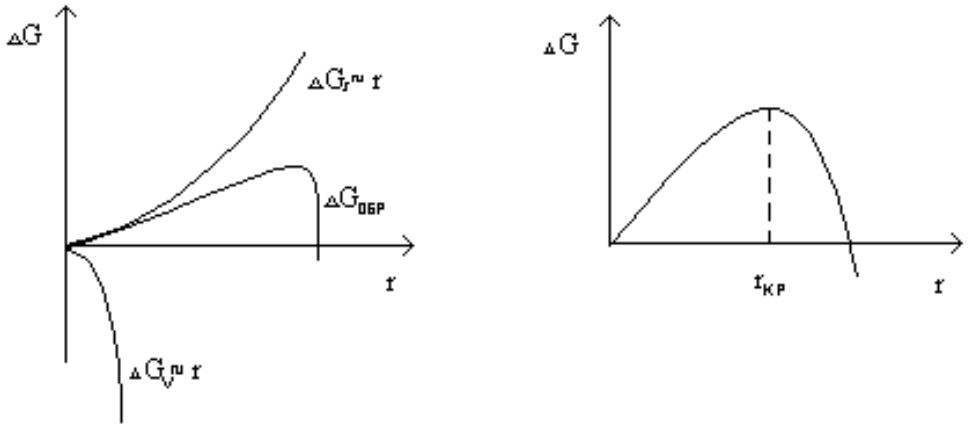


Рисунок 20 – Изменение энергии Гиббса с ростом размера зародышей

Таким образом для образования новой фазы необходимы флуктуации критического размера.

6.6 Устойчивость дисперсных систем

Рассмотрение с помощью понятий термодинамики

$$\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial \omega} \right) \qquad \text{или} \qquad \Delta G = \sigma \Delta \omega$$

Увеличение ΔG связано с увеличением поверхности. Поэтому если σ на границе дисперсная фаза – дисперсная среда велика(сотни, тысячи мДж/м^2), то $\Delta G > 0$, т.е. система т/д неустойчива.

Но при диспергировании возрастает беспорядок в системе и следовательно энтропия. Это сказывается на устойчивости, когда $\sigma > 1$ мДж/м^2. В этом случае система может быть т/д устойчивой.

Если система неустойчива, то частицы должны укрупняться.

а) – без образования поверхности раздела между ними - коалесценция.

- соединение частицы с образованием поверхности раздела с каплей жидкости – коагуляция.

Обычно оба процесса называются коагуляцией.

б) Перекристаллизация дисперсной фазы.

Если частицы растворимы в дисперсной среде, то идет растворение мелких и за счет того растут крупные.

AgCl и $BaSO_4$ заметно растворимы в воде и золи их мало устойчивы, если добавить спирт и уменьшить растворимость, то устойчивость существенно повышается.

Особенно сильное влияние на коагуляцию оказывают электролиты.

6.7 Коагуляция электролитами

В принципе лиофобные золи могут быть коагулированы любыми электролитами, при сравнительно невысоких концентрациях.

Мерой коагулирующей способности является порог коагуляции – минимальная концентрация электролита ммоль/л, необходимая для явной, т.е. видимой невооруженным глазом, коагуляции, за определенный промежуток времени.

Коагулирующей частью электролита является тот ион, заряд которого противоположен потенциалопределяющему заряду дисперсной частицы.

Для положительно заряженных – анион.

Отрицательно заряженных – катион.

Согласно влиянию ионов на сжатие диффузионной части двойного слоя коагулирующая способность возрастает с ростом заряда иона и его радиуса (правило Шульце-Гарди).

Особенно велика коагулирующая способность органических ионов вследствие их высокой адсорбируемости.

Коагуляция начинается раньше, чем частица достигает изоэлектрического состояния ($\xi = 0$). То наибольшее значение ξ, при котором начинается коагуляция, называется критическим.

Если $\xi > \xi_{кр}$, то золь относительно устойчив.

Если $\xi < \xi_{кр}$, то скорость коагуляции тем больше, чем меньше ξ и достигает максимума при $\xi = 0$.

Для многих лиофобных золей величина $\xi_{кр} = 0{,}03$ В, т.е. разным порогам коагуляции отвечает близкое значение $\xi_{кр}$.

Эта теория не объясняет причины возникновения $\xi_{кр}$ и не описывает адсорбционные эффекты внедрения в плотную часть слоя.

6.8 Кинетика (скорость) коагуляции коллоидов

Под коагуляцией понимается любое укрупнение частиц. По данным опыта зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита имеет следующий вид.

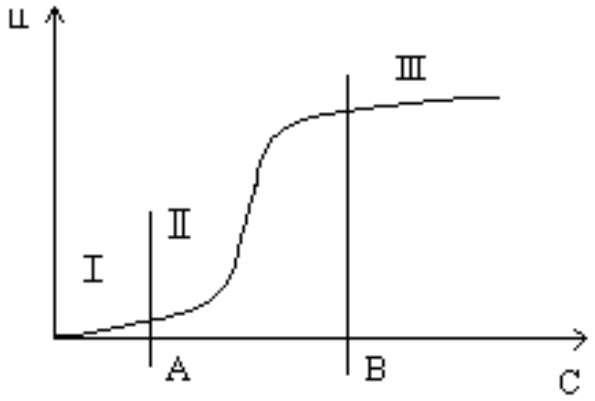


Рисунок – 21 Зависимость скорости коагуляции коллоидного раствора от концентрации электролита

Область I – коллоидный раствор устойчив U→ 0.

Область II – область медленной коагуляции U = f(C).

A – порог коагуляции – та min концентрация электролита, при которой начинается коагуляция.

$\xi^{A} = \xi_{кр}$

B – та концентрация, при которой $\xi = 0$ – изоэлектрическое состояние золя. Поэтому дальнейшее увеличение C не сказывается на скорости.

Область III – область быстрой коагуляции.

U – энергия взаимодействия, x – расстояние между частицами.

Если потенциальный барьер больше энергии броуновского движения,

$$U > \frac{3}{2}kT$$

то частицы не могут его преодолеть и сблизиться на расстоянии $x < \delta$, где преобладают силы притяжения. Коллоидная система устойчива.

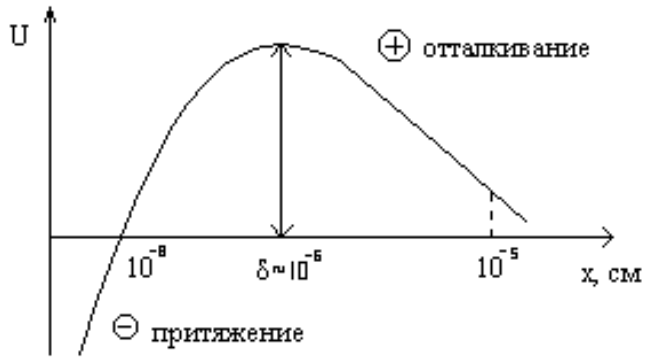


Рисунок 22 – Зависимость энергии взаимодействия от расстояния между частицами

Порог коагуляции соответствует критической концентрации электролита γ_c, при котором исчезает потенциальный барьер.

$$\gamma_c = \alpha \frac{1}{Z^6}$$

Z – заряд противоиона.

Чем больше заряд, тем меньше γ_c – правило Шульце-Гарди.

6.9 Теория быстрой перикинетической коагуляции

Разработана Смолуховским. Перикинетическая – осуществляется за счет сил взаимодействия между частицами, одинаково действующими по всем направлениям. Частота встреч всех частиц тоже одинакова. Частицы встречаются в результате броуновского движения.

Быстрой называется коагуляция, при которой любая встреча частиц, сблизившихся на расстоянии $R_{ij} = r_i + r_j$ приводит к их соединению (r_i, r_j – радиусы частиц).

Вероятность встречи любой пары частиц пропорциональна их концентрации.

$$W = kn_i n_j$$ - закон убывающих масс,

где к – константа скорости коагуляции.

$$k = 4\pi\pi_{ij} R_{ij}$$

D_{ij} – константа диффузии.

$$D_{ij} = D_i + D_j,$$

где D_i и D_j – коэффициенты диффузии, 4π – телесный угол сферы радиуса R_{ij}.

Смолуховским рассмотрена кинетика монодисперсной системы сферических частиц.

В начальный момент t = 0 система содержит n_0 частиц в единице объема радиусом r_0.

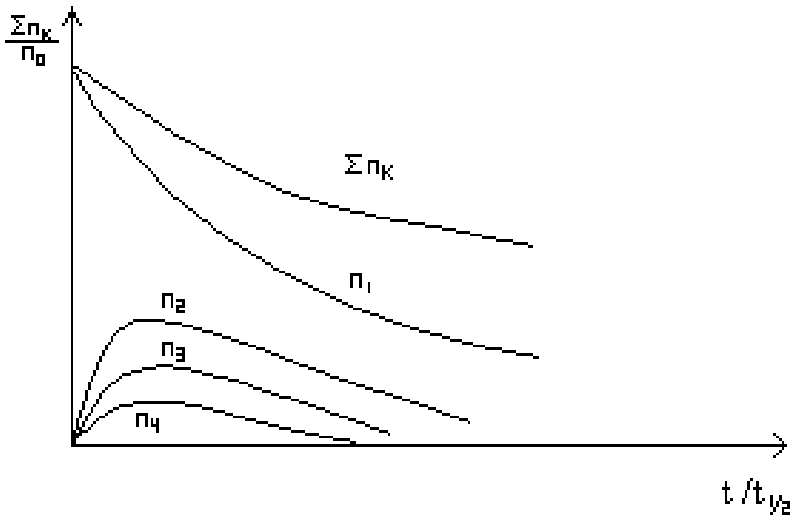


Рисунок 23 – Коагуляция в монодисперсной системе

Через время t ряд частиц укрупнится:

n_1 – исходных (или первоначальных n_0)

n_2 – вторичных – получаются в результате встречи исходных

n_3 – третичных – сталкиваются вторичные с оставшимися первичными

n_4 – четверные – вторичные с вторичными

---

n_k – число катых частиц.

Надо найти изменение к-частиц в системе с течением времени – это и есть скорость коагуляции.

$U = \frac{dn_K}{dt} =$ скорость их появления – скорость исчезновения в результате соединения с любой другой частицей.

$$\frac{dn_K}{dt} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{K-1}\sum_{j=K-1}^{i} 4\pi\pi_{ij} R_{ij} n_i n_j - n_K \sum_{i=1}^{i=\infty} 4\pi\pi_{iK} R_{iK} n_i$$

Решим это дифференциальное уравнение – возьмем интеграл

$$\sum n_K = \frac{n_0}{1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t}$$

Эйнштейн: $D_0 = \frac{kT}{6\pi\pi_0\eta}$ $\qquad D_0 r_0 = \frac{kT}{6\pi\pi}$

$$\sum n_K = \frac{n_0}{\frac{4}{3}\frac{kT}{\eta} n_0 t + 1}$$

В данный момент времени $\Sigma\, n_K$ тем меньше, чем больше T и ниже вязкость.

Обычно пользуются термином “время коагуляции” – время, в течение которого число частиц уменьшится в два раза.

$$\sum n_K = \frac{n_0}{2}$$

$$\frac{n_0}{2} = \frac{n_0}{1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t_{1/2}} \qquad 1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t_{1/2} = 2$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{8\pi\pi_0 r_0 n_0} = \frac{3\eta}{4kTn_0}$$

Время коагуляции:

1. $t_{1/2} \approx \eta$ - чем больше вязкость, тем длительнее идет укрупнение частиц.

2. $t_{1/2} \approx \frac{1}{T}$ - чем выше температура, тем быстрее коагуляция, кроме того с ростом температуры падает вязкость. Поэтому T очень сильно ускоряет коагуляцию.

3. $t \approx \frac{1}{n_0}$ - чем больше число исходных частиц, т.е. чем более мелкодисперсная система, тем больше вероятность встречи, а значит и укрупнения, тем меньше время коагуляции.

Часто приходиться бороться с загущающим действием выбуренной породы на буровой раствор. Это требует улучшения его очистки от коллоидных фракций и в частности введения компонентов, понижающих вязкость для улучшения условий коагуляции.

$\Sigma n_к$ и n_1 должно во время коагуляции непрерывно уменьшаться.

Число же вторичных, третичных и т.д. частиц с течением времени проходит через максимум – поскольку они сначала появляются, а затем исчезают в результате соединения с другими.

Пример:

Концентрация золь AgI. $n_0=4\cdot10^{14}$ 1/мл (r_0 = 30 мкм).

$t_{1/2} = 5\cdot10^{-4}$ с.

С нападением n_0 $t_{1/2}$ возрастает до 1 мин = 60 с.

6.10 Медленная перикинетическая коагуляция

В этом случае не каждая встреча приводит к коагуляции. Причины стабилизации различны, в частности расклинивающее давление.

Эффективной оказывается доля встреч α. Можно пользоваться теми же формулами, но

$$\sum n_К = \frac{n_0}{1+8\pi\pi_0 r_0 n_0 t\alpha} \qquad (6.1)$$

$$t_{1/2} = \frac{3\eta}{4kTn_0}\alpha \qquad (6.2)$$

α подбирают из опытных данных. Зная все значения в (6.2) подбирают α, чтобы расчет соответствовал опыту $t^{р}_{1/2} = t^{оп}_{1/2}$

$10^{-6} <\alpha <1$. Теория становится полуэмпирической.

6.11 Ортокинетическая коагуляция

Ортокинетической называется коагуляция, осуществляемая под действием сил, имеющих преимущественное направление, поэтому частота встреч в одном направлении больше, чем в другом.

Причины:

1) частицы имеют разную плотность;
2) разные размеры;
3) разная форма частиц:
4) наличие потоков жидкости.

Все эти факторы ускоряют коагуляцию, поэтому ее скорость больше, чем в случае перикинетической.

Примеры:

2. $\frac{r_i}{r_j} = 10$ - коагуляция зашла далеко. В этом случае V в 3,5 раза больше, чем для монодисперсной смеси.

$\frac{r_i}{r_j} = 100 \qquad \frac{V_{100}}{V_1} = 26$

Вывод: Создание полидисперсной системы позволяет ускорить коагуляцию.

1. Сферическая форма. Частицы коагулируют только, когда $R_{ij} = r_i + r_j$.

Частота встреч увеличивается, т.к. коагуляция происходит и при повороте. Однако, ускорение небольшое.

4. Наличие потоков жидкости играет заметную роль, когда в систему вводятся крупные частицы r ~ 10^{-3} см. Т.о. введение крупных частиц позволяет ускорить коагуляцию при наличие конвективных потоков.

Вывод: В практике бурения на коагуляцию буровых растворов оказывает влияние 3 основных фактора:

1) повышение концентрации глинистой твердой фазы;

2) повышение температуры;

3) действие электролитов.

6.12 Оптические свойства дисперсных систем

Специфика обусловлена гетерогенностью и дисперсностью. Гетерогенность обуславливает отражение, преломление световых, е и других лучей на границе раздела фаз и неодинаковое поглощение (или пропускание) сопряженными фазами.

Оптические методы – самые распространенные. Ими получают:

- дисперсность системы
- форму и строение отдельных частиц
- пористость, профиль поверхности
- толщину слоев, состав и дефекты

Рассеяние света (опалесценция)

Эффект Тиндаля (1868г.)

Светорассеяние, наблюдаемое сбоку при фокусировании пучка света внутри золя на темном фоне – образуется конус.

В совершенно однородной среде свет не рассеивается. Оно характерно и для газов, жидкостей, истинных растворов, в которых обусловлено флуктуациями плотности и концентрации – непрерывным возникновением и исчезновением ассоциатов.

Если размер неоднородности больше λ - в основном наблюдается отражение.

Если $\lambda >$ размера частицы – колебания рассеиваются по всем направлениям. Рассеяние возможно, когда расстояние между частицами больше λ.

Теория светорассеяния разработана Релеем. Сферические частицы находятся далеко друг от друга – пренебрегают вторичным рассеянием. Поэтому рассеяние ~ концентрации дисперсной системы ν.

Формула устанавливает связь интенсивности рассеянного света I_p единицей объема дисперсной системы с частицами, значительно меньшими λ (d<0,1λ) на расстоянии R от частиц в направлении, составляющем угол θ с направлением излучения:

$$I_p = I_0[F\frac{\nu V^2}{\lambda^4 R^2}(1+\cos^2\theta)]$$

V – объем частицы; ν - концентрация дисперсных частиц.

$F = (\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + n_0^2})^2$; n –показатель преломления.

Если $n_1 = n_0$, то рассеяние отсутствует и в неоднородной среде.

Он не выполняется для систем с частицами, поглощающими свет – металлами. Поглощение света вырывает окраску золей.

Золь окрашивается в цвет (по законам оптики), дополнительный к поглощенному. Например, при поглощении синей части спектра (435-480нм) видимого спектра золь оказывается желтым.

Золи с металлическими частицами очень сильно поглощают свет, что обусловлено регенерацией в них электрического тока. Для них характерна селективность поглощения, зависящая от дисперсности. Сростом дисперсности максимум поглощения сдвигается в сторону коротких волн.

С изменением дисперсности меняется интенсивность окраски. Она максимальна для средних размеров ультрамикрогетерогенных систем.

Окраска многих минералов и драгоценных камней часто связана с изменением в них высокодисперсных частиц металлов и их оксидов.

Интенсивность окраски золей с металлическими частицами в сотни раз превышает интенсивность окраски красителей.

На явлении рассеяния света основаны ультрамикроскапия и нефелометрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимон, А.Д. Физическая химия / А.Д. Зимон. - М.: Красанд, 2015. - 318 с.

2. Кудряшева, Н.С. Физическая и коллоидная химия: Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н.С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 379 с.

3. Лукьянов, А.Б. Физическая и коллоидная химия / А.Б. Лукьянов. - М.: Альянс, 2016. - 288 с.

4. Фирилёва, Ж.Е. Физическая химия: Учебное пособие / Ж.Е. Фирилёва, А.И. Рябчиков, О.В. Загрядская. - СПб.: Лань П, 2016. - 464 с.

5. Фролов, Ю.Г. Физическая химия: учебное пособие / Ю.Г. Фролов, В.В. Белик. - М.: Альянс, 2016. - 464 с.

6. Хмельницкий, Р.А. Физическая и коллоидная химия / Р.А. Хмельницкий. - М.: Альянс, 2015. - 400 с.

7. Хуснутдинов, Р.Ш. Физическая химия: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов, В.А. Жихарев. - СПб.: Лань, 2015. - 496 с.

Учебное издание

Алексей Миронович Амдур
Дмитрий Валерьевич Благин

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие для студентов
направлений: 21.05.04 «Горное дело»
специализации «Обогащение полезных ископаемых»,
21.05.02 Прикладная геология.

Редактор изд-ва В.В. Баклаева
Компьютерная верстка Д. В. Благин

Подписано в печать . .2017. Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 5. Уч.-изд. л. 4,9. Тираж 15 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

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

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Екатеринбург
2017

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

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
горно-механического факультета
«15» декабря 2017 г.
Председатель комиссии
проф. В. П. Барановский

Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

В 67

Рецензент: *Н. М. Суслов*, д-р техн. наук, заведующий кафедрой ГМК
Уральского государственного горного университета

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры технической механики от 19.12.2016 г. (протокол № 2) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета.

Волков Е. Б., Казаков Ю. М.

В67 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА: Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов. / Е. Б. Волков, Ю. М. Казаков, Уральский государственный горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. 156 с.

Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов содержит краткие методические указания, контрольные задания и примеры выполнения заданий по темам: «Статика твердого тела. Равновесие произвольной плоской и пространственной систем сил», «Кинематика вращательного и плоскопараллельного движений твердого тела. Определение скоростей и ускорений точек твёрдого тела», «Сложное движение точки», «Динамика точки. Дифференциальные уравнения движения точки. Гармонические и вынужденные колебания точки. Применение теоремы об изменении кинетической энергии при исследовании движения точки», «Применение общих теорем динамики к исследованию движения механической системы», «Принципы механики. Применение общего уравнения динамики к исследованию движения механической системы», «Уравнения Лагранжа II рода».

Учебно-методическое пособие для студентов всех специальностей очной формы обучения.

© Волков Е. Б., Казаков Ю. М., 2017
©Уральский государственный горный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА 4
1.1. Основные виды связей и их реакции 4
1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары 5
1.3. Условия равновесия систем сил 7
1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел 8
1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил 17
2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА 26
2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки 26
2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси 28
2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела 29
2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях 32
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 38
2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении 46
3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ 57
3.1. Основные понятия сложного движения точки 57
3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении 60
4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки. 73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки ... 73
4.3. Колебания материальной точки 80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки 84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки. 95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии 96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы. 103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы 104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. 112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии 114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА 124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики 124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики 126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода 136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа 137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы 145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 155

1. СТАТИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

Статика представляет раздел теоретической механики, в котором изучаются условия равновесия твердых тел под действием системы сил.

1.1. Основные виды связей и их реакции

Опора тела на гладкую плоскость (поверхность) без трения. Реакция приложена в точке касания и направлена перпендикулярно к общей касательной соприкасающихся поверхностей. При опоре углом, или на угол (рис. 1.1, *a*), реакция направлена по нормали к одной из поверхностей. **Гибкая связь**. Если на тело наложена связь в виде гибкой нерастяжимой нити (каната, троса), то реакция связи $\vec{T}$, равная натяжению нити, приложена к телу и направлена вдоль нити (рис. 1.1, *b*).

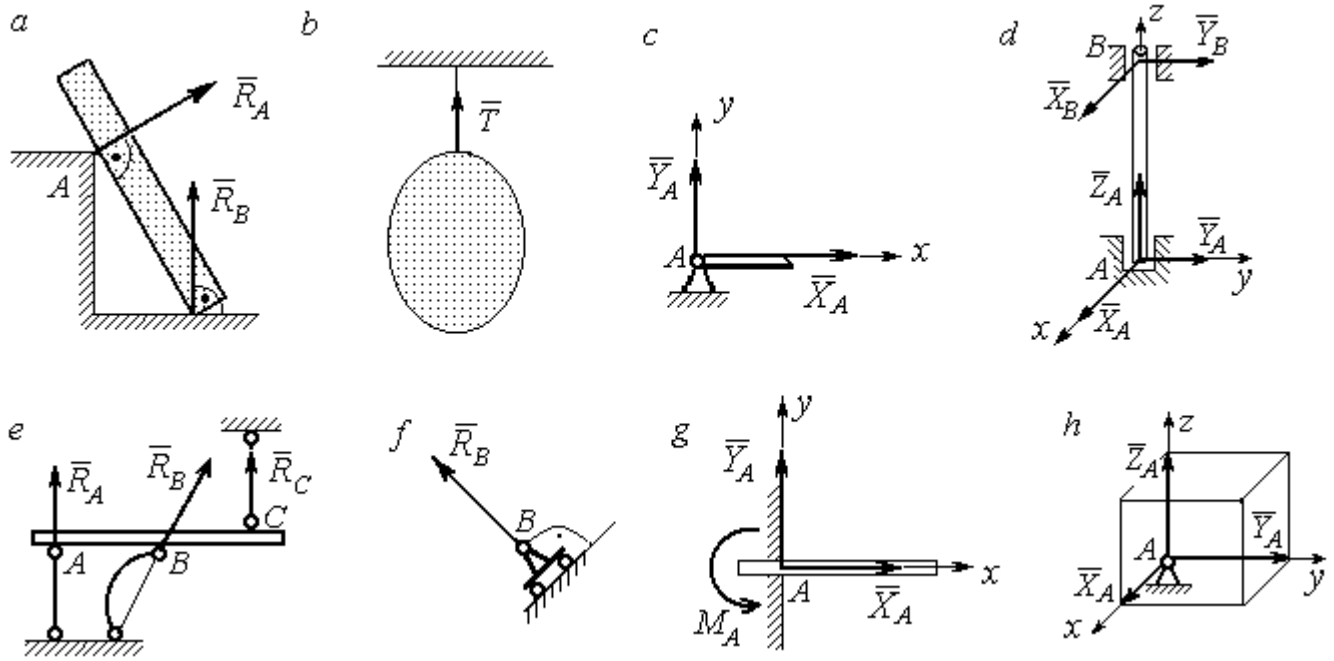


Рис. 1.1. Виды связей и их реакции:
a – реакция опоры тела на гладкую поверхность без трения; *b* – реакция связи гибкой нерастяжимой нити; *c* – реакция цилиндрического шарнира; *d* – реакция подшипника и подпятника; *e* – реакция невесомого стержня; *f* – реакция подвижной опоры; *g* – реакция жесткой заделки; *h* – реакция пространственного шарнира

Цилиндрический шарнир (подшипник) создает соединение, при котором одно тело может вращаться по отношению к другому. Реакция цилиндрического шарнира лежит в плоскости, перпендикулярной оси шарнира. При решении задач реакцию цилиндрического шарнира $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей (рис. 1.1, *c*). Реакция подшипника $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *d*) также изображается своими составляющими $\vec{X}_B$ и $\vec{Y}_B$, взятыми по направлениям координатных осей в плоскости, перпендикулярной оси вращения подшипника. Величина реакции определяется по формуле: $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. **Реакция прямолинейного невесомого стержня с шарнирными соединениями на краях** направлена вдоль самого стержня, а криволинейного – вдоль линии, соединяющей точки крепления стержня (рис. 1.1, *e*). **Реакция подвижной опоры** $\vec{R}_B$ (рис. 1.1, *f*) направлена по нормали к поверхности, на которую опираются катки опоры. **Жесткая заделка** (рис. 1.1, *g*) препятствует не только линейным перемещениям тела, но и повороту. Реакция заделки состоит из силы реакции $\vec{R}_A$ и пары сил с моментом M_A. При решении задач силу реакции жесткой заделки $\vec{R}_A$ изображают ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, взятыми по направлениям координатных осей. Модуль реакции определяется по формуле $R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$. Виды связей и их реакции показаны на рис. 1.1.

1.2. Моменты силы относительно центра и относительно оси. Пара сил. Момент пары

Алгебраическим моментом силы *F* относительно центра *O* $M_O(\vec{F})$, или просто **моментом силы** $\vec{F}$ относительно центра *O*, называют взятое с соответствующим знаком произведение модуля силы $\vec{F}$ на кратчайшее расстояние *h* от центра *O* до линии действия силы: $M_O(\vec{F}) = \pm Fh$ (рис. 1.2, *a*).

Величину h называют **плечом силы**. Момент силы относительно центра считается положительным, если сила стремится повернуть тело вокруг центра против хода часовой стрелки, и отрицательным – в обратном случае.

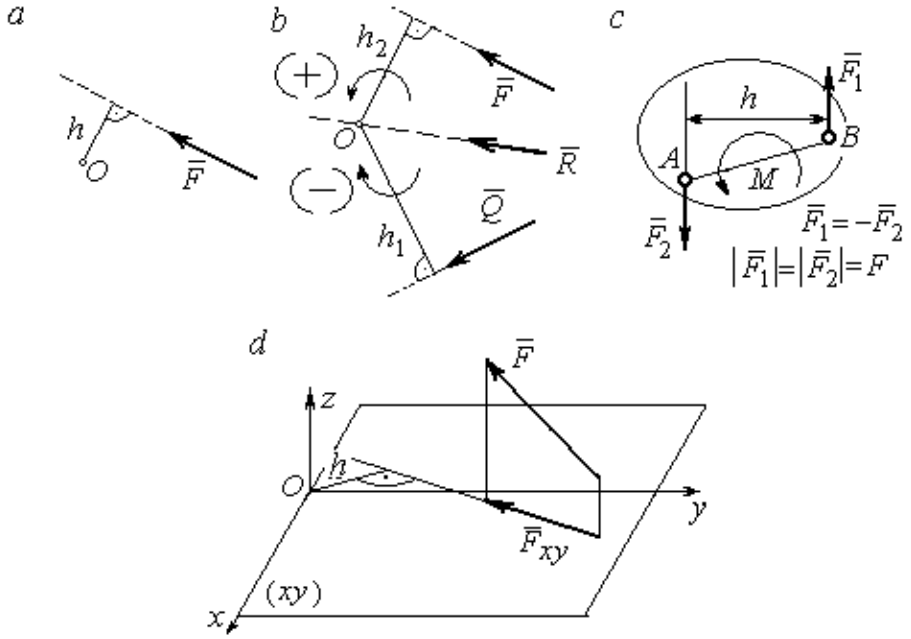


Рис. 1.2. Схемы для вычисления моментов сил:
a, *b* – момент силы относительно центра; *c* – момент пары сил;
d – момент силы относительно оси

На рис. 1.2, *b* показано, что момент силы $\vec{F}$ относительно центра O положительный, а момент силы $\vec{Q}$ относительно того же центра – отрицательный. Момент силы $\vec{R}$ относительно центра O равен нулю, так как линия действия этой силы проходит через центр O и плечо силы равно нулю.

Парой сил, или просто парой (рис.1.2, *c*), называют систему двух равных по модулю сил, параллельных, направленных в противоположные стороны и не лежащих на одной прямой. Алгебраическим моментом пары сил, или **моментом пары,** называют взятое со знаком плюс или минус произведение модуля одной из сил пары на плечо пары – кратчайшее расстояние между линиями действия ее сил. Правило знаков такое же, как и для момента силы. На рисунках пару часто изображают дуговой стрелкой, показывающей направление поворота твердого тела под действием пары (см. M на рис. 1.2, *c*).

Моментом силы относительно оси называют момент проекции этой силы на плоскость, перпендикулярную оси, относительно точки пересечения оси с этой плоскостью. На рис. 1.2, *d* показано вычисление момента силы F относительно оси *z*: $M_z(\vec{F}) = F_{xy}h$, где F_{xy} – проекция силы $\vec{F}$ на плоскость *xy*, перпендикулярную оси *z*, *h* – плечо проекции F_{xy} относительно центра *O* – точки пересечения оси *z* и плоскости *xOy*.

1.3. Условия равновесия систем сил

Плоской системой сил называется система сил, расположенных в одной плоскости.

Основная форма условий равновесия плоской системы сил. Для равновесия плоской системы сил, приложенных к твердому телу, необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на каждую из двух осей прямоугольной системы координат, расположенной в плоскости действия сил, были равны нулю и сумма моментов сил относительно любого центра, находящегося в плоскости действия сил, также была равна нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum M_A(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky} – проекции всех сил на координатные оси; $M_A(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно произвольно выбранного центра A.

Пространственной системой сил называется система сил, расположенных произвольно в пространстве.

Для **равновесия пространственной системы сил** необходимо и достаточно, чтобы суммы проекций всех сил на оси прямоугольной системы координат были равны нулю и суммы моментов всех сил относительно тех же осей также были равны нулю:

$$\sum F_{kx} = 0,\ \sum F_{ky} = 0,\ \sum F_{kz} = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0,$$

где F_{kx}, F_{ky}, F_{kz} – проекции всех сил на координатные оси x, y, z; $M_x(\vec{F}_k)$, $M_y(\vec{F}_k)$, $M_z(\vec{F}_k)$ – моменты всех сил относительно выбранных осей.

Равновесие систем тел

Связи, соединяющие части конструкции, называют **внутренними,** в отличие от **внешних** связей, скрепляющих конструкцию с внешними телами, не входящими в данную конструкцию. Одним из способов решения задач на равновесие сил, действующих на сочленённую конструкцию с внутренними связями, является **разбиение конструкции на отдельные тела** и составление уравнений равновесия для каждого из тел, входящих в конструкцию. При этом в уравнения равновесия должны входить только силы, непосредственно приложенные к тому телу, равновесие которого рассматривается.

1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел

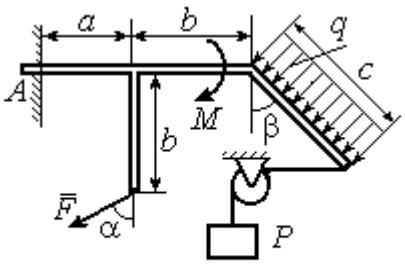
Каждый вариант задания включает две задачи по темам: «Равновесие произвольной плоской системы сил» и «Равновесие системы тел».

В задачах требуется определить реакции связей конструкции исходя из условия равновесия произвольной плоской системы сил. Весом стержневых подпорок, поддерживающих балочные конструкции, и блоков, через которые перекинуты невесомые нити, пренебречь.

Варианты заданий даны на рис. 1.3 – 1.6. Исходные данные приведены в табл. 1.1. Из таблицы исходных данных выбираются значения тех параметров, которые указаны на схемах.

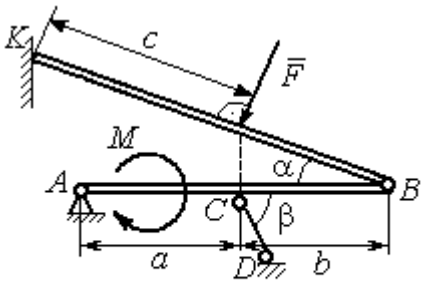
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

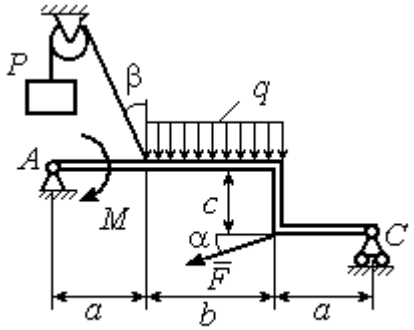
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

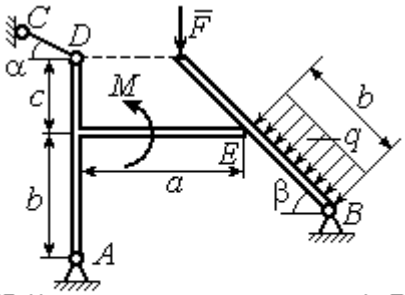
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

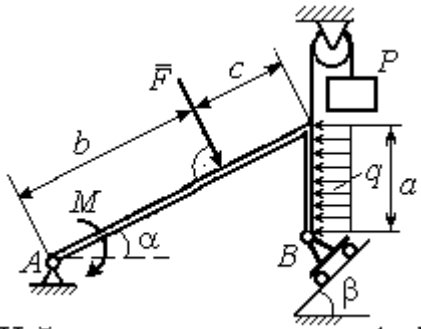
Задача 2



Найти реакции шарниров A, B, реакцию опоры в точке E и реакцию стержня CD

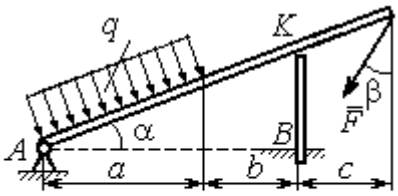
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



Найти реакцию шарниров A и B

Задача 2

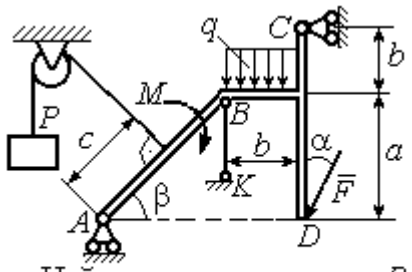


Найти реакцию шарнира A, реакцию опоры в точке K и реакцию жесткой заделки в точке B

Рис. 1.3. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

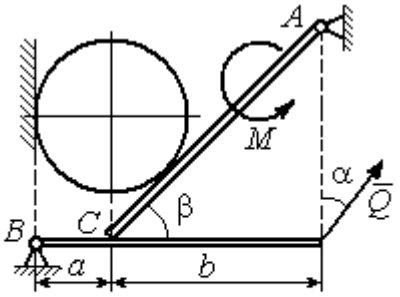
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



Найти усилие в стержне BK и реакцию шарниров A, C

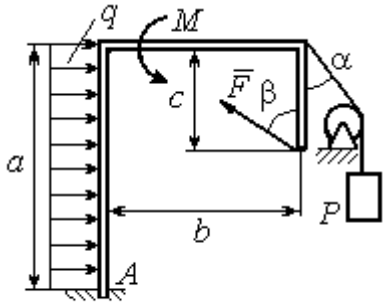
Задача 2



Вес шара P. Найти реакцию шарниров A, B, давление шара на балку и стенку, реакцию опоры балки в точке C и уравновешивающую силу Q

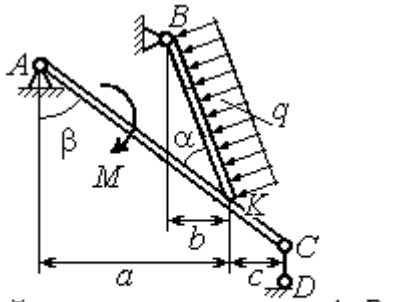
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

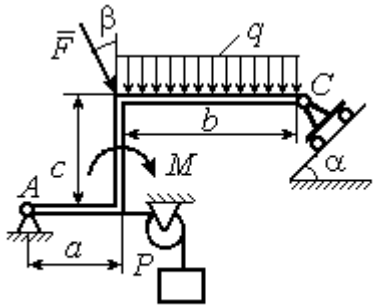
Задача 2



Найти реакцию шарнирв A, B, реакцию стержня CD и реакцию опоры в точке K

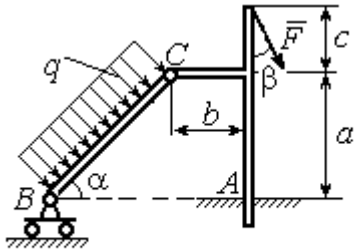
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Найти реакции шарниров A и C

Задача 2

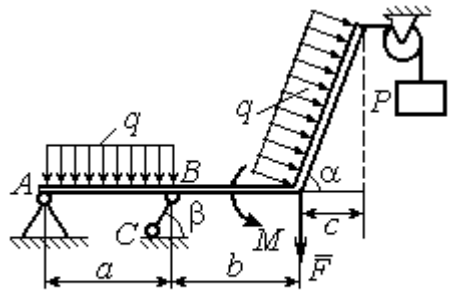


Найти реакцию жесткой заделки в точке A и реакции шарниров B и C

Рис. 1.4. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 –26

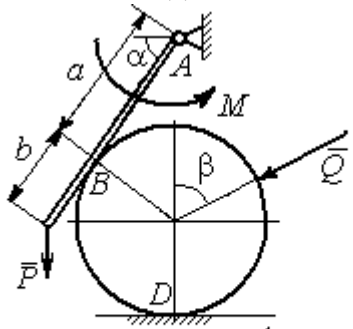
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

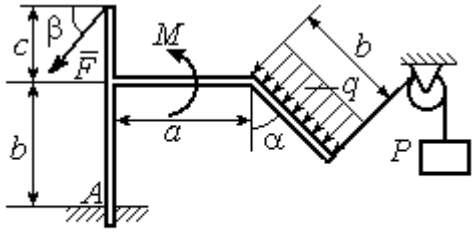
Задача 2



Найти реакцию шарнира A, давление балки на шар, реакцию опоры шара в точке D и уравновешивающую силу Q

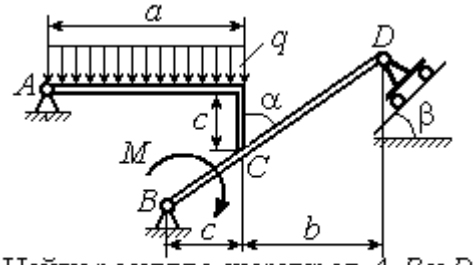
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

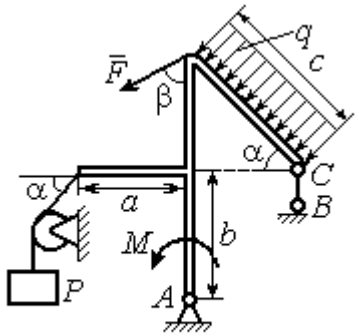
Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B и D и реакцию опоры в точке C

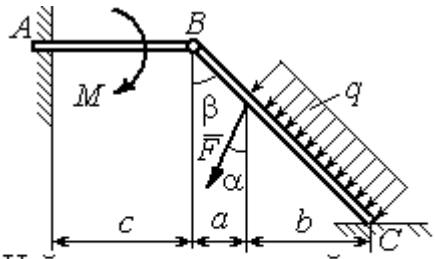
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Найти реакцию стержня BC и реакцию шарнира A

Задача 2



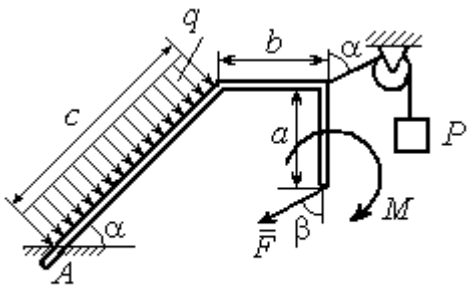
Найти реакцию жесткой заделки в точке A, реакцию шарнира B и реакцию опоры в точке C

Рис. 1.5. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания С1

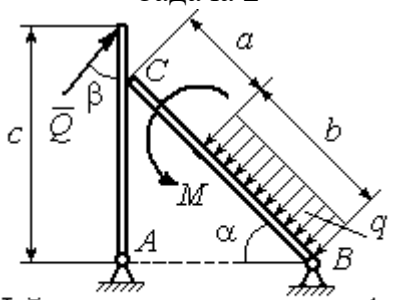
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Найти реакцию жесткой заделки в точке A

Задача 2



Найти реакцию шарниров A, B, реакцию опоры в точке C и уравновешивающую силу Q

Рис. 1.6. Задание С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел. Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 1.1

Исходные данные задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P, кН	6	5	6	12	6	6	10	3	8	5	10	4	8	10	8
F, кН	12	6	10	5	12	8	6	5	6	2	12	8	12	6	10
q, кН/м	5	4	2	3	6	3	5	2	2	4	6	2	3	4	5
M, кН·м	12	8	6	8	12	5	12	8	4	6	8	12	10	6	10
α, град	45	60	30	60	30	30	45	60	30	30	45	30	60	45	60
β, град	60	30	45	30	60	90	60	60	30	45	30	45	30	60	30
a, м	3	4	3	4	3	4	3	4	1	2	2	3	2	3	4
b, м	3	3	4	3	2	4	3	3	2	3	3	3	4	3	2
c, м	4	2	2	2	3	2	2	1	5	4	4	2	1	2	2

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	8	10	6	4	6	12	10	5	6	8	6	8	4	6
F, кН	6	12	12	8	3	14	10	8	15	10	12	8	10	10	2
q, кН/м	5	3	4	3	2	3	2	5	4	2	3	4	5	2	4
M, кН·м	10	6	8	6	5	12	4	6	8	10	12	10	6	4	8
α, град	60	60	30	45	60	30	60	45	30	60	45	30	30	30	45
β, град	45	30	30	60	60	45	30	60	30	45	90	30	60	45	30
a, м	3	4	3	1	2	2	4	1	4	3	4	3	2	1	2
b, м	2	4	3	3	4	1	4	3	2	2	2	2	2	2	2
c, м	3	2	2	4	5	4	2	2	1	1	1	2	1	3	5

Пример выполнения задания С1. Равновесие произвольной плоской системы сил. Равновесие системы тел.

Задача 1**.** Рама *ACE* (рис. 1.7) в точке *A* закреплена на цилиндрической шарнирной опоре, а в точке *B* поддерживается вертикальным невесомым стержнем *BK*. На раму действуют: пара с моментом $M = 8$ Нм, сила $F = 10$ Н, приложенная в точке *D* под углом 60° к раме, и равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 2$ Н/м, приложенная на отрезке *AB*. В точке *E* под прямым углом к участку балки *CE* прикреплен трос, несущий груз $P = 20$ Н. Пренебрегая весом балки, определить реакцию шарнира *A* и реакцию стержневой опоры *BK*, если $a = 2$ м.

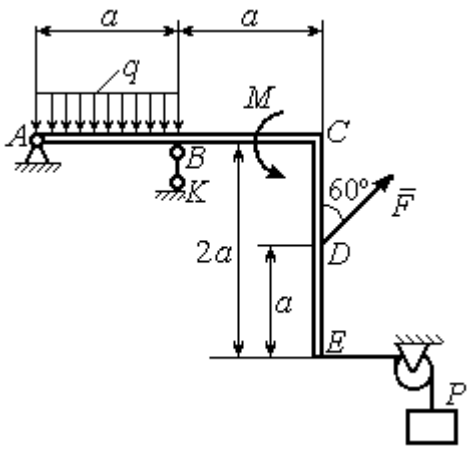


Рис. 1.7. Конструкция рамы

Решение

Выбираем систему координат *xAy*, например, как показано на рис. 1.8. Заменяем действие связей их реакциями. Изображаем реакцию шарнира *A* двумя ее составляющими $\vec{X}_A$ и $\vec{Y}_A$, направленными вдоль горизонтальной и вертикальной осей (см. рис. 1.8). Реакция $\vec{R}_B$ невесомой стержневой опоры *BK* приложена в точке *B* и направлена вдоль стержня *BK*. Заменяем распределенную нагрузку её равнодействующей $\vec{Q}$. Сила $\vec{Q}$ приложена в середине отрезка *AB* и по модулю равна $Q = qa = 4$ Н. Действие груза *P* на раму изображается реакцией $\vec{T}$, равной по величине весу груза.

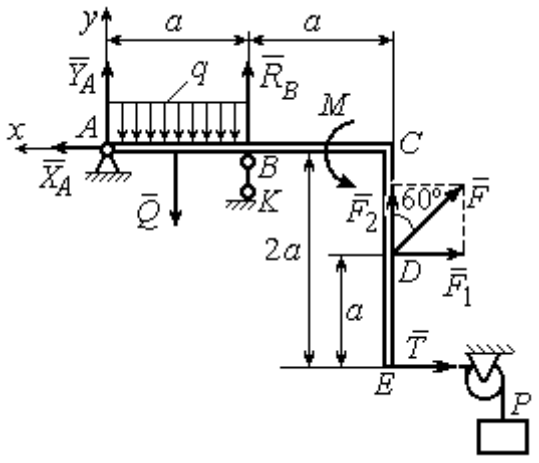


Рис. 1.8. Силы и реакции связей, действующие на раму при её равновесии

При равновесии рамы действующие на неё силы составляют уравновешенную произвольную плоскую систему. Условия равновесия системы сил имеют вид: $\sum F_{kx} = 0$, $\sum F_{ky} = 0$, $\sum M_A(\vec{F}_k) = 0$. Вычисляя проекции сил на оси *x*, *y*, и моменты сил относительно центра *A*, уравнения равновесия получим в виде:

$$\sum F_{kx} = X_A - F\cos 30^\circ - T = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A - Q + R_B + F\cos 60^\circ = 0.$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -Q\frac{a}{2} + R_B a + M + F\cos 60^\circ \cdot 2a + F\cos 30^\circ \cdot a + T2a = 0.$$

Здесь для вычисления момента силы $\vec{F}$ относительно центра *A* использована теорема Вариньона: $M_A(\vec{F}) = M_A(\vec{F}_1) + M_A(\vec{F}_2) = F_1 \cdot a + F_2 \cdot 2a$, где $F_1 = F\cos 30^\circ$, $F_2 = F\cos 60^\circ$ (см. рис. 1.8).

Подставляя в уравнения равновесия исходные данные задачи, получим систему уравнений относительно неизвестных X_A, Y_A, R_B:

$$X_A - 28{,}66 = 0, \quad Y_A + R_B + 1 = 0, \quad R_B \cdot 2 + 121{,}32 = 0.$$

Решая систему, найдем X_A = 28,66 Н, Y_A = 59,66 Н, R_B = – 60,66 Н.

Отрицательное значение величины R_B означает, что фактическое направление реакции R_B стержневой опоры *BK* противоположно направлению, показанному на рис. 1.8. Численное значение реакции шарнира

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = \sqrt{28{,}66^2 + 59{,}66^2} = 66{,}18 \text{ Н}.$$

Задача 2. Балка *ABLC* с вертикальной частью *AB* и горизонтальной перекладиной *LC* закреплена в точке *A* с помощью жесткой заделки (рис. 1.9). Наклонная балка *EC* с углом наклона к горизонту 60° в точке *C* шарнирно прикреплена к горизонтальной перекладине *CL*, а в точке *E* закреплена на шарнирно-подвижной опоре, установленной на горизонтальной поверхности. На конструкцию действуют равномерно распределенная на отрезках *BL* и *DE* нагрузка с одинаковой интенсивностью $q = 2$ кН/м, сила $\vec{F}$, приложенная в точке *D* перпендикулярно балке *EC* и равная по величине $F = 10$ кН, и пара сил

с моментом M = 5 кН·м. Определить реакцию жесткой заделки A и реакции шарниров C и E, если a = 2 м.

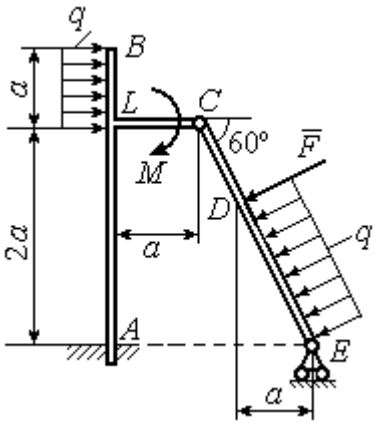


Рис. 1.9. Равновесие конструкции двух балок, соединённых шарниром

Решение

Разделяем систему на две части по шарниру C и рассмотрим равновесие балок $ABLC$ и EC отдельно. Изобразим обе балки и расставим внешние силы и реакции связей (рис. 1.10). Рассмотрим балку $ABLC$ (рис. 1.10, *a*). Заменим распределенную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_1$, приложенной в середине отрезка BL, направленной в сторону действия нагрузки и равной $Q_1 = q \cdot a$ = 4 кН. Кроме силы $\vec{Q}_1$ и пары сил с моментом M на балку действуют реакция жёсткой заделки в точке A, имеющая своими составляющими силы $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$ и пару сил с моментом M_A, а также реакция шарнира C, разложенная на составляющие $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ (см. рис. 1.10, *a*). Действующие на раму силы составляют уравновешенную плоскую систему сил. Выберем систему координат xAy, как показано на рис. 1.10, *a*, и составим уравнения равновесия:

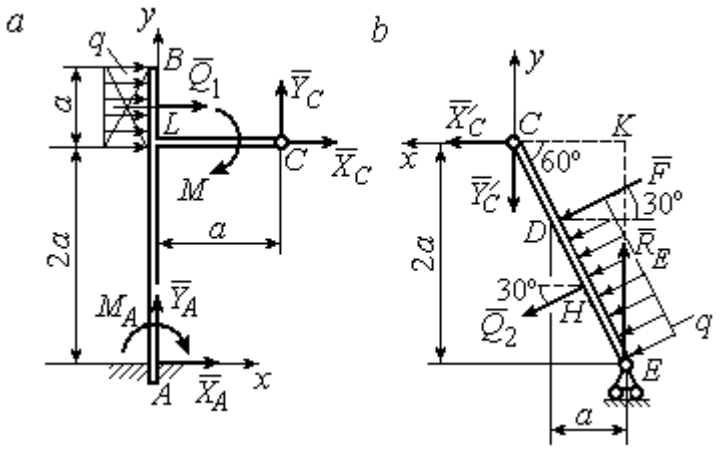


Рис. 1.10. Равновесие частей конструкции:
a - силы и реакции связей, действующие на балку $ABLC$;
b - силы и реакции связей, действующие на балку CE

$$\sum F_{kx} = X_A + Q_1 + X_C = 0, \quad \sum F_{ky} = Y_A + Y_C = 0,$$

$$\sum M_A(\vec{F}_k) = -M_A - Q_1 \cdot \left(2a + \frac{a}{2}\right) - M + Y_C a - X_C 2a = 0.$$

Рассмотрим равновесие балки *EC*. Заменим равномерную нагрузку эквивалентной силой $\vec{Q}_2$, приложенной в середине отрезка *ED*, направленной в сторону действия нагрузки и равной по модулю $Q_2 = q \cdot 2a = 8\,\text{кН}$. На балку кроме сил $\vec{Q}_2$, $\vec{F}$ действуют реакции связей: $\vec{R}_E$ – реакция шарнирно-подвижной опоры в точке *E* и $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ – составляющие реакции шарнира *C*. Силы $\vec{X}'_C$, $\vec{Y}'_C$ направлены противоположно силам $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$ и равны им по модулю $X_C = X'_C$, $Y_C = Y'_C$ (см. рис. 1.10, *a*, *b*). Действующие на балку *EC* силы образуют плоскую уравновешенную систему сил. Выберем систему координат *xCy,* как показано на рис. 1.10, *b,* и составим уравнения равновесия. При этом центром, относительно которого будем считать моменты сил, выберем точку *C*. Получим:

$$\sum F_{kx} = Q_2 \sin 60^\circ + F\cos 30^\circ + \vec{X}'_C = 0,\ \sum F_{ky} = R_E - Q_2 \cos 60^\circ - F\sin 30^\circ - Y'_C = 0,$$

$$\sum M_C\left(\vec{F}_k\right) = -F \cdot CD - Q_2 \cdot CH + R_E \cdot CK = 0.$$

Здесь плечи сил: $CD = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - 2a$, $CH = \dfrac{2a}{\cos 30^\circ} - a$, $CK = 2a\,\text{tg}30^\circ$. Заменяя в уравнениях величины X'_C на X_C, а Y'_C на Y_C и подставляя исходные данные, получим систему уравнений:

$$X_A + X_C + 4 = 0,\ Y_A + Y_C = 0,\ -M_A - 4X_C + 2Y_C - 25 = 0,$$

$$X_C + 15{,}59 = 0,\ -Y_C + R_E - 9 = 0,\ 2{,}31R_E - 27{,}14 = 0,$$

откуда найдём величины реакции жесткой заделки и реакции шарниров:

$$X_A = 11{,}59\ \text{кН},\ Y_A = -2{,}76\ \text{кН},\ M_A = 42{,}87\ \text{кН·м},$$

$$X_C = -15{,}59\ \text{кН},\ Y_C = 2{,}76\ \text{кН},\ R_E = 11{,}76\ \text{кН}.$$

Модули реакций жесткой заделки *A* и шарнира *C*:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2} = 11{,}91\ \text{кН},\ R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2} = 15{,}83\ \text{кН}.$$

1.5. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил

В заданиях рассматривается равновесие однородной плиты или вала (прямого или с «ломаной» осью) с насаженным на него шкивом.

Вал закреплен подпятником и подшипником и удерживается в равновесии. На вал действуют сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и сила $\vec{P}$. На шкив вала намотана нить, к свободному концу которой, перекинутому через невесомый блок, подвешен груз весом Q. Для вала определить реакции подшипника и подпятника и величину уравновешивающей силы Q (или момента M).

Плита весом P закреплена пространственным шарниром, подшипником и удерживается в заданном положении невесомым стержнем. На плиту действуют силы $\vec{F}$, $\vec{Q}$ и пара сил с моментом M. Для плиты найти реакции сферического и цилиндрического шарниров и реакцию стержня.

Варианты задания даны на рис. 1.11 – 1.13. Исходные данные для выполнения задания приведены в табл. 1.2.

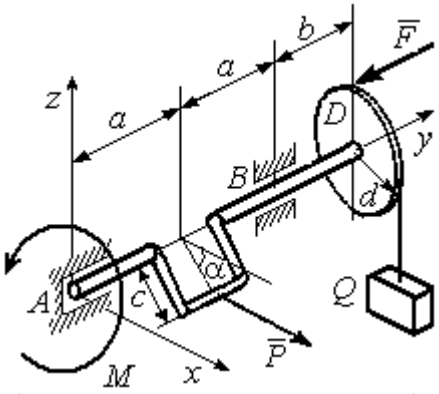
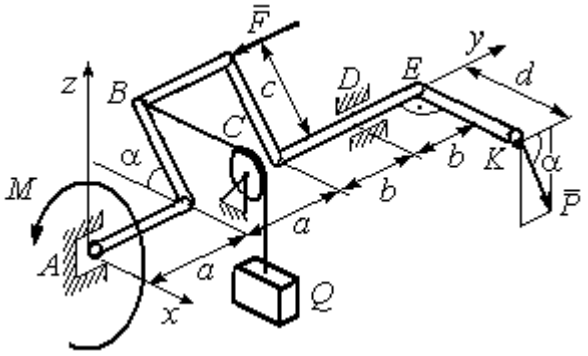
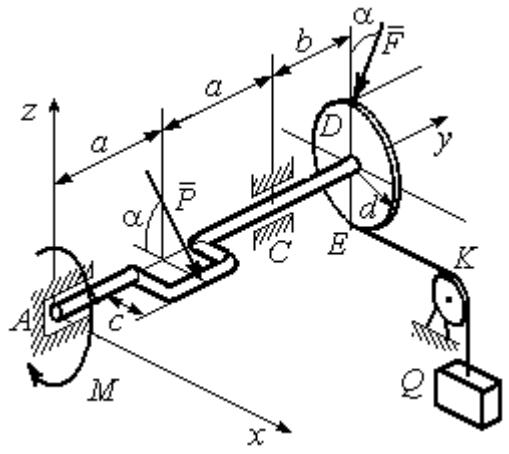
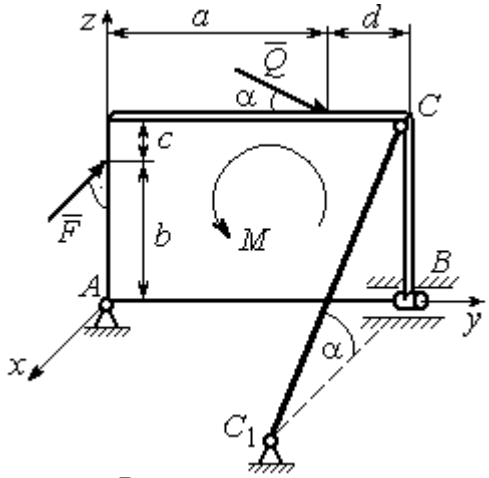
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ параллельна оси Ax; нить, удерживающая груз, сходит со шкива вертикально. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и B и величину уравновешивающего груза Q	Сила $\vec{F}$ параллельна оси Ay; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной zAy; отрезок нити BC параллелен оси Ax; рукоять вала EK параллельна оси Ax. Найти реакции подпятника и подшипника в точках A и D и величину уравновешивающего момента M

Рис. 1.11. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 1 – 2, 11 – 12, 21 – 22

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Сила $\vec{F}$, лежит в плоскости *zAy*; сила $\vec{P}$ лежит в плоскости, параллельной *zAx*, отрезок нити *EK* параллелен оси *Ax*. Найти реакции подпятника и подшипника в точках *A* и *C*, а также величину уравновешивающего груза *Q*	Плита весом *P* расположена в плоскости *zAy*; пара сил с моментом *M* действует в плоскости плиты; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной *zAx*; сила $\vec{Q}$ действует в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ перпендикулярна плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1

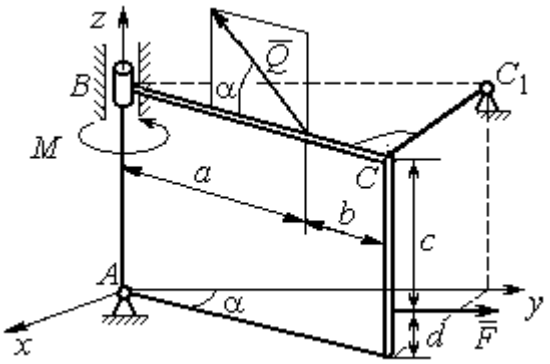
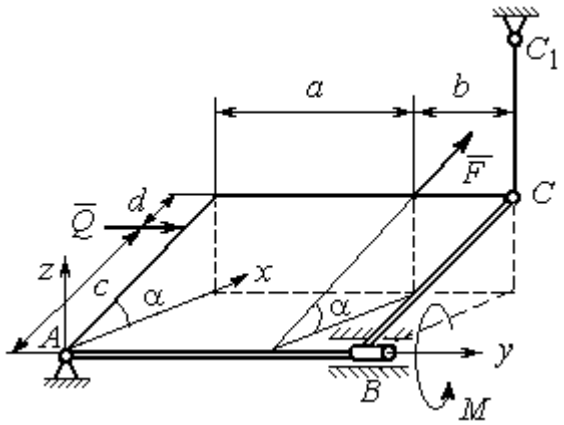
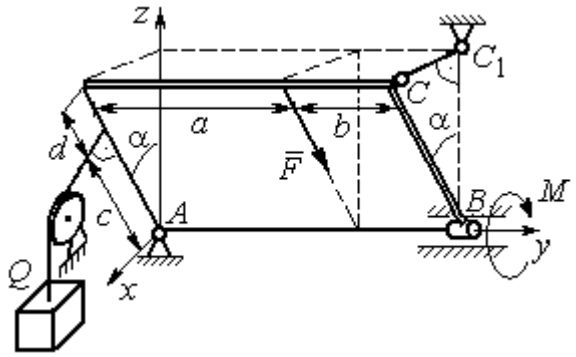
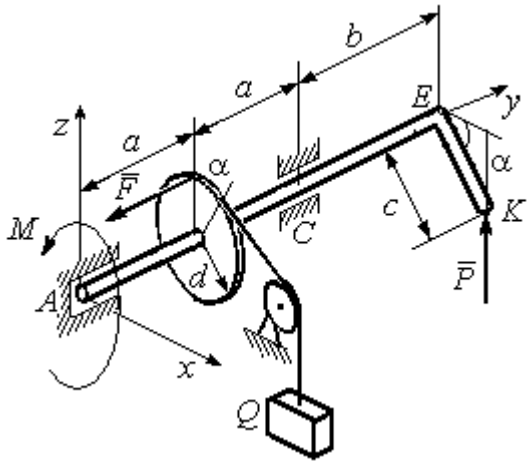
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Плита весом *P* отклонена на угол α от вертикальной плоскости *zAy*; сила $\vec{Q}$ лежит в плоскости плиты; сила $\vec{F}$ параллельна оси *Ay*; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Плита весом *P* отклонена на угол α от горизонтальной плоскости *xAy*; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна боковой стенке плиты и параллельна оси *Ay*; сила $\vec{F}$ расположена в плоскости плиты и параллельна её боковым стенкам; стержень CC_1 параллелен оси *Az*. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1

Рис. 1.12. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 3 – 6, 13 – 16, 23 – 26

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	
Плита весом *P* отклонена на угол α от вертикальной плоскости *zAy*; нить, удерживающая груз *Q*, находится плоскости *zAx*, прикреплена к боковой стенке плиты и перпендикулярна ей; сила $\vec{F}$ параллельна боковым стенкам плиты; стержень CC_1 перпендикулярен плоскости *zAy*. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Рукоять *EK* перпендикулярна оси вала и наклонена под углом α к горизонтальной плоскости *xAy*; сила $\vec{P}$ параллельна оси *Az*; сила $\vec{F}$ параллельна оси A*y*; нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива по касательной. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *C*, и величину уравновешивающего груза *Q*

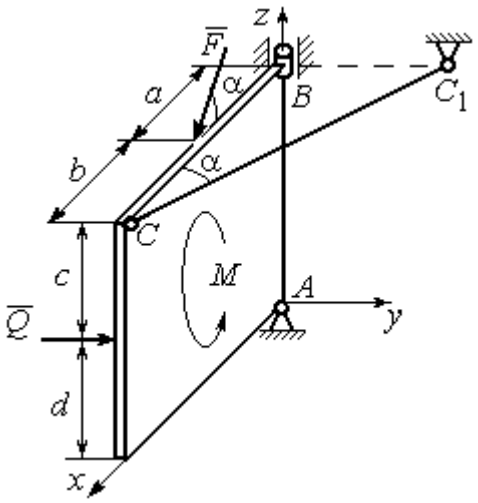
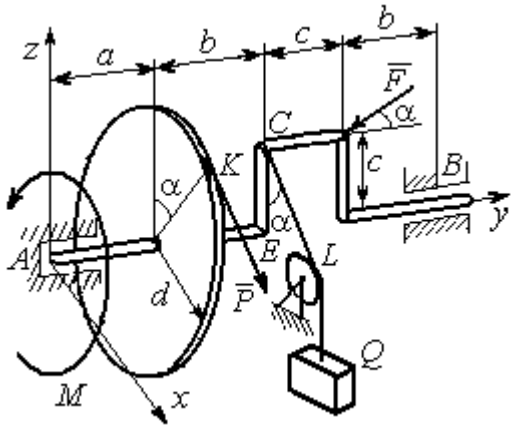
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	
Плита весом *P* находится в вертикальной плоскости *zAx*; стержень CC_1 расположен в плоскости, параллельной *xAy*; пара сил с моментом *M* действует в плоскости плиты; сила $\vec{Q}$ перпендикулярна плоскости плиты; сила $\vec{F}$ лежит в плоскости плиты. Найти реакции сферического и цилиндрического шарниров в точках *A* и *B* и реакцию стержня CC_1	Сила $\vec{F}$ находится в плоскости *zAy*; стойка *CE* находится в плоскости *zAy*; отрезок *CL* нити, удерживающей груз, находится в плоскости параллельной *xAz*; сила $\vec{P}$ находится в плоскости шкива и направлена по касательной к ободу в точке *K*. Найти реакции подпятника *A*, подшипника *B* и величину уравновешивающего момента *M*

Рис. 1.13. Задание С2. Равновесие пространственной системы сил.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 1.2

Исходные данные для задания С2.
Равновесие пространственной системы сил

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
P, кН	5	4	6	10	16	15	12	10	15	14
F, кН	8	6	12	6	10	10	8	12	12	10
Q, кН	–	12	–	12	8	12	10	–	10	12
M, кН·м	12	–	10	8	12	6	8	6	8	–
α, град	60	30	30	30	60	60	60	30	30	60
a, м	1,2	0,8	1,4	0,6	1,2	0,9	1,4	0,4	0,8	0,8
b, м	1,0	0,6	1,1	0,4	0,8	0,4	0,6	1,2	0,2	0,6
c, м	0,8	0,5	0,8	0,3	1,4	0,8	1,2	0,8	0,4	0,4
d, м	0,4	0,4	0,6	0,2	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6

Номер варианта задания	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**
P, кН	8	10	10	15	14	10	16	9	10	12
F, кН	6	12	16	8	12	14	10	15	8	10
Q, кН	–	14	–	10	10	12	14	–	12	14
M, кН·м	10	–	12	12	12	8	10	10	10	–
α, град	30	60	60	60	30	30	30	60	60	30
a, м	0,8	1,3	0,9	0,5	1,3	1,2	1,6	0,6	0,9	1,2
b, м	0,6	1,1	0,6	0,4	0,9	0,6	0,8	1,2	0,3	0,8
c, м	0,4	0,8	0,5	0,2	1,5	0,9	1,2	0,4	0,6	0,6
d, м	0,2	0,4	0,4	0,1	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2	0,8

Номер варианта задания	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P, кН	10	12	5	8	10	14	18	12	14	10
F, кН	12	8	15	10	12	8	10	15	9	8
Q, кН	–	10	–	12	14	10	16	–	12	6
M, кН·м	12	–	16	14	8	10	8	12	10	–
α, град	90	30	60	30	45	30	30	60	60	30
a, м	0,6	0,8	1,1	1,2	1,5	0,8	1,0	0,8	1,2	0,9
b, м	0,8	0,6	0,9	1,0	0,9	0,6	0,8	1,4	0,6	0,4
c, м	0,4	1,2	0,8	0,6	1,5	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6
d, м	0,4	1,5	0,5	0,2	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6	0,5

Примеры решения задания С2. Равновесие пространственной системы сил

Задача 1. Горизонтальный вал (рис. 1.14) закреплен в подпятнике *C* и подшипнике *K*. Вал имеет шкив I радиуса *R* и шкив II радиуса *r*, перпендикулярные оси вала. Рукоять *AE* параллельна оси *Cx*. Нить, удерживающая груз *Q*, сходит со шкива I по касательной вертикально вниз. На вал действуют силы $\vec{F}$, $\vec{P}$ и пара сил с моментом *M*, закручивающая вал вокруг оси *Cy*. Сила $\vec{F}$ находится в плоскости, параллельной *zCy*, и составляет угол 60° с направлением оси *Cy*. Сила $\vec{P}$ приложена в точке *B* шкива II, определяемой центральным углом 30º, и направлена по касательной. Определить величину уравновешивающего момента *M* и реакции подшипника и подпятника, если $P = 4$ кН, $F = 2$ кН, $Q = 3$ кН, $R = 0{,}6$ м, $r = 0{,}3$ м, $a = 0{,}8$ м, $b = 0{,}4$ м.

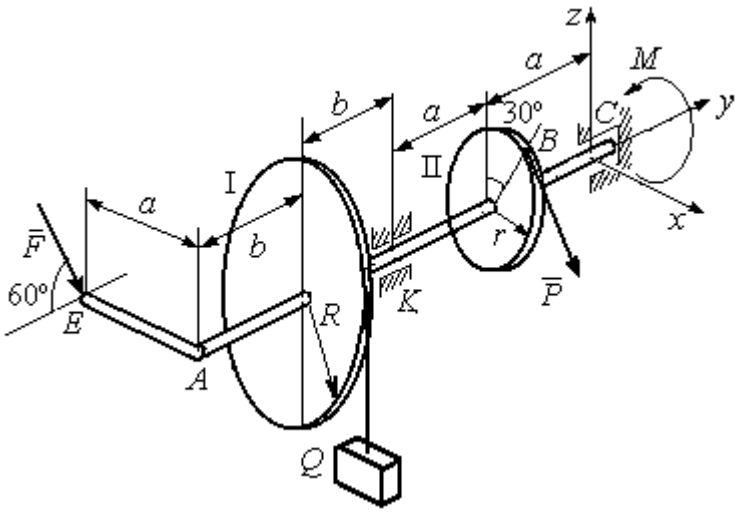


Рис. 1.14. Схема вала и его нагрузка

Решение

Рассмотрим равновесие вала. На вал действуют внешние силы $\vec{F}$, $\vec{P}$, пара сил с моментом *M* и реакции связей. Связями являются нить, натянутая грузом *Q*, подпятник *C* и подшипник *K*. Освобождаем вал от связей, заменяя их действие реакциями. Реакцию подпятника *C* раскладываем на три со-

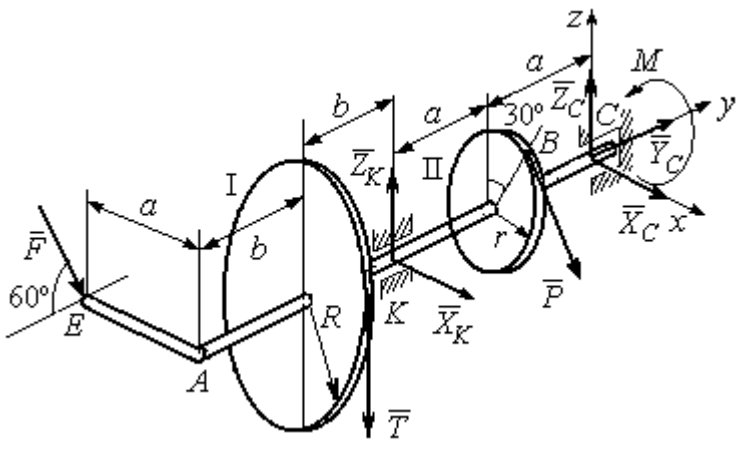


Рис. 1.15. Внешние силы и реакции связей вала

ставляющие: $\vec{X}_C$, $\vec{Y}_C$, $\vec{Z}_C$, направленные вдоль координатных осей. Реакция подшипника *K* лежит в плоскости, перпендикулярной оси вала, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_K, \vec{Z}_K$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция нити $\vec{T}$ направлена вдоль нити от точки *K* и по модулю равна весу груза. Действие на вал внешних сил и реакций связи показано на рис. 1.15.

Внешние силы, действующие на вал, и реакции связей составляют произвольную пространственную систему сил, эквивалентную нулю ($\vec{P}, \vec{F}, \vec{X}_K, \vec{Z}_K, \vec{T}, \vec{X}_C, \vec{Y}_C, \vec{Z}_C, M$) ∞ 0, для которой уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0\,,\ \sum F_{ky} = 0\,,\ \sum F_{kz} = 0\,,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0\,,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0\,,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0\,.$$

Для удобства при составлении уравнений равновесия изобразим вал вместе с действующими на него силами в проекциях на координатные плоскости (рис. 1.16)

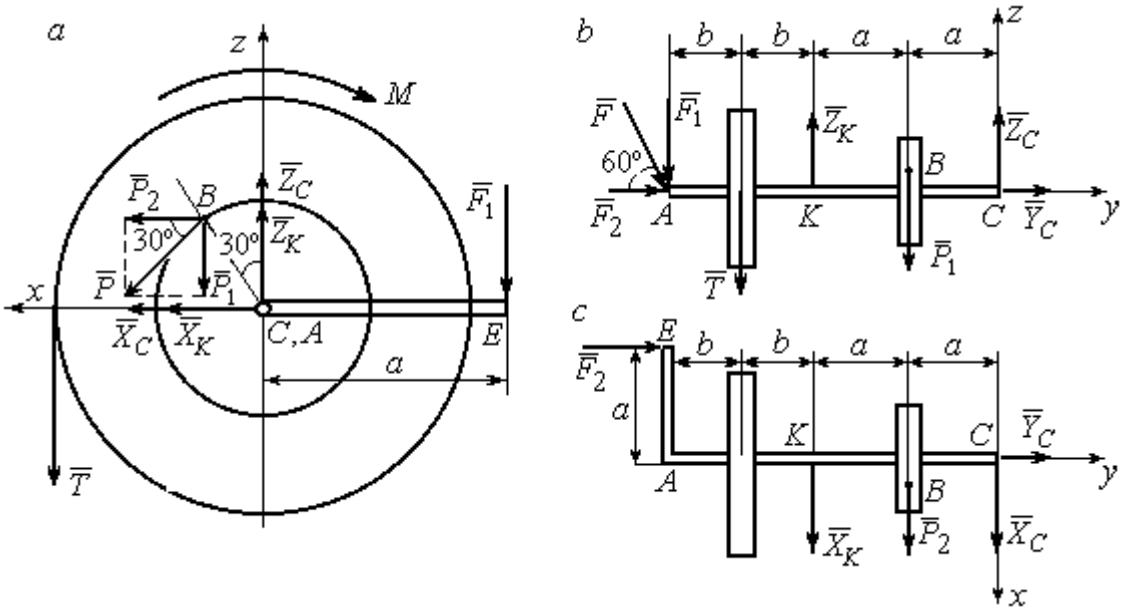


Рис. 1.16. Вал и действующие на него силы в проекциях на координатные плоскости:
a – вид вала в проекции на плоскость *zCx* с положительного конца оси *y*;
b – вид вала в проекции на плоскость *zCy* с положительного конца оси *x*;
c – вид вала в проекции на плоскость *xCy* с положительного конца оси *z*.

На рис. 1.16, *а* показаны проекции всех сил на плоскость *zCx*. Вычисляя моменты проекций этих сил относительно точки *C*, получим значения моментов исходных сил относительно оси *y*.

Для вычисления моментов сил относительно оси *x* достаточно найти моменты проекций сил на плоскость *zCy* относительно точки *C* (см. рис. 1.16, *b*), а вычисляя моменты проекций сил на плоскость *xCy* относительно точки *C*, получим значения моментов сил относительно оси z.

Составляем уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = P_2 + X_K + X_C = 0,\ \sum F_{ky} = F_2 + Y_C = 0,$$

$$\sum F_{kz} = -P_1 + Z_K - T + Z_C - F_1 = 0,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = P_1 a - Z_K 2a - T(2a + b) + F_1(2a + 2b) = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = -F_1 a + TR + Pr - M = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = P_2 a + X_K 2a - F_2 a = 0.$$

Подставляя исходные данные задачи, с учётом того, что

$$P_1 = P\cos 60^\circ = 0{,}5P,\ P_2 = P\cos 30^\circ = 0{,}87P,$$

$$F_1 = F\cos 30^\circ = 0{,}87F,\ F_2 = F\cos 60^\circ = 0{,}5F$$ (см. рис. 1.16 *а*, *b*),

получим систему уравнений:

$$0{,}87 \cdot 4 + X_K + X_C = 0,\ \ 2 \cdot 0{,}5 + Y_C = 0,\ -4 \cdot 0{,}5 + Z_K - 3 + Z_C - 2 \cdot 0{,}87 = 0,$$

$$0{,}5 \cdot 4 \cdot 0{,}8 - 1{,}6Z_K - 3 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 0{,}4) + 2 \cdot 0{,}87(2 \cdot 0{,}8 + 2 \cdot 0{,}4) = 0,$$

$$-0{,}87 \cdot 0{,}8 + 3 \cdot 0{,}6 + 4 \cdot 0{,}3 - M = 0,\ 0{,}87 \cdot 4 \cdot 0{,}8 + 1{,}6 \cdot X_K - 2 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}8 = 0.$$

Решая систему, найдём: $X_C = -2{,}24$ кН, $Y_C = -1$ кН, $Z_C = 6{,}39$ кН, $X_K = -1{,}24$ кН, $Z_K = 0{,}35$ кН, $M = 2{,}3$ кН·м.

Окончательно, реакция подпятника $R_C = \sqrt{X_C^2 + Y_C^2 + Z_C^2} = 6{,}84$ кН,

реакция подшипника $R_K = \sqrt{X_K^2 + Z_K^2} = 1{,}29$ кН.

Задача 2. Плита весом *P* расположена в вертикальной плоскости *zAy*. В точке А плита закреплена пространственным шарниром, а в точке *B* на оси *y* опирается на цилиндрический шарнир (подшипник). Плита удерживается в равновесии при помощи невесомого стержня CC_1, прикреплённого шарниром к плите в её верхнем углу, в точке *C* перпендикулярно плоскости плиты (рис. 1.17).

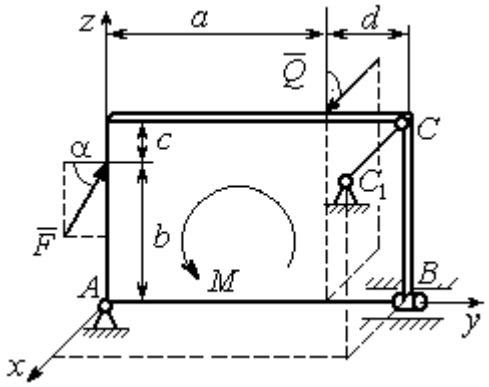


Рис. 1.17. Равновесие плиты

На плиту действует сила $\vec{Q}$, приложенная на краю плиты перпендикулярно её плоскости, и сила $\vec{F}$, лежащая в плоскости плиты и направленная под углом α к горизонту (см. рис. 1.17). Кроме того, в плоскости плиты на неё действует пара сил с моментом *M*. Найти реакции шарниров *A* и *B* и усилие в стержневой подпорке CC_1 при равновесии плиты, если параметры нагрузки: *P* = 1 кН, *Q* = 500 Н, *F* = 400 Н, *M* = 300 Н·м, $\alpha = 35^\circ$, *a* = 2 м, *b* = 1,5 м, *c* = 0,2 м, *d* = 0,4 м.

Решение

Заменим связи плиты их реакциями. Реакция шарнира *A* раскладывается на три составляющие: $\vec{X}_A$ $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$ по направлениям координатных осей. Направления координатных осей показаны на рис. 1.17. Реакция подшипника *B* лежит в плоскости, перпендикулярной оси подшипника, и ее составляющими будут вектора $\vec{X}_B, \vec{Z}_B$, направленные вдоль координатных осей *x*, *z*. Реакция стержня $\vec{T}$ направлена вдоль стержня. Действие сил и реакций показано на рис.1.18.

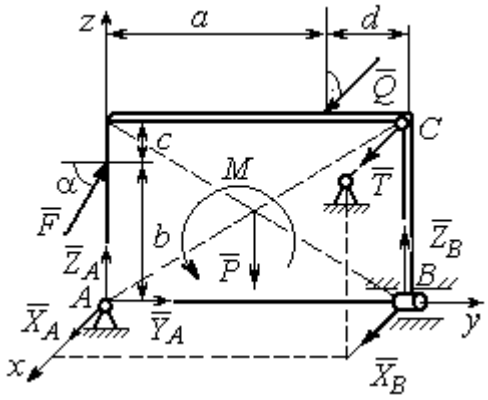


Рис. 1.18. Действие сил и реакций при равновесии плиты

Пространственная система сил, действующих на плиту, является уравновешенной: ($\vec{P}$, $\vec{F}$, $\vec{X}_B$, $\vec{Z}_B$, $\vec{T}$, $\vec{X}_A$, $\vec{Y}_A$, $\vec{Z}_A$, M) ∞ 0. Уравнения равновесия:

$$\sum F_{kx} = 0\,,\ \sum F_{ky} = 0\,,\ \sum F_{kz} = 0\,,$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0\,,\ \sum M_y(\vec{F}_k) = 0\,,\ \sum M_z(\vec{F}_k) = 0\,.$$

В вычислениях моментов сил относительно осей будем считать момент положительным, если при взгляде со стороны положительного направления оси, сила вращает тело (плиту) против хода часовой стрелки. Получим:

$$\sum F_{kx} = 0\,,\ X_A + Q + X_B + T = 0,$$

$$\sum F_{ky} = 0\,,\ Y_A + F\cos\alpha = 0,$$

$$\sum F_{kz} = 0\,,\ Z_A + F\sin\alpha - P + Z_B = 0$$

$$\sum M_x(\vec{F}_k) = 0\,,\ -F\cos\alpha \cdot b - P \cdot 0{,}5(a+d) + Z_B(a+d) + M = 0,$$

$$\sum M_y(\vec{F}_k) = 0\,,\ Q \cdot (b+c) + T \cdot (b+c) = 0,$$

$$\sum M_z(\vec{F}_k) = 0\,,\ -Q \cdot a - T \cdot (a+d) - X_B \cdot (a+d) = 0.$$

Подставив исходные данные задачи, получим систему уравнений:

$$X_A + 500 + X_B + T = 0,\ \ Y_A + 400 \cdot 0{,}82 = 0,\ Z_A + 400 \cdot 0{,}57 - 1000 + Z_B = 0,$$

$$-400 \cdot 0{,}82 \cdot 1{,}5 - 1000 \cdot 0{,}5 \cdot 2{,}4 + Z_B \cdot 2{,}4 + 300 = 0,$$

$$500 \cdot 1{,}7 + T \cdot 1{,}7 = 0,\quad -500 \cdot 2 - T \cdot 2{,}4 - X_B \cdot 2{,}4 = 0,$$

откуда находим значения составляющих реакций:

$$T = -500\ \text{Н},\ X_B = 83{,}33\ \text{Н},\ Z_B = 580\ \text{Н},$$

$$X_A = -83{,}33\ \text{Н},\ Y_A = -328\ \text{Н},\ Z_A = 192\ \text{Н}.$$

Полные реакции пространственного шарнира A:

$$R_A = \sqrt{X_A^2 + Y_A^2 + Z_A^2} = 389{,}09\ \text{Н},$$

цилиндрического шарнира B: $R_B = \sqrt{X_B^2 + Z_B^2} = 585{,}95$ Н.

2. КИНЕМАТИКА ТОЧКИ И ТВЕРДОГО ТЕЛА

Кинематикой называется раздел механики, в котором изучаются свойства движения материальных тел без учета их масс и действующих на них сил.

2.1. Кинематика точки. Основные параметры движения точки

Кривая, которую описывает движущаяся точка, называется **траекторией** точки. Движение точки может быть задано **векторным**, **координатным** или **естественным** способами.

Векторный способ основан на определении положения точки ее радиусом-вектором в виде векторного уравнения $\vec{r} = \vec{r}(t)$. При **координатном способе** задания движения точки положение точки определяется ее координатами, заданными для каждого момента времени: $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$. **Естественный способ** задания движения используется, если заранее известна траектория движения точки. Тогда положение точки однозначно определяется длиной дуги $\breve{OM} = S(t)$, отсчитываемой от некоторой фиксированной точки *O*, принятой за начало отсчета.

Мгновенная скорость, или скорость точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от радиуса-вектора точки: $\vec{V} = \dot{\vec{r}}$. Вектор скорости точки $\vec{V}$ всегда направлен по касательной к траектории в сторону движения точки.

При координатном способе задания движения величины проекций вектора скорости $\vec{V}$ на координатные оси определяются как производные по времени от соответствующих координат: $V_x = \dot{x}$, $V_y = \dot{y}$, $V_z = \dot{z}$. Модуль вектора скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$. При естественном способе задания движения вектор скорости точки определяется равенством: $\vec{V} = \dot{S}\vec{\tau}$, где $S = S(t)$ – закон измене-

ния длины дуги, $\vec{\tau}$ –единичный вектор касательной к траектории движения, направленный в сторону возрастающих расстояний.

Величина $V = |\dot{S}|$ называется алгебраической скоростью точки. При $\dot{S} > 0$ вектор скорости $\vec{V}$ направлен по единичному вектору $\vec{\tau}$ – в сторону возрастающих расстояний. При $\dot{S} < 0$ он имеет направление, противоположное единичному вектору $\vec{\tau}$, т. е. в сторону убывающих расстояний.

Мгновенное ускорение, или ускорение точки в данный момент времени, является векторной величиной и определяется как производная по времени от вектора скорости точки или как вторая производная от радиус-вектора точки: $\vec{a} = \dot{\vec{V}} = \ddot{\vec{r}}$. При координатном способе проекции вектора ускорения $\vec{a}$ на координатные оси – величины a_x, a_y, a_z – определяются равенствами: $a_x = \dot{V}_x = \ddot{x}$, $a_y = \dot{V}_y = \ddot{y}$, $a_z = \dot{V}_z = \ddot{z}$. Модуль вектора ускорения равен: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$.

При естественном способе задания движения вектор ускорения точки $\vec{a}$ раскладывается на две взаимно перпендикулярные составляющие $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$, параллельные осям n и τ естественной системы координат, и представляется в виде равенства $\vec{a} = a_\tau \vec{\tau} + a_n \vec{n}$, или $\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$, где $\vec{\tau}$ – единичный направляющий вектор оси, касательной к траектории (касательная ось); $\vec{n}$ – единичный направляющий вектор главной нормали траектории. Величина a_n называется **нормальным ускорением** точки и вычисляется по формуле: $a_n = \dfrac{V^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны траектории. (У окружности радиус кривизны равен её радиусу, у прямой линии – бесконечности.) Вектор $\vec{a}_n$ нормальной составляющей ускорения всегда направлен к центру кривизны траектории. При движении по окружности радиус кривизны траектории равен радиусу окружности, а центр кривизны траектории совпадает с центром окружности. Величина a_τ называется **касательным ускорением** и равна модулю второй производной от заданно-

го закона изменения длины дуги: $a_\tau = |\ddot{S}|$, где $S = S(t)$ – закон изменения длины дуги. Направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_\tau$ зависит от знака второй производной $\ddot{S}$. При $\ddot{S} > 0$ вектор $\vec{a}_\tau$ в направлен в сторону возрастающих расстояний, по направлению единичного вектора $\vec{\tau}$, при $\ddot{S} < 0$ – в сторону убывающих расстояний (противоположно единичному вектору $\vec{\tau}$). Вектор полного ускорения $\vec{a}$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$. Модуль вектора ускорения: $a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$.

2.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси

Движение тела, при котором все точки некоторой его прямой остаются неподвижными, называется **вращательным**, а указанная прямая называется осью вращения. Вращение тела задается углом поворота $\varphi = \varphi(t)$ подвижной плоскости, связанной с телом, относительно некоторого ее начального положения. Направление вращения с возрастанием угла поворота считается положительным.

Величина **угловой скорости** вращения тела равна модулю производной от угла поворота тела по времени: $\omega = |\dot{\varphi}|$. Направление угловой скорости вращения тела зависит от знака производной $\dot{\varphi}$. При $\dot{\varphi} > 0$ вращение происходит в положительном направлении, в сторону возрастания угла поворота, при $\dot{\varphi} < 0$ – в отрицательном. Направление угловой скорости обычно показывают дуговой стрелкой вокруг оси вращения. Вектор угловой скорости $\vec{\omega}$ направлен вдоль оси вращения в сторону, откуда вращение тела видно против хода часовой стрелки.

Величина **углового ускорения** при вращении тела равна модулю второй производной от угла поворота тела по времени: $\varepsilon = |\ddot{\varphi}|$. Если $\ddot{\varphi}$ одного знака с

φ, то угловое ускорение ускоряет вращение тела, если разных знаков, то угловое ускорение замедляет вращение.

При вращательном движении тела все его точки движутся по окружностям, радиусы которых равны расстояниям от выбранной точки до неподвижной оси. **Скорость точки вращающегося твердого тела (**в отличие от угловой скорости тела) называют **линейной,** или **окружной скоростью** точки. Величина скорости рассчитывается по формуле: $V = \omega h$, где ω – величина угловой скорости тела; h – расстояние от точки до оси вращения. Вектор скорости точки лежит в плоскости описываемой точкой окружности и направлен по касательной к ней в сторону вращения тела. Отношение скоростей двух точек вращающегося тела равно отношению расстояний от этих точек до оси: $\frac{V_{M1}}{V_{M2}} = \frac{h_1}{h_2}$.

Ускорение точки вращающегося твердого тела рассчитывается как ускорение точки при естественном способе задания движения в виде суммы векторов касательного и нормального ускорений: $\vec{a}_M = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$. Величины касательного, нормального и полного ускорений точки вращающегося тела, соответственно: $a_\tau = \varepsilon h$, $a_n = \omega^2 h$, $a_M = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$, где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела; h – расстояние от точки до оси вращения.

2.3. Плоскопараллельное движение твёрдого тела

Плоскопараллельным, или плоским движением твердого тела, называется такое движение, при котором все точки тела движутся параллельно некоторой неподвижной плоскости. Плоское движение представляется в виде суммы мгновенного поступательного движения, при котором все точки плоской фигуры движутся со скоростью выбранной точки-полюса, и мгновенного вращательного движения вокруг этого полюса.

Скорость любой точки M плоской фигуры равна векторной сумме вектора скорости точки-полюса и вектора скорости точки M при вращении тела вокруг этого полюса: $\vec{V}_M = \vec{V}_A + \vec{V}_{MA}$, где $\vec{V}_M$ – скорость точки M; $\vec{V}_A$ – скорость полюса A; $\vec{V}_{MA}$ – вектор скорости точки M при вращении тела вокруг полюса A, модуль скорости $V_{MA} = \omega \cdot MA$, где ω – угловая скорость мгновенного вращательного движения тела вокруг полюса; MA – расстояние между полюсом A и точкой M.

Мгновенным центром скоростей называется такая точка P плоской фигуры, скорость которой в данный момент времени равна нулю. Выбрав в качестве полюса мгновенный центр скоростей, скорость любой точки плоской фигуры находят так, как если бы мгновенное движение фигуры было вращательным вокруг мгновенного центра скоростей.

Способы построения мгновенного центра скоростей

1. Если известны направления скоростей $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ каких-нибудь двух точек A и B плоской фигуры, то мгновенный центр скоростей находится в точке пересечения перпендикуляров, восстановленных из этих точек к векторам скоростей (рис. 2.1, *a*).

2. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек A и B плоской фигуры известны и параллельны друг другу, а линия AB перпендикулярна $\vec{V}_A$ (и, конечно, $\vec{V}_B$), то мгновенный центр скоростей определяется как точка пересечения линий, проведенных через основания и вершины векторов скоростей (построение показано на рис. 2.1, *b*, *c*).

3. Если скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ двух точек A и B параллельны друг другу, но линия AB, соединяющая эти точки, не перпендикулярна векторам скоростей (рис. 2.1, *d*), то мгновенная угловая скорость тела равна нулю и движение тела

в данный момент времени является мгновенным поступательным. В этом случае скорости всех точек равны по величине и направлению.

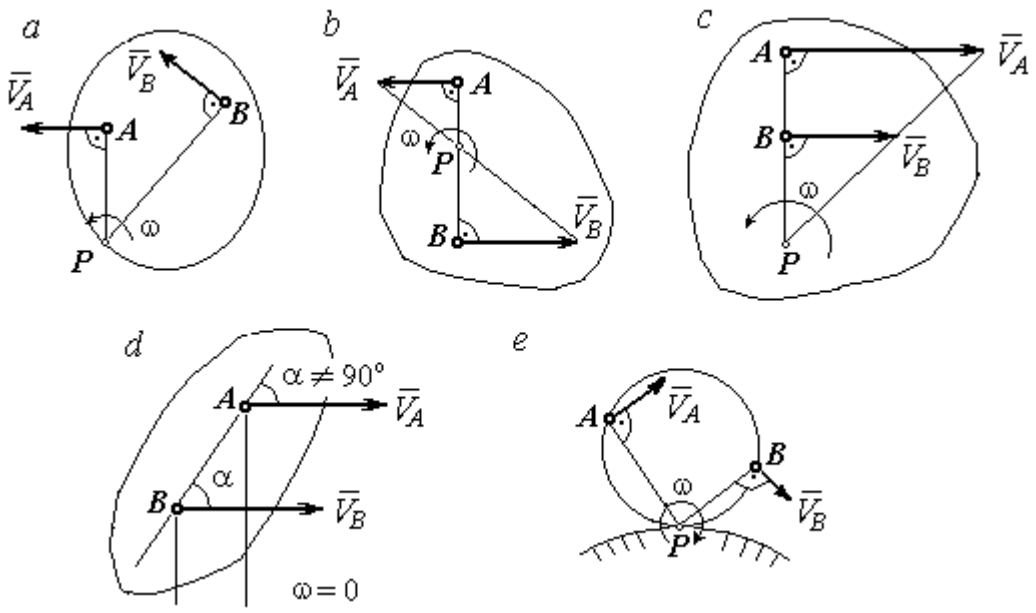


Рис. 2.1. Способы построения мгновенного центра скоростей

4. Если плоскопараллельное движение осуществляется путем качения без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого, то мгновенный центр скоростей расположен в точке касания катящегося тела с неподвижной поверхностью (рис. 2.1, *e*).

Ускорение любой точки *M* плоской фигуры при плоскопараллельном движении твердого тела представляется как сумма векторов – ускорения полюса и ускорения точки *M* при вращении фигуры вокруг полюса. Учитывая, что ускорение точки вращающегося тела представляется как сумма нормального и касательного ускорений, получим:

$$\vec{a}_M = \vec{a}_A + \vec{a}^{\tau}_{MA} + \vec{a}^{n}_{MA},$$

где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{\tau}_{MA}$, $\vec{a}^{n}_{MA}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M при вращении фигуры вокруг полюса A.

Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{\,n}_{MA}$ всегда направлен от точки M к полюсу A. Вектор касательного ускорения $\vec{a}^{\,\tau}_{MA}$ направлен перпендикулярно отрезку AM в сторону вращения, если оно ускоренное (рис. 2.2, *a*), и против вращения, если оно замедленное (рис. 2.2, *b*). Численно величины касательного и нормального составляющих ускорения точки M определяются по формулам:

$$a^{\tau}_{MA} = \varepsilon \cdot AM\,,\quad a^{n}_{MA} = \omega^2 \cdot AM\,,$$

где ω, ε – угловая скорость и угловое ускорение тела (плоской фигуры); AM – расстояние от точки M до полюса A (см. рис. 2.2).

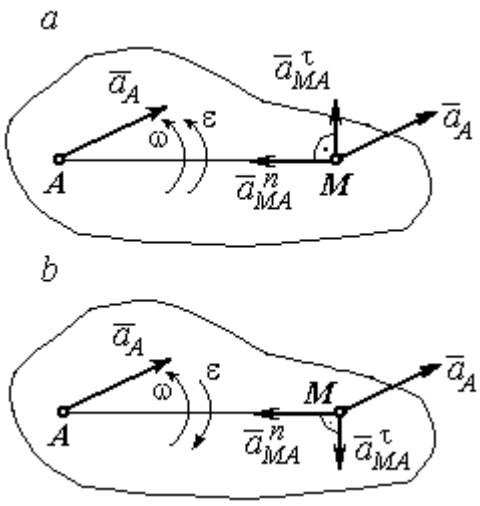


Рис. 2.2. Ускорение точки плоской фигуры:
a – ускоренное движение;
b – замедленное движение

Если при движении плоской фигуры известны траектории движения полюса A и точки M, то для определения ускорения точки M используется векторное равенство

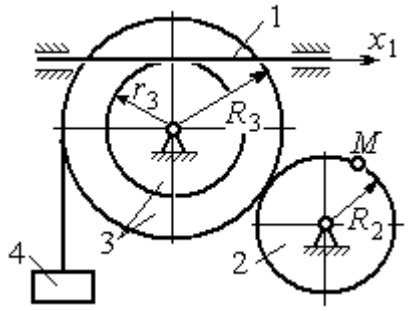
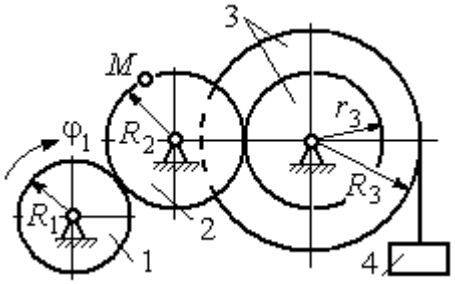
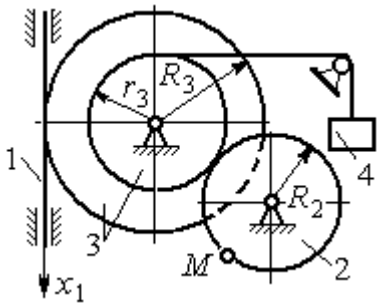
$$\vec{a}^{\,\tau}_{M} + \vec{a}^{\,n}_{M} = \vec{a}^{\,\tau}_{A} + \vec{a}^{\,n}_{A} + \vec{a}^{\,\tau}_{MA} + \vec{a}^{\,n}_{MA},$$

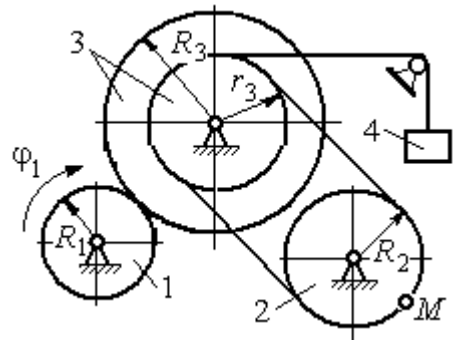
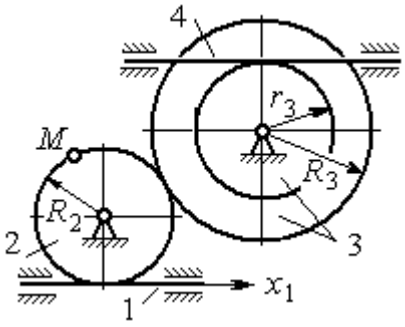
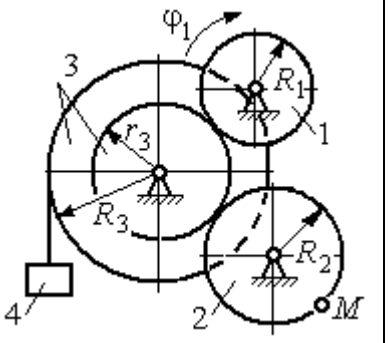
где $\vec{a}^{\,\tau}_{M}$, $\vec{a}^{\,n}_{M}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{A}$, $\vec{a}^{\,n}_{A}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки M и полюса A при движении их по заданным траекториям.

2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела при поступательном и вращательном движениях

По заданному движению одного из звеньев механизма $x_1 = x_1(t)$ (варианты 1, 3, 5, 7, 9) или $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ (варианты 2, 4, 6, 8, 10) найти в момент времени t_1 скорость, касательное, нормальное и полное ускорения точки M звена механизма, совершающего вращательное движение, а также скорость и ускорение звена 4, совершающего поступательное движение.

Варианты заданий даны на рис. 2.3, 2.4. Исходные данные представлены в табл. 2.1.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22	Варианты № 3, 13, 23
		

Варианты № 4, 14, 24	Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
		

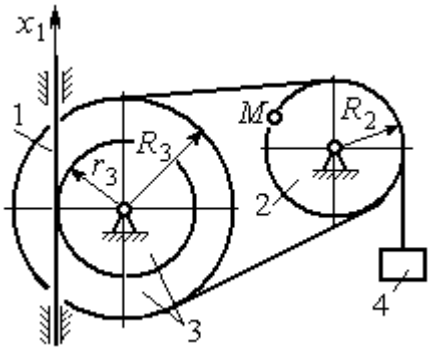
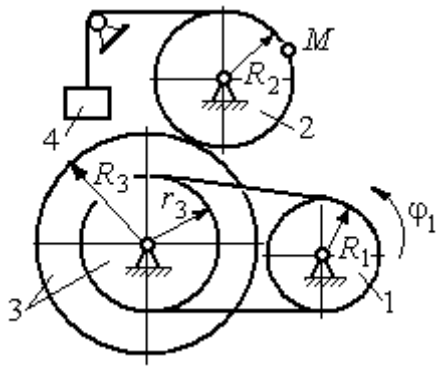
Варианты № 7, 17, 27	Варианты № 8, 18, 28
	

Рис. 2.3. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 1 – 8, 11 – 18, 21 – 28

Окончание вариантов задания К1

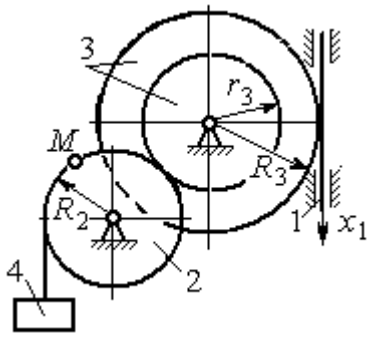
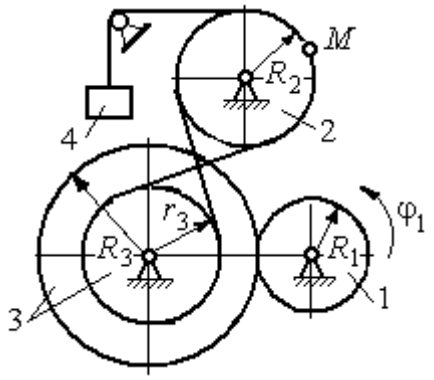
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 2.4. Задание К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Таблица 2.1

Исходные данные вариантов задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
1	–	40	45	35	$x_1(t) = (3t-1)^2$	2
2	10	20	38	18	$\varphi_1(t) = t^2 + 6\cos(\pi t/6)$	3
3	–	30	42	18	$x_1(t) = 5t^2 - 2\cos(\pi t/2)$	1
4	15	30	45	20	$\varphi_1(t) = 5t^2 + \cos(\pi t/2)$	2
5	–	30	40	20	$x_1(t) = 6t - \cos(\pi t/3)$	3
6	10	20	30	10	$\varphi_1(t) = t^3 - \cos(\pi t/2)$	1
7	–	30	40	30	$x_1(t) = 2\sin(\pi t/2) + \cos(\pi t/2)$	2
8	8	10	30	25	$\varphi_1(t) = 5t + \cos(\pi t/2)$	2
9	–	18	30	18	$x_1(t) = 5t + \cos(\pi t/3)$	3
10	15	30	50	20	$\varphi_1(t) = 2t^2 + \sin(\pi t/4)$	2
11	–	30	40	25	$x_1(t) = (t^2 - 3t)$	2
12	12	20	40	28	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 6\sin(\pi t/6)$	3
13	–	25	60	42	$x_1(t) = 2t^2 + \cos(\pi t/2)$	1
14	10	30	45	30	$\varphi_1(t) = 3t^2 + 2\cos(\pi t/2)$	2

Окончание табл. 2.1

Номер варианта задания	R_1,см	R_2, см	R_3, см	r_3, см	$x_1(t)$, см $\varphi_1(t)$, рад	t_1, с
15	–	20	30	20	$x_1(t)=3t^2-\cos(\pi t/3)$	3
16	12	18	40	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\cos(\pi t/2)$	1
17	–	20	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	2
18	15	18	40	25	$\varphi_1(t)=5t+\cos(\pi t/2)$	1
19	–	22	50	18	$x_1(t)=t^2+\cos(\pi t/3)$	3
20	10	20	45	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\sin(\pi t/4)$	4
21	–	20	40	20	$x_1(t)=t+(3t-4)^2$	2
22	8	18	42	18	$\varphi_1(t)=2t^2+12\cos(\pi t/6)$	3
23	–	45	60	40	$x_1(t)=4t^2+\sin(\pi t/2)$	1
24	5	15	30	20	$\varphi_1(t)=2t^2+4\cos(\pi t/2)$	2
25	–	15	35	25	$x_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/3)$	3
26	18	20	35	20	$\varphi_1(t)=2t^3+\sin(\pi t/2)$	1
27	–	15	35	15	$x_1(t)=2\sin(\pi t/2)-\cos(\pi t/2)$	1
28	10	12	40	25	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/2)$	1
29	–	35	50	10	$x_1(t)=t^3-\cos(\pi t/2)$	1
30	10	20	40	10	$\varphi_1(t)=2t^2+\cos(\pi t/4)$	4

Пример выполнения задания К1. Определение скоростей и ускорений точек при поступательном и вращательном движениях твёрдого тела

По заданному уравнению движения звена 1 механизма (рис. 2.5, *а*) определить скорость, нормальное, касательное и полное ускорения точки *M* на момент времени t_1, а также скорость и ускорение звена 4, если значения радиусов колес механизма и закон движения звена 1: R_2= 20 см, r_2= 5 см, R_3= 8 см, r_3 = 4 см, $x_1 = 2t^2 - 5t$ см, t_1=1 с.

Решение

Отметим на схеме положительные направления отсчета углов поворота дисков 2 и 3, соответствующие заданному положительному направлению движения звена 1.

Направления показаны на рис 2.5, *b* дуговыми стрелками φ_2, φ_3, а положительное направление движения звена 4 – направлением оси x_4.

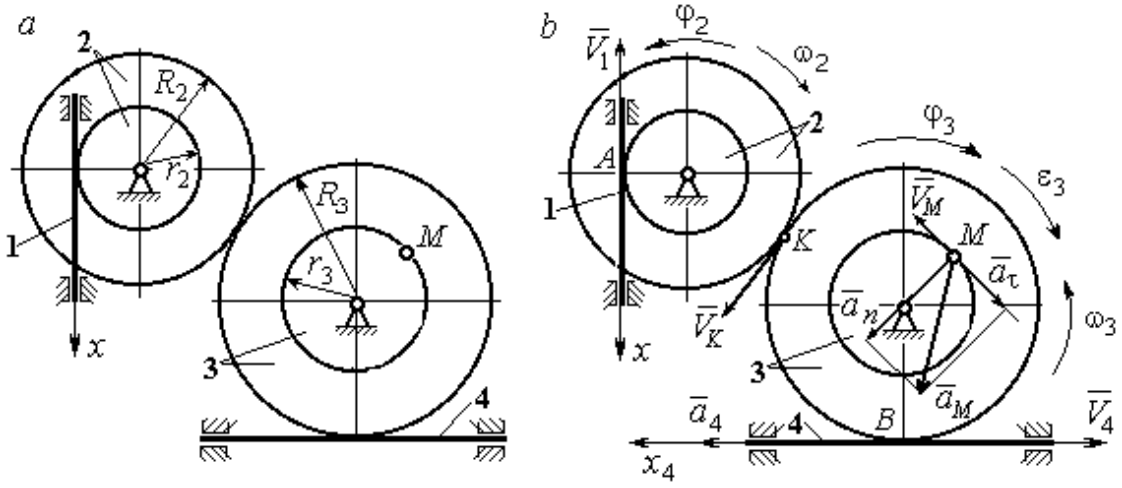


Рис. 2.5. Кинематика вращательного движения твердого тела:
a – схема механизма; *b* – расчетная схема для определения скоростей и ускорений точек механизма

Звено 1 движется поступательно. Движение задано координатным способом в виде закона изменения координаты x. Дифференцируем по времени уравнение движения: $\dot{x} = 4t - 5$ см/с. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной: $\dot{x}(1) = -1$ см/с. Отрицательное значение производной $\dot{x}$ показывает, что в данный момент времени звено 1 движется в отрицательном направлении оси *x*. Скорость звена 1 равна модулю производной: $V_1 = |\dot{x}|$. На рис. 2.5, *b* направление движения звена 1 в момент времени $t_1 = 1$ с показано вектором скорости $\vec{V}_1$, направленным в сторону, противоположную положительному направлению оси *x*. Эту же скорость будет иметь точка *A* – точка контакта звена 1 с диском 2, лежащая на расстоянии r_2 от оси вращения диска. Следовательно, $V_1 = V_A = \omega_2 r_2$, где ω_2 – угловая скорость диска 2. Отсюда угловая скорость диска: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{r_2} = \dfrac{|4t-5|}{5} = |\dot{\varphi}_2|$ рад/с. При $t_1 = 1$ с значение производной отрицательно: $\dot{\varphi}_2(1) = -0{,}2$ рад/с. Это означает, что в заданный момент времени вращение диска 2 с угловой скоростью $\omega_2(1) = |\dot{\varphi}_2(1)| = 0{,}2$ рад/с происходит

в отрицательном для диска 2 направлении. На рис. 2.5, *b* направление вращения диска 2 показано дуговой стрелкой ω_2 в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_2. При передаче вращения диска 2 диску 3 величины угловых скоростей дисков обратно пропорциональны радиусам дисков, которым принадлежит точка контакта: $\frac{\omega_2}{\omega_3} = \frac{R_3}{R_2}$. Тогда, угловая скорость диска 3 $\omega_3 = \omega_2 \frac{R_2}{R_3} = |2t - 2{,}5| = |\dot{\varphi}_3|$ рад/с.

В момент времени $t_1 = 1$с значение производной $\dot{\varphi}_3$ отрицательно: $\dot{\varphi}_3(1) = -0{,}5$ рад/с, и, следовательно, вращение диска 3 в данный момент времени с угловой скоростью $\omega_3(1) = |\dot{\varphi}_3(1)| = 0{,}5$ рад/с происходит в сторону, противоположную положительному направлению отсчета угла φ_3, как показано на рис. 2.5, *b*. Величина (модуль) скорости точки *M* рассчитывается по формуле: $V_M = \omega_3 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с модуль скорости $V_M(1) = 2$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_M$ расположен по касательной к траектории движения точки *M* (окружности) и направлен в сторону вращения диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Звено 4 движется поступательно. Скорость звена 4 равна скорости точки касания его с диском 3: $V_4 = V_B = \omega_3 R_3 = |2t - 2{,}5| \cdot 8 = |\dot{x}_4|$. В момент времени $t_1 = 1$ с значение производной от координаты движения звена 4 отрицательно: $\dot{x}_4(1) = -4$ см/с. В результате, вектор скорости $\vec{V}_4(1)$, равный по модулю $V_4(1) = 4$ см/с, направлен вдоль оси x_4 в сторону, противоположную ее положительному направлению (см. рис. 2.5, *b*).

Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3(t) = |\dot{\omega}_3| = |\ddot{\varphi}_3| = 2$ рад/с^2. Из того, что угловая скорость ω_3 и угловое ускорение $\dot{\omega}_3$ диска 3 имеют разные знаки, следует, что вращение диска 3 замедленное. Угловое ускорение диска направлено в сторону положительного направления отсчета угла поворота φ_3, диска 3 (см. рис. 2.5, *b*).

Касательное ускорение a_τ точки M рассчитывается по формуле $a_\tau = \varepsilon_3 r_3$ и в момент времени $t_1 = 1$ с: $a_\tau = 8$ см/с^2. Так как вращение диска 3 замедленное, вектор касательного ускорения точки M $\vec{a}_\tau(t)$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_M(1)$ (см. рис. 2.5, *b*). Нормальное ускорение a_n точки M рассчитывается как $a_n = \omega_3^2 r_3$. В момент времени $t_1 = 1$ с величина нормального ускорения: $a_n(1) = 1$ см/с^2. Вектор нормального ускорения $\vec{a}_n(1)$ направлен по радиусу к центру диска 3 (см. рис. 2.5, *b*). Полное ускорение точки M в заданный момент времени: $a_M(1) = \sqrt{a_\tau^2(1) + a_n^2(1)} = 8{,}06$ см/с^2. Вектор полного ускорения $\vec{a}_M$ направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_n$ и $\vec{a}_\tau$.

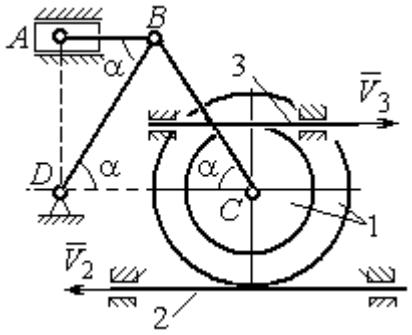
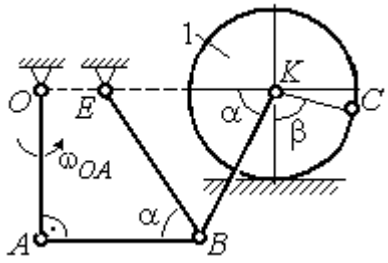
Ускорение a_4 звена 4 находится из условия, что звено 4 движется поступательно и прямолинейно. При прямолинейном движении нормальная составляющая ускорения равна нулю. Тогда $a_4 = a_{4\tau} = \dot{V}_4 = = \dot{V}_B = |\dot{\omega}_3| R_3 = \varepsilon_3 R_3$.

Так как угловое ускорение диска 3 является постоянной величиной, ускорение a_4 не зависит от времени: $a_4 = 16$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_4$ направлен вдоль оси x_4 в сторону положительных значений.

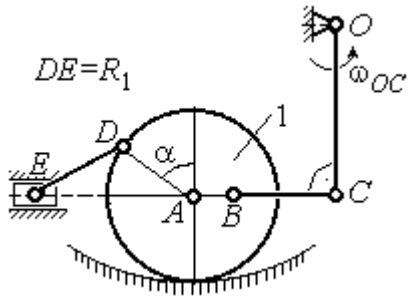
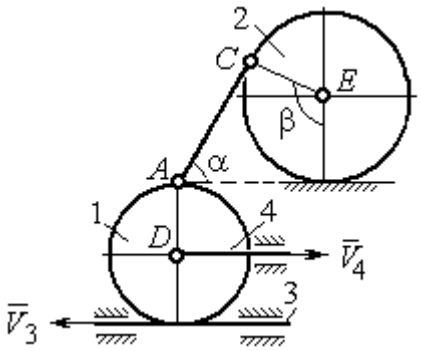
2.5. Задание К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить скорости точек и угловые скорости звеньев механизма.

Варианты заданий показаны на рис. 2.6 – 2.8. Исходные данные вариантов заданий выбираются из таблиц, приведённых на рисунках схем механизмов.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_{AB}, \omega_{BC}, \omega_1, \omega_{BD}$	 Найти: V_A, V_B, V_K, $\omega_1, \omega_{AB}, \omega_{OA}$, ω_{BE}, ω_{BK}

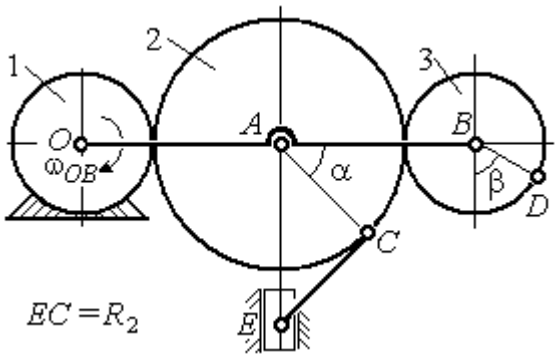
Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	AD, см	α, град	V_2, см/с	V_3, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	OE, см	α, град	β, град	V_C, см/с
1	10	5	20	30	8	10	**2**	3	5	4	30	60	10
11	12	8	25	45	10	4	**12**	4	8	6	45	90	8
21	10	6	15	60	5	5	**22**	5	12	2	60	120	12

Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, $\omega_{BC}, \omega_1, \omega_{DE}$	 Найти: V_A, V_C, V_E, $\omega_1, \omega_2, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OC, см	AB, см	BC, см	α, град	ω_{OC}, рад/с	Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	α, град	β, град	V_3, см/с	V_4, см/с
3	12	18	10	35	60	4	**4**	10	15	30	60	8	4
13	10	15	10	25	90	8	**14**	6	10	45	90	4	6
23	15	20	5	20	120	6	**24**	10	12	60	120	3	3

Рис. 2.6. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

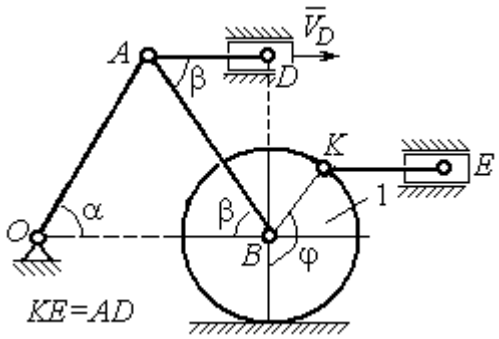
Варианты № 5, 15, 25



Найти: V_A, V_B, V_C, V_D, V_E, ω_2, ω_3, ω_{EC}

Номер варианта задания	R_1, см	R_2, см	R_3, см	α, град	β, град	ω_{OB}, рад/с
5	10	20	12	60	0	6
15	6	18	10	90	90	8
25	20	25	15	120	180	4

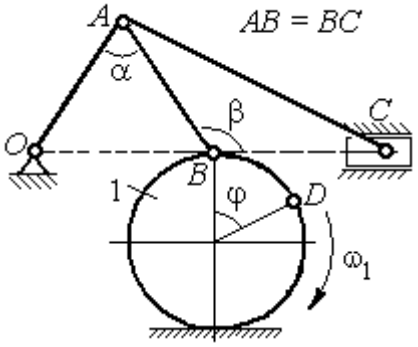
Варианты № 6, 16, 26



Найти: $V_A, V_B, V_K, V_E,$ ω_1, ω_{OA}, ω_{AB}, ω_{AD}, ω_{KE}

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
6	10	20	30	60	60	12
16	12	26	30	30	90	8
26	15	30	60	60	120	15

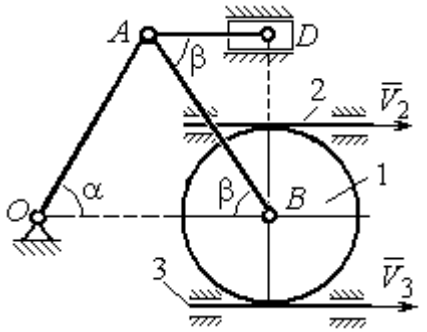
Варианты № 7, 17, 27



Найти: $V_A, V_B, V_C, \omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	AB, см	α, град	β, град	φ, град	V_D, см/с
7	10	20	30	60	60	12
17	12	25	60	120	90	16
27	8	16	30	60	120	10

Варианты № 8, 18, 29

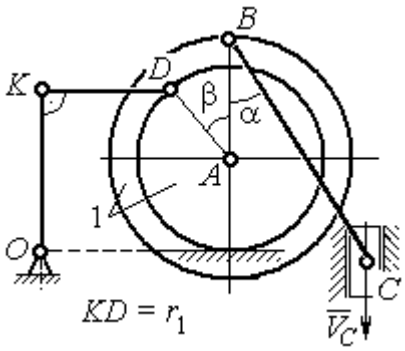
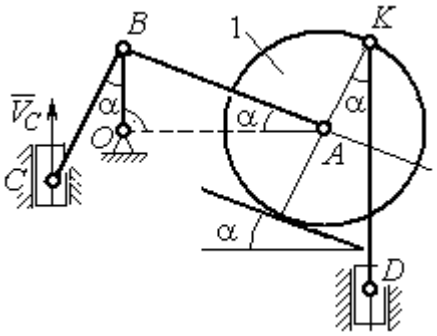


Найти: V_A, V_B, V_D, $\omega_1, \omega_{OA}, \omega_{AB}, \omega_{AD}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	α, град	β, град	V_2, см/с	V_3, см/с
8	10	20	30	60	12	4
18	12	26	30	30	8	2
28	15	30	60	60	6	3

Рис. 2.7. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Окончание вариантов задания К2

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: $\omega_{OK}, \omega_{KD}, \omega_{BC}, \omega_1,$ V_A, V_B, V_K, V_D	 Найти: $V_A, V_B, V_D, V_K,$ $\omega_{CB}, \omega_1, \omega_{OB}, \omega_{AB}, \omega_{KD}$

Номер варианта задания	R_1, см	r_1, см	α, град	β, град	BC, см	V_C, см/с	Номер варианта задания	R_1, см	CB, см	OB, см	KD, см	α, град	V_C, см/с
9	20	12	45	60	60	8	**10**	10	20	30	60	30	4
19	24	16	60	90	50	4	**20**	12	26	30	50	45	2
29	16	10	30	120	40	6	**30**	15	30	60	60	60	3

Рис. 2.8. Задание К2. Определение скоростей точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Пример выполнения задания К2. Определение скоростей точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Плоский механизм (рис. 2.9) состоит из стержня OC и подвижных дисков 2 и 3 радиусами r_2, r_3, шарнирно закрепленными на стержне, соответственно, в точках A и C. Стержень OC вращается вокруг неподвижного центра O с угловой скоростью ω_{OC}. Диск 2, увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзывания по неподвижной поверхности диска 1 радиусом r_1. Диск 3, также увлекаемый стержнем OC, катится без проскальзыва-

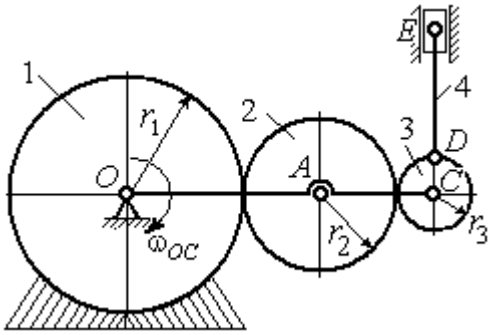


Рис. 2.9. Схема плоского механизма

ния по подвижному диску 2. В точке *D*, расположенной на краю диска 3, шарнирно прикреплен стержень 4, к которому в точке *E* шарнирно прикреплен поршень *E*, способный совершать только вертикальное перемещение. Для заданного положения механизма (см. рис. 2.9), когда стержень *OC* горизонтален, стержень *DE* направлен по линии вертикального диаметра диска 3, найти скорости точек *A*, *C*, *D*, *E*, угловые скорости дисков 2, 3 и стержня 4, если: r_1 = 6 см, r_2 = 4 см, r_3 = 2 см, *DE* = 10 см, ω_{OC} = 1 рад/с.

Решение

Определим скорость точки *A*, общей для стержня *OC* и диска 2: $V_A = \omega_{OC}(r_1 + r_2)$ = 10 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ перпендикулярен стержню *OC* и направлен в сторону его вращения (рис. 2.10).

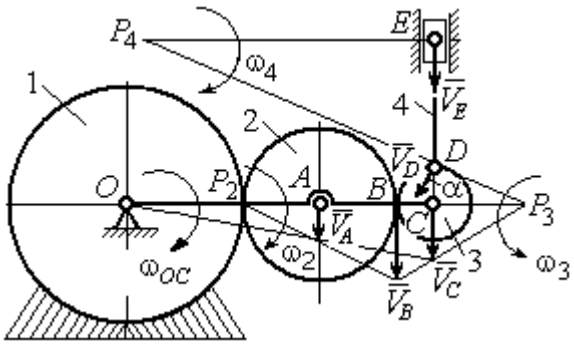


Рис. 2.10. Расчетная схема для определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Диск 2 катится по неподвижной поверхности диска 1. Точка касания диска 2 с неподвижным диском 1 является мгновенным центром скоростей диска 2. На рис. 2.10 центр скоростей диска 2 обозначен точкой P_2. В этом случае скорость точки *A* может быть определена через угловую скорость диска ω_2 следующим образом: $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = 4\omega_2$. Так как V_A = 10 см/с, получим ω_2 = 2,5 рад/с.

Для того чтобы найти угловую скорость диска 3, необходимо определить положение его мгновенного центра скоростей. С этой целью вычислим скорости точек *B* и *C*. Скорость точки *B* может быть найдена через угловую скорость диска 2: $V_B = \omega_2 \cdot BP_2$ = 20 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_B$ перпендикулярен отрезку BP_2 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 2 вокруг своего центра скоростей P_2.

Скорость точки C определяется через угловую скорость стержня OC: $V_C = \omega_{OC}(r_1 + 2r_2 + r_3)$ = 16 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_C$ перпендикулярен стержню OC и направлен в сторону его вращения (см. рис. 2.10).

Построение мгновенного центра скоростей P_3 диска 3 по известным скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ показано на рис. 2.10. Его положение определяется из условия, что отношение скоростей двух точек тела, совершающего плоскопараллельное движение, равно отношению расстояний от этих точек до мгновенного центра скоростей: $\frac{V_B}{V_C} = \frac{r_3 + CP_3}{CP_3}$. Разрешая пропорцию относительно неизвестной величины CP_3, получим: CP_3= 8 см. Скорость точки C выражается через угловую скорость диска 3 $V_C = \omega_3 \cdot CP_3$. Отсюда величина угловой скорости диска 3: $\omega_3 = \frac{V_C}{CP_3}$= 2 рад/с. Направление мгновенного вращения диска 3 вокруг своего центра скоростей определяется известными направлениями скоростей точек C и B, принадлежащих диску 3 (см. рис. 2.10). Скорость точки D $V_D = \omega_3 \cdot DP_3$ = $=2 \cdot \sqrt{2^2 + 8^2}$ = 16,5 см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ перпендикулярен отрезку DP_3 и направлен в сторону мгновенного вращения диска 3 вокруг центра P_3.

Для определения скорости поршня E воспользуемся теоремой о проекциях скоростей точек плоской фигуры, согласно которой проекции скоростей двух точек плоской фигуры на ось, проходящую через эти точки, равны между собой. Проведем ось через точки D и E. По построению, угол α между вектором $\vec{V}_D$ и осью DE равен углу $\angle DP_3C$ (см. рис. 2.10). Тогда, $\cos\alpha = \frac{CP_3}{DP_3} = \frac{8}{\sqrt{2^2 + 8^2}} = 0{,}97$, откуда $\alpha = 14^\circ$. На основании теоремы о проекциях скоростей точек плоской фигуры имеем равенство: $V_D \cos\alpha = V_E \cos 0$, откуда скорость точки E: V_E=16 см/с.

Мгновенный центр скоростей стержня 4 – точка P_4 – определяется как точка пересечения перпендикуляров к векторам скоростей $\vec{V}_D$ и $\vec{V}_E$, восстановленных, соответственно, из точек *D* и *E* (см. рис. 2.10). Угловая скорость стержня 4, совершающего мгновенный поворот вокруг своего центра скоростей, равна: $\omega_4 = \dfrac{V_E}{EP_4}$, где EP_4 – расстояние от точки *E* до мгновенного центра скоростей звена 4, $EP_4 = DE \cdot \mathrm{ctg}\alpha$ = 40 см. В результате, $\omega_4 = 0{,}4$ рад/с. Направление мгновенного вращения звена 4 вокруг своего центра скоростей определяется направлением скорости точки *D*.

Задача 2. В плоском стержневом механизме (рис. 2.11) кривошипы *OA* и *ED* вращаются вокруг неподвижных центров *O* и *E*. В крайней точке *D* кривошипа *ED* к нему прикреплён шатун *DB*, второй конец которого в точке *B* прикреплён к кривошипу *OA*. Шатун *AC* прикреплён в точке *A* к кривошипу *AO*, а другим своим концом – к ползуну *C*, способному совершать только вертикальное движение. Все соединения шарнирные. В заданном положении механизма кривошип *OA* вертикален, шатун *DB* расположен горизонтально, кривошип *ED* наклонен под углом 60° к горизонтали, а шатун *AC* отклонён на угол 30° от вертикального положения кривошипа *AO*. Найти скорости всех отмеченных на схеме точек и угловые скорости всех звеньев, если линейные размеры звеньев механизма *AC* = 6 см, *AB* = 2 см, *BO* = 8 см, *DB* = 10 см и скорость ползуна в данный момент V_C = 4 см/с.

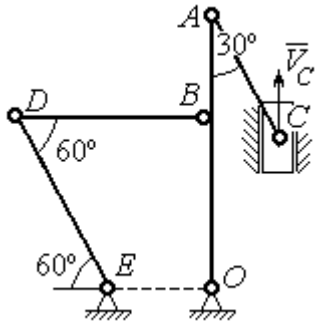


Рис. 2.11. Стержневой механизм

Решение

Кривошипы *OA* и *ED* совершают вращательные движения вокруг неподвижных центров. Скорости $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_B$ точек *A* и *B* перпендикулярны кривоши-

пу OA, а скорость $\vec{V}_D$ точки D перпендикулярна кривошипу ED. Направления векторов скоростей точек показаны на рис. 2.12.

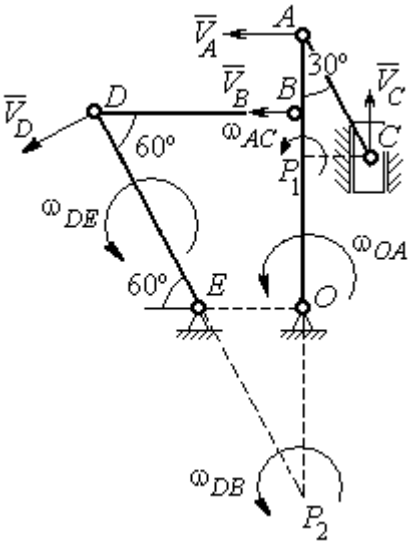


Рис. 2.12. Расчётная схема определения скоростей точек механизма и угловых скоростей его звеньев

Шатун AC совершает плоскопараллельное движение. Его мгновенный центр скоростей P_1 находится как точка пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$. Угловая скорость звена AC равна $\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{P_1C} = \dfrac{V_C}{AC \cdot \sin 30^\circ} = \dfrac{4}{3}$ рад/с. Далее, полагая, что точка A принадлежит шатуну AC, найдем её скорость:

$$V_A = \omega_{AC} \cdot P_1A = \frac{4}{3} AC \cdot \cos 30^\circ = 4\sqrt{3} \text{ см/с.}$$

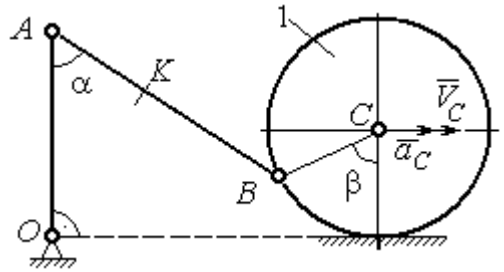
Теперь, исходя из того, что точка A принадлежит как шатуну AC, так и кривошипу OA, найдём его угловую скорость: $\omega_{AO} = \dfrac{V_A}{AO} = 0{,}4\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки B кривошипа $V_B = \omega_{AO} \cdot OB = 3{,}2\sqrt{3}$ см/с.

Шатун DB совершает плоскопараллельное движение. Зная направления скоростей точек B и D, построим мгновенный центр скоростей P_2 звена DB как точку пересечения перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_D$ (см. рис. 2.12). Тогда, угловая скорость шатуна DB $\omega_{DB} = \dfrac{V_B}{P_2B} = \dfrac{3{,}2\sqrt{3}}{DB \cdot \operatorname{tg} 60^\circ} = 0{,}32$ рад/с. Скорость точки D $V_D = \omega_{DB} \cdot P_2D = 0{,}32 \dfrac{DB}{\sin 30^\circ} = 6{,}4$ см/с. Угловая скорость кривошипа DE $\omega_{DE} = \dfrac{V_D}{DE} = \dfrac{6{,}4}{(OB / \sin 60^\circ)} = 0{,}69$ рад/с.

2.6. Задание К3. Определение ускорений точек твёрдого тела при плоскопараллельном движении

Для заданного положения плоского механизма определить ускорения точек звеньев механизма и угловые ускорения звеньев. Варианты заданий и исходные данные приведены на рис. 2.13 – 2.15.

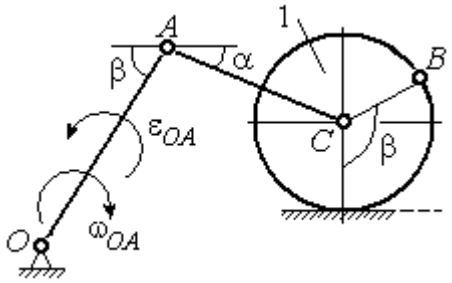
Варианты № 1, 11, 21



Найти: $a_A, a_K, \varepsilon_{AB}$

Номер варианта задания	AB, см	AK, см	α, град	β, град	R_1, см	V_C, см/с	a_C, см/с^2
1	16	10	60	120	10	12	6
11	20	16	30	60	8	10	8
21	18	10	60	180	6	8	4

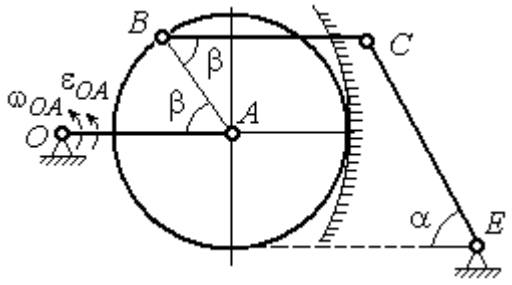
Варианты № 2, 12, 22



Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AC}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	AC, см	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
2	5	10	12	30	60	2	4
12	8	24	20	30	120	1	2
22	6	12	15	60	90	2	3

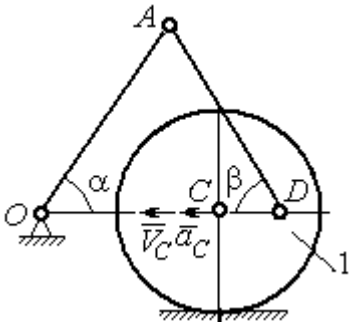
Варианты № 3, 13, 23



Найти: a_C, a_B, ε_{BC}

Номер варианта задания	BC, см	AO, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
3	16	15	60	90	10	2	3
13	18	12	90	60	8	3	2
23	14	12	30	120	10	2	4

Варианты № 4, 14, 24

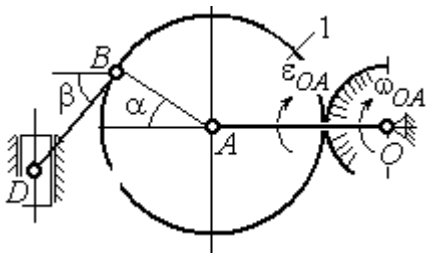


Найти: $a_A, a_D, \varepsilon_{DA}$

Номер варианта задания	R_1, см	OA, см	DC, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
4	10	28	5,78	60	30	10	2
14	8	24	4,62	30	90	8	3
24	6	20	6	45	45	12	2

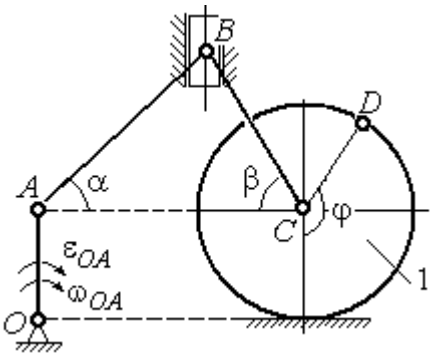
Рис. 2.13. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25



Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Варианты № 6, 16, 26

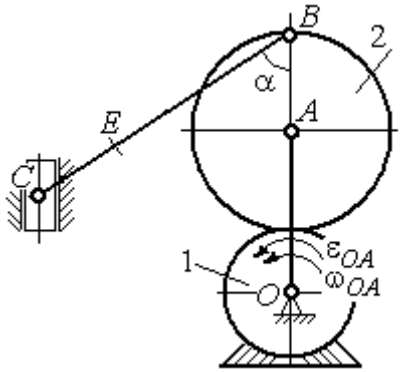


Найти: $a_B, a_D, \varepsilon_{BC}$

Номер варианта задания	*OA*, см	*BD*, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
5	16	10	60	30	10	4	3
15	18	8	90	45	12	2	4
25	14	12	30	60	8	3	2

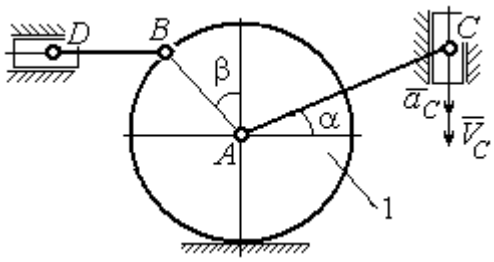
Номер варианта задания	R_1, см	*AB*, см	φ, град	α, град	β, град	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
6	6	18	60	30	30	2	3
16	8	20	90	60	30	2	4
26	5	16	120	30	60	3	4

Варианты № 7, 17, 27



Найти: $a_E, a_C, \varepsilon_{BC}$

Варианты № 8, 18, 28



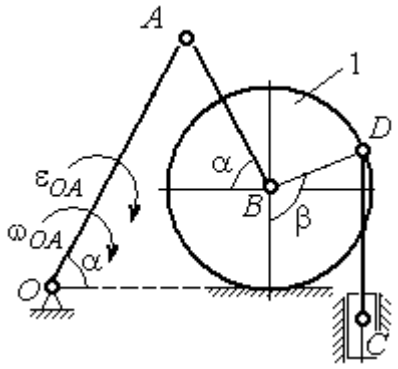
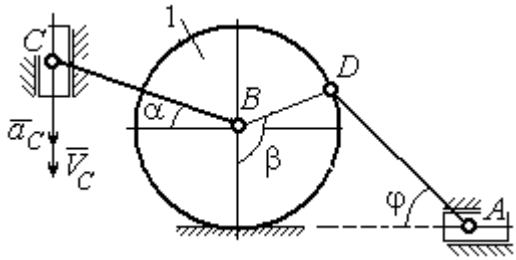
Найти: $a_D, a_B, \varepsilon_{BD}$

Номер варианта задания	*BC*, см	*BE*, см	α, град	R_1, см	R_2, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2
7	22	10	60	2	10	2	3
17	28	15	30	3	6	3	4
27	20	8	45	4	8	2	2

Номер варианта задания	R_1, см	*BD*, см	*AC*, см	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
8	4	5	12	60	60	12	5
18	6	10	16	45	90	10	8
28	8	8	16	30	120	8	6

Рис. 2.14. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 5 – 8, 15 – 18, 25 – 28

Окончание вариантов задания К3

Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
 Найти: $a_C, a_B, \varepsilon_{AB}$	 Найти: $a_A, a_B, \varepsilon_{CB}$

Номер варианта задания	OA, см	DC, см	α, град	β, град	R_1, см	ω_{OA}, рад/с	ε_{OA}, рад/с^2	Номер варианта задания	R_1, см	BC, см	φ, град	α, град	β, град	V_C, см/с	a_C, см/с^2
9	18	10	30	120	4	2	3	**10**	6	14	60	30	120	15	3
19	20	12	60	60	6	3	4	**20**	5	18	45	60	90	10	5
29	18	8	60	90	4	2	3	**30**	4	16	30	45	60	12	4

Рис. 2.15. Задание К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении. Номера вариантов задания 9 – 10, 19 – 20, 29 – 30

Примеры решения задания К3. Определение ускорений точек тела при плоскопараллельном движении

Задача 1. Ступенчатый барабан 1 с радиусами ступенек R = 0,5 м и r = 0,3 м катится окружностью малой ступеньки по горизонтальной поверхности без скольжения (рис. 2.16). Барабан приводится в движение шатуном AC, один конец которого соединён с центром барабана в точке A, а другой – с ползуном C, перемещающимся вертикально. В положении механизма, когда шатун AC отклонён от вертикали на угол 60°, найти ускорение точки B барабана, лежащей на его горизонтальном диаметре, если заданы скорость и ускорение ползуна C: V_C = 9м/с, a_C = 4 м/с^2.

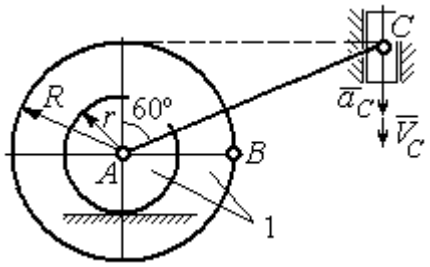


Рис. 2.16. Схема движения плоского механизма

Решение

Найдём угловые скорости ω_{AC}, ω_1 шатуна AC и барабана 1. Шатун совершает плоское движение. Его мгновенный центр скоростей P_2 находится на пересечении перпендикуляров к скоростям $\vec{V}_A$ и $\vec{V}_C$ (рис. 2.17). По условию, скорость точки C направлена вертикально вниз. Точка A принадлежит как шатуну AC, так и барабану 1. При качении барабана по горизонтальной поверхности скорость его центра – точки A параллельна поверхности качения барабана.

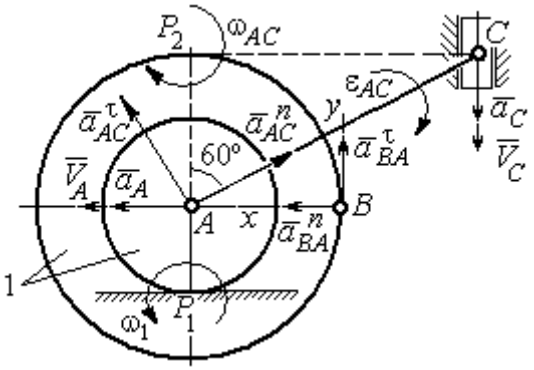


Рис. 2.17. Расчётная схема определения скоростей и ускорений точек механизма

Угловая скорость шатуна $\omega_{AC} = \dfrac{V_C}{CP_2} = \dfrac{9}{R\,\mathrm{tg}60^\circ} = 6\sqrt{3}$ рад/с. Скорость точки A шатуна $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2 = 3\sqrt{3}$ м/с. Угловая скорость барабана 1 $\omega_1 = \dfrac{V_A}{AP_1} = 10\sqrt{3}$ рад/с.

При расчёте угловой скорости барабана учтено, что качение барабана по неподвижной поверхности представляет собой плоское движение, при котором мгновенный центр скоростей находится в точке касания с поверхностью (в точке P_1 на рис. 2.17).

Выразим ускорение $\vec{a}_A$ точки A через полюс C на основании векторного равенства: $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}^{\,\tau}_{AC} + \vec{a}^{\,n}_{AC}$, где $\vec{a}_C$ – ускорение точки C, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\,\tau}_{AC}$, $\vec{a}^{\,n}_{AC}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки A при вращении шатуна AC вокруг полюса C. Вектор нормального ускорения $\vec{a}^{\,n}_{AC}$ направлен вдоль шатуна AC от точки A к полюсу C и равен по величине $a^n_{AC} = \omega^2_{AC} \cdot AC = (6\sqrt{3})^2 \cdot 2R = 108$ м/с^2. Вектор касательного ускорения

$\vec{a}_{AC}^{\tau}$, модуль которого вычисляется по формуле $a_{AC}^{\tau} = \varepsilon_{AC} \cdot AC$, направлен перпендикулярно отрезку AC.

На данном этапе величина вектора касательного ускорения не может быть вычислена, поскольку угловое ускорение шатуна AC ε_{AC} неизвестно. На рис. 2.17 направление вектора касательного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\tau}$ выбрано из предположения, что вращение шатуна ускоренное и направление углового ускорения совпадает с направлением его угловой скорости.

Направление вектора $\vec{a}_A$ ускорения точки A определяется из того, что центр барабана движется по прямой, параллельной горизонтальной поверхности качения. На рис. 2.17 направление вектора ускорения $\vec{a}_A$ выбрано из предположения, что качение барабана ускоренное.

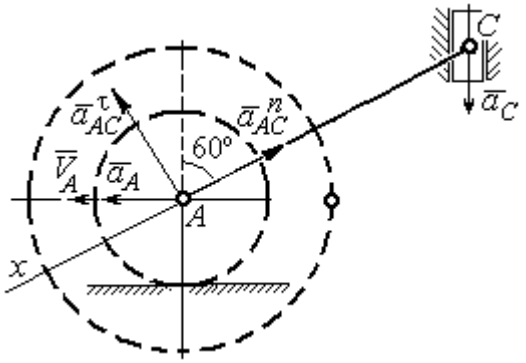


Рис. 2.18. Схема для определения ускорения центра барабана

Выберем ось x вдоль линии AC (рис. 2.18) и спроектируем векторное равенство $\vec{a}_A = \vec{a}_C + \vec{a}_{AC}^{\tau} + \vec{a}_{AC}^{n}$ на эту ось. При таком выборе оси проекция неизвестного ускорения $\vec{a}_{AC}^{\tau}$ обращается в нуль. Получим $a_A \cos 30^\circ = a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^{n}$. Отсюда найдём ускорение центра барабана $a_A = \dfrac{1}{\cos 30^\circ}\left(a_C \cos 60^\circ - a_{AC}^{n}\right) = -122{,}4$ м/с^2. Отрицательное значение ускорения точки A означает, что на рис. 2.17, 2.18 вектор ускорения $\vec{a}_A$ должен иметь противоположное направление. Таким образом, вектор ускорения $\vec{a}_A$ направлен в сторону, противоположную вектору скорости $\vec{V}_A$, и движение барабана замедленное.

Для того чтобы найти ускорение точки B, выразим его через полюс A на основании векторного равенства $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^{\tau} + \vec{a}_{BA}^{n}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение

точки A, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$, $\vec{a}_{BA}^{\,n}$ – касательная и нормальная составляющие ускорения точки B при вращении барабана вокруг полюса A.

Модуль вектора нормального ускорения $\vec{a}_{BA}^{\,n}$ равен по величине $a_{BA}^{n} = \omega_1^2 \cdot BA = (10\sqrt{3})^2 \cdot R = 150$ м/с^2. Вектор направлен вдоль радиуса барабана от точки B к полюсу A (см. рис. 2.17).

Модуль вектора касательного ускорения $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$ вычисляется по формуле $a_{BA}^{\tau} = \varepsilon_1 \cdot BA$, где ε_1 – угловое ускорение барабана. Значение углового ускорения катящегося барабана (в отличие от углового ускорения ε_{AC} шатуна AC) может быть найдено. Расчёт основан на том, что при движении барабана расстояние AP_1 от точки A до центра скоростей барабана P_1 остаётся постоянным, равным r. Тогда выражение $V_A = \omega_1 \cdot AP_1 = \omega_1 \cdot r$ для расчёта скорости точки A можно продифференцировать. Получим $\dfrac{dV_A}{dt} = \dfrac{d\omega_1}{dt} \cdot r$. Так как точка A движется по прямой, производная от скорости точки равна её полному ускорению, а производная от угловой скорости барабана равна его угловому ускорению. Тогда имеем: $a_A = \varepsilon_1 \cdot r$, откуда находим угловое ускорение $\varepsilon_1 = \dfrac{a_A}{r} = 40{,}8$ рад/с^2, а затем и модуль вектора касательного ускорения $a_{BA}^{\tau} = \varepsilon_1 \cdot BA = 20{,}4$ м/с^2.

Заметим, что для вычисления углового ускорения ε_{AC} шатуна AC подобные рассуждения неприменимы. Формулу $V_A = \omega_{AC} \cdot AP_2$ невозможно продифференцировать, так как при движении механизма расстояние AP_2 от точки A до центра скоростей P_2 шатуна AC является неизвестной функцией времени.

Выберем систему координат xBy как показано на рис. 2.17, и спроецируем на эти оси векторное равенство $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}_{BA}^{\,\tau} + \vec{a}_{BA}^{\,n}$. Полагая, что движение барабана ускоренное (т. е. вектора ускорений $\vec{a}_A$ и $\vec{a}_{BA}^{\,\tau}$ направлены, как показано на рис. 2.17), получим значения составляющих ускорения точки B:

$a_{Bx} = a_A + a_{BA}^n$, $a_{By} = a_{BA}^\tau$. Подставляя значения ускорений, найдём $a_{By} = 20{,}4$ м/с^2, $a_{Bx} = -122{,}4 + 150 = 27{,}6$ м/с^2. Вектор полного ускорения точки B направлен по диагонали прямоугольника, построенного на векторах $\vec{a}_{Bx}$, $\vec{a}_{By}$. Величина ускорения точки B: $a_B = \sqrt{a_{Bx}^2 + a_{By}^2} = 34{,}32$ м/с^2.

Задача 2. В плоском механизме (рис. 2.19) кривошип OA вращается вокруг оси O с угловой скоростью ω_{OA} и угловым ускорением ε_{OA}. Диск 2, шарнирно присоединённый к кривошипу в точке A, катится без проскальзывания по неподвижному диску 1. Радиусы дисков R_1 и R_2. На краю диска 2 в точке B шарнирно прикреплен стержень BC, соединенный с центром C диска 3. Радиус диска 3 равен радиусу диска 2: $R_3 = R_2$. Диск 3 катится без скольжения по горизонтальной поверхности, по прямой. Для положения механизма, изображенного на рис. 2.19, определить ускорение точки D и угловое ускорение стержня BC, если $\omega_{OA} = 4$ рад/с, $\varepsilon_{OA} = 2$ рад/с^2, $R_1 = 4$ см, $R_2 = 8$ см. Длина стержня $BC = 20$ см.

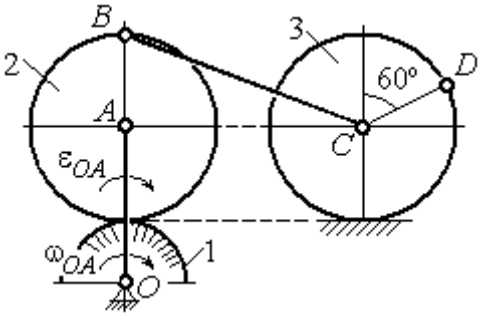


Рис. 2.19. Схема движения плоского механизма

Решение

Определение угловых скоростей звеньев механизма.

Рассмотрим вращательное движение кривошипа OA. Скорость точки A: $V_A = \omega_{OA} \cdot OA = 48$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_A$ направлен перпендикулярно кривошипу OA в сторону движения кривошипа (рис. 2.20).

При движении диска 2 точка P_2 соприкосновения второго диска с неподвижным первым является мгновенным центром скоростей диска 2. Угловая скорость диска 2: $\omega_2 = \dfrac{V_A}{AP_2} = \dfrac{48}{8} = 6$ рад/с.

Скорость точки B диска 2: $V_B = \omega_2 BP_2 = 6 \cdot 16 = 96$ см/с.

Для определения угловой скорости стержня BC заметим, что скорости двух точек стержня $\vec{V}_B$ и $\vec{V}_C$ параллельны, но точки B и C не лежат на общем перпендикуляре к скоростям. В этом случае мгновенный центр скоростей стержня BC отсутствует (бесконечно удалён), угловая скорость стержня равна нулю: $\omega_{BC} = 0$, а стержень совершает мгновенное поступательное движение. В результате имеем: $V_C = V_B = 96$ см/с.

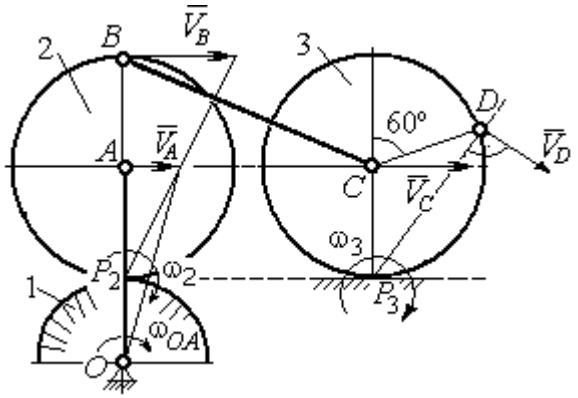


Рис. 2.20. Расчетная схема для определения угловых скоростей звеньев механизма

При качении диска 3 по неподвижной поверхности без проскальзывания точка P_3 касания его с поверхностью является мгновенным центром скоростей. Тогда угловая скорость диска 3: $\omega_3 = \dfrac{V_C}{CP_3} = 12$ рад/с. Скорость точки D диска 3: $V_D = \omega_3 \cdot DP_3$. Величину DP_3 находим из треугольника P_3DC. В результате $DP_3 = 2R_3\cos 30^\circ = 13{,}8$ см и $V_D = 165{,}6$ см/с. Вектор скорости $\vec{V}_D$ направлен в сторону движения диска 3 перпендикулярно линии DP_3 и (см. рис. 2.20).

Определение ускорений точек механизма.

Представим ускорение $\vec{a}_C$ точки C векторной суммой $\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{a}^{\,n}_{CB} + \vec{a}^{\,\tau}_{CB}$, где $\vec{a}_B$ – ускорение точки B, выбранной в качестве полюса; $\vec{a}^{\,n}_{CB}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{CB}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки C при вращении стержня BC вокруг полюса B, $a^n_{CB} = \omega^2_{CB} \cdot CB$, $a^{\tau}_{CB} = \varepsilon_{CB} \cdot CB$.

Нормальная составляющая ускорения точки C $a^n_{CB} = 0$, так как стержень CB совершает мгновенное поступательное движение и $\omega_{BC} = 0$.

Направление касательной составляющей $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ неизвестно, так как неизвестно направление углового ускорения стержня ε_{CB}. Для определённости выберем направление углового ускорения стержня BC в сторону против хода часовой стрелки. На рис. 2.21 это направление показано дуговой стрелкой ε_{CB}.

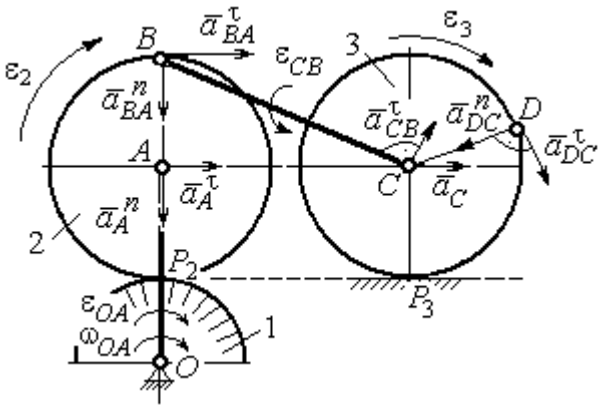


Рис. 2.21. Расчетная схема для определения ускорений точек механизма и угловых ускорений его звеньев

В соответствии с выбранным направлением углового ускорения вектор $\vec{a}^{\tau}_{CB}$ строится перпендикулярно линии стержня BC в сторону углового ускорения ε_{CB} (см. рис. 2.21).

Выразим ускорение точки B через полюс A: $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{a}^{n}_{BA} + \vec{a}^{\tau}_{BA}$, где $\vec{a}_A$ – ускорение полюса A; $\vec{a}^{n}_{BA}$, $\vec{a}^{\tau}_{BA}$ – нормальная и касательная составляющие ускорения точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A. Величина нормальной составляющей ускорения точки B $a^{n}_{BA} = \omega_2^2 \cdot BA = 288$ см/с^2. Вектор $\vec{a}^{n}_{BA}$ направлен вдоль радиуса BA от точки B к полюсу A (см. рис. 2.21). Касательное ускорение точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A вычисляется по формуле $a^{\tau}_{BA} = \varepsilon_2 \cdot BA$. Для определения углового ускорения ε_2 диска 2 заметим, что во время движения диска 2 расстояние AP_2 остается постоянным, равным R_2. Дифференцируя равенство $V_A = \omega_2 \cdot AP_2 = \omega_2 R_2$, получим: $\frac{dV_A}{dt} = \frac{d\omega_2}{dt} R_2$, или $a^{\tau}_A = \varepsilon_2 R_2$, откуда $\varepsilon_2 = \frac{a^{\tau}_A}{R_2}$.

Для того чтобы найти величину a^{τ}_A, рассмотрим вращательное движение кривошипа OA вокруг неподвижной оси O. Ускорение точки A представляется в виде векторного равенства $\vec{a}_A = \vec{a}^{n}_A + \vec{a}^{\tau}_A$, где $\vec{a}^{n}_A$ и $\vec{a}^{\tau}_A$ – известные

нормальная и касательная составляющие ускорения точки A кривошипа OA: $a_A^n = \omega_{OA}^2 \cdot OA = 192$ см/с^2, $a_A^\tau = \varepsilon_{OA} \cdot OA = 24$ см/с^2. Направления векторов нормального ускорения $\vec{a}_A^n$ и касательного ускорения $\vec{a}_A^\tau$ показаны на рис. 2.21.

Теперь найдём величину углового ускорения диска 2 и модуль касательного ускорения a_{BA}^τ точки B при вращении диска 2 вокруг полюса A: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_A^\tau}{R_2} =$ $= 3$ рад/с^2, $a_{BA}^\tau = \varepsilon_2 \cdot BA = 24$ см/с^2.

Для определения ускорения точки C имеем векторное равенство $\vec{a}_C = \vec{a}_A^n + \vec{a}_A^\tau + \vec{a}_{BA}^n + \vec{a}_{BA}^\tau + \vec{a}_{CB}^\tau$. Выберем оси Cx, Cy, как показано на рис. 2.22, – вдоль отрезка BC и перпендикулярно ему и спроецируем на них имеющееся векторное равенство. Получим:

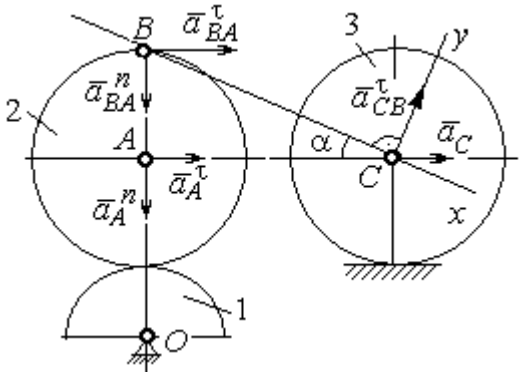


Рис. 2.22. Расчетная схема для вычисления ускорения точки С

$$a_C \cos\alpha = a_A^n \sin\alpha + a_A^\tau \cos\alpha + a_{BA}^n \sin\alpha + a_{BA}^\tau \cos\alpha;$$

$$a_C \sin\alpha = a_A^n \cos\alpha + a_A^\tau \sin\alpha + a_{BA}^n \cos\alpha + a_{BA}^\tau \sin\alpha + a_{CB}^\tau,$$

где α – угол между стержнем BC и линией центров AC; $\sin\alpha = \dfrac{AB}{BC} = 0{,}4$; $\cos\alpha = 0{,}92$. Решая систему, найдём: $a_C = 256{,}7$ см/с^2, $a_{CB}^\tau = -358{,}12$ см/с^2.

Модуль углового ускорения стержня BC: $\varepsilon_{CB} = \dfrac{\left|a_{CB}^\tau\right|}{BC} = 17{,}9$ рад/с^2.

Знак «минус» величины a_{CB}^τ означает, что вектор касательного ускорения $\vec{a}_{CB}^\tau$ на рис. 2.21 – 2.22 следует направить в противоположную сторону. Направление углового ускорения стержня BC, показанное на рис. 2.21 дуговой стрелкой ε_{CB}, также следует заменить на противоположное.

Выразим ускорение точки D через полюс C: $\vec{a}_D = \vec{a}_C + \vec{a}^{\,n}_{DC} + \vec{a}^{\,\tau}_{DC}$, где $\vec{a}_C$ – известное ускорение точки C; $\vec{a}^{\,n}_{DC}$, $\vec{a}^{\,\tau}_{DC}$ – нормальное и касательное составляющие ускорения точки D при вращении диска 3 вокруг полюса C. Величина нормального ускорения точки D: $a^n_{DC} = \omega_3^2 \cdot DC = 1152$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}^{\,n}_{DC}$ направлен по радиусу от точки D к полюсу C (рис. 2.23).

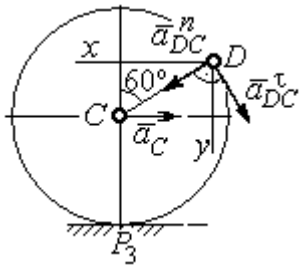


Рис.2.23. Расчетная схема для определения ускорения точки D

Для расчёта касательной составляющей a^{τ}_{DC} ускорения точки D найдём угловое ускорение диска 3. Продифференцируем по времени равенство $V_C = \omega_3 \cdot CP_3 = \omega_3 R_3$. Получим: $\frac{dV_C}{dt} = \frac{d\omega_3}{dt} R_3$, или $a_C = \varepsilon_3 R_3$. Угловое ускорение диска 3: $\varepsilon_3 = \frac{a_C}{R_3} = 32{,}09$ рад/с^2. Тогда величина касательной составляющей ускорения точки D: $a^{\tau}_{DC} = \varepsilon_3 \cdot DC = 256{,}7$ см/с^2. Направление вектора $\vec{a}^{\,\tau}_{DC}$ соответствует ускоренному движению диска 3.

Проведём оси Dx и Dy, как показано на рис. 2.23, и спроецируем векторное равенство ускорения точки D на оси:

$$a_{Dx} = -a_C + a^n_{DC}\cos 30^\circ - a^{\tau}_{DC}\cos 60^\circ, \quad a_{Dy} = a^n_{DC}\cos 60^\circ + a^{\tau}_{DC}\cos 30^\circ.$$

Решая систему, находим значения проекций модуля ускорения $a_{Dx} = 612{,}5$ см/с^2, $a_{Dy} = 798{,}3$ см/с^2. Величина ускорения точки D:

$$a_D = \sqrt{a^2_{Dx} + a^2_{Dy}} = 1006{,}2 \text{ см/с}^2.$$

3. СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ

3.1. Основные понятия сложного движения точки

В неподвижной системе координат рассматривается подвижное твердое тело и точка, перемещающаяся относительно тела.

Траектория точки в её движении относительно тела называется **относительной траекторией.** Скорость точки в этом движении называют **относительной скоростью**, ускорение – **относительным ускорением**.

Траектория точки, перемещающейся вместе с телом, называется переносной траекторией точки, скорость точки при таком её движении – **переносной скоростью**, а ускорение – **переносным ускорением**.

Суммарное движение точки вместе с телом и относительно тела называется **сложным движением**. Траектория точки относительно неподвижной системы координат называется **абсолютной траекторией точки**, скорость и ускорение – **абсолютной скоростью и абсолютным ускорением.**

При вычислении абсолютной скорости используется теорема о сложении скоростей: **при сложном движении абсолютная скорость точки равна геометрической сумме относительной и переносной скоростей:** $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$, где $\vec{V}$, $\vec{V}_e$, $\vec{V}_r$ – вектора абсолютной, переносной и относительной скоростей точки.

В случае, когда относительное движение точки задается естественным способом в виде закона изменения пути $S = S(t)$, величина относительной скорости точки равна модулю производной: $V_r = \left|\dot{S}_r\right|$. Если переносное движение точки есть вращение тела вокруг неподвижной оси, скорость точки в переносном движении будет: $V_e = \omega_e h_e$, где ω_e – величина угловой скорости вращения тела; h_e – кратчайшее расстояние от места положения точки на теле до оси вращения тела.

При вычислении абсолютного ускорения используется теорема Кориолиса о сложении ускорений: **при сложном движении абсолютное ускорение точки равно геометрической сумме трех ускорений – относительного, переносного и ускорения Кориолиса** $\vec{a} = \vec{a}_e + \vec{a}_r + \vec{a}_к$, где $\vec{a}$ – вектор абсолютного ускорения точки; $\vec{a}_e, \vec{a}_r$ – вектора соответственно переносного и относительного ускорений точки; $\vec{a}_к$ – вектор ускорения Кориолиса. (Иногда его называют поворотным ускорением.)

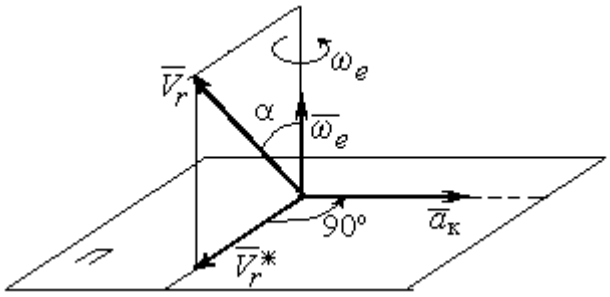


Рис. 3.1. Определение направления ускорения Кориолиса по правилу Жуковского

Вектор ускорения Кориолиса определяется векторным произведением $\vec{a}_к = 2(\vec{\omega}_e \times \vec{V}_r)$, где $\vec{\omega}_e$ – вектор угловой скорости переносного движения; $\vec{V}_r$ – вектор относительной скорости точки. Модуль ускорения Кориолиса: $|\vec{a}_к| = 2|\vec{\omega}_e| \cdot |\vec{V}_r| \sin\alpha$, где α – угол между вектором угловой скорости переносного движения и вектором относительной скорости точки (см. рис. 3.1). Направление вектора ускорения Кориолиса может быть получено по правилу построения вектора векторного произведения.

На рис. 3.1 показана последовательность выбора направления вектора ускорения Кориолиса по правилу Н. Е. Жуковского. Правило состоит в следующем: пусть имеется точка, движущаяся с относительной скоростью $\vec{V}_r$. Построим плоскость П, перпендикулярную вектору переносной угловой скорости $\vec{\omega}_e$, и спроецируем вектор $\vec{V}_r$ на эту плоскость. Проекцию обозначим $\vec{V}_r^*$ (см. рис. 3.1). Чтобы получить направление ускорения Кориолиса, следует вектор проекции относительной скорости $\vec{V}_r^*$ повернуть на 90° в плоскости П вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Если сложное движение точки происходит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, направление ускорения Кориолиса можно получить простым поворотом вектора относительной скорости на угол 90° вокруг оси переносного вращения в направлении этого вращения.

Относительное ускорение $\vec{a}_r$ представляется как сумма векторов относительного касательного $\vec{a}_r^{\tau}$ и относительного нормального $\vec{a}_r^{n}$ ускорений: $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n}$. Переносное ускорение точки $\vec{a}_e$ тела имеет своими составляющими переносное касательное $\vec{a}_e^{\tau}$ и переносное нормальное $\vec{a}_e^{n}$ ускорения так, что $\vec{a}_e = \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n}$.

Таким образом, абсолютное ускорение точки в сложном движении можно представить в виде векторного равенства

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\tau} + \vec{a}_r^{n} + \vec{a}_e^{\tau} + \vec{a}_e^{n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Модули относительного касательного и относительного нормального ускорений при естественном способе задания относительного движения точки равны: $a_r^{\tau} = \left|\dot{V}_r\right|$, $a_r^{n} = \dfrac{V_r^2}{\rho}$, где ρ – радиус кривизны относительной траектории. При движении точки по окружности радиус кривизны равен радиусу окружности, при движении по прямой – бесконечности, и в этом случае $a_r^{n} = 0$.

При вращательном переносном движении точки значения переносного касательного и нормального ускорений вычисляются по формулам: $a_e^{\tau} = \varepsilon_e h_e$, $a_e^{n} = \omega_e^2 h_e$, где ε_e – угловое ускорение вращательного переносного движения, $\varepsilon_e = \left|\dot{\omega}_e\right|$; h_e – расстояние от точки до оси вращения тела; ω_e – величина угловой скорости вращения тела.

Вектора ускорений строятся по общим правилам построения векторов нормального и касательного ускорений.

При поступательном переносном движении ускорение Кориолиса и переносное нормальное ускорение равны нулю: $a_{\text{к}} = 0,\ a_e^n = 0$. Абсолютное ускорение точки при поступательном переносном движении можно представить в виде векторного равенства $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau}$.

3.2. Задание К4. Определение скорости и ускорения точки при сложном движении

Задание включает две задачи с вращательным и поступательным видами переносного движения точки.

Задача 1. Вращение тела относительно неподвижной оси задается законом изменения угла поворота: $\varphi_e = \varphi_e(t)$ или законом изменения его угловой скорости: $\omega_e = \omega_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = S_r = S_r(t)$.

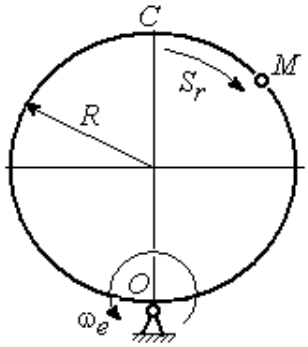
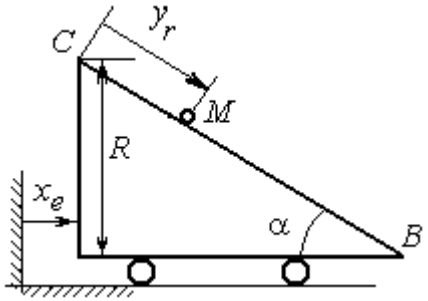
Определить абсолютные скорость и ускорение точки в заданный момент времени t_1.

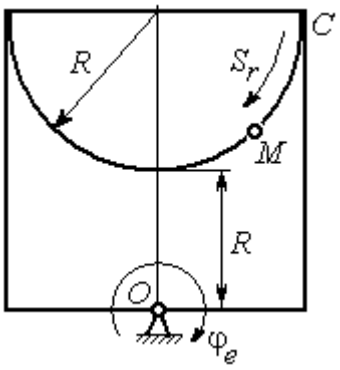
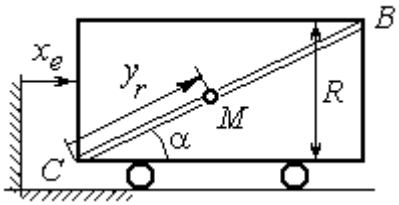
Задача 2. Поступательное движение тела, несущего точку, задается законом изменения координаты $x_e = x_e(t)$. Движение точки относительно тела отсчитывается от её начального положения в точке C и задается законом изменения длины дуги окружности или отрезка прямой линии: $CM = y_r = y_r(t)$.

Определить абсолютные скорость и ускорение точки в момент времени t_2, который либо задаётся в исходных данных задачи, либо на схемеописаны условия, из которых он находится.

Номера вариантов заданий даны на рис. 3.2 – 3.5.

Варианты исходных данных приведены в табл. 3.1.

Варианты № 1, 11, 21	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути CB

Варианты № 2, 12, 22	
Задача 1	Задача 2
	 В момент $t = t_2$ точка M прошла 2/3 пути CB

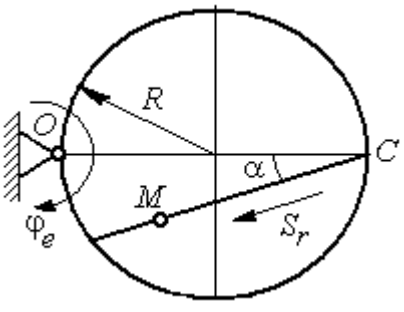
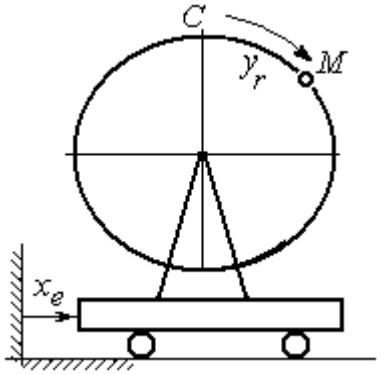
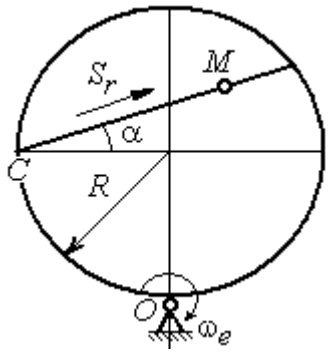
Варианты № 3, 13, 23	
Задача 1	Задача 2
	

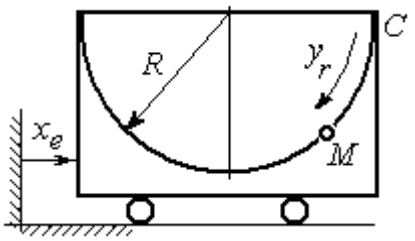
Рис. 3.2. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

Варианты № 4, 14, 24

Задача 1

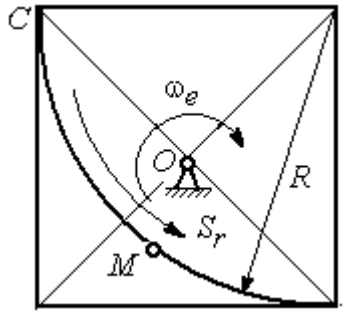


Задача 2

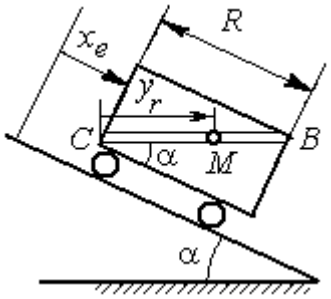


Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



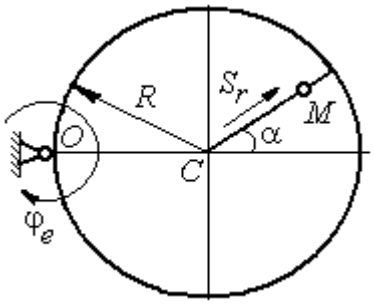
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла путь CB

Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Задача 2

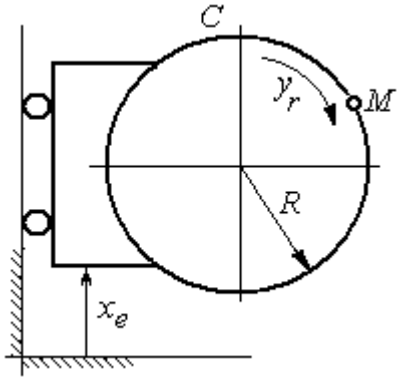
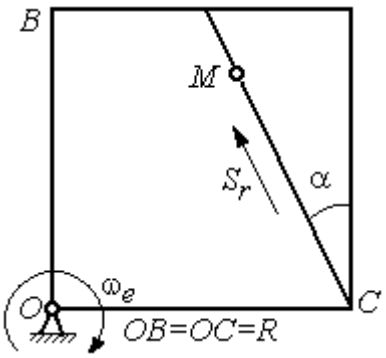


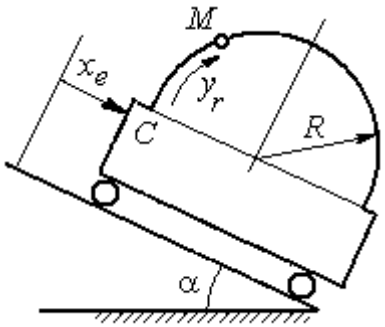
Рис. 3.3. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

Варианты № 7, 17, 27

Задача 1

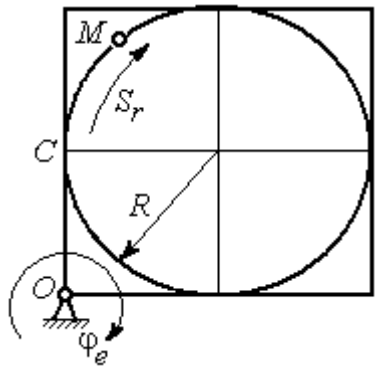


Задача 2

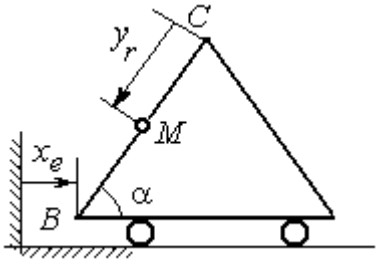


Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



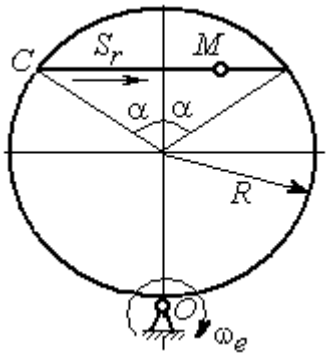
Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Задача 2

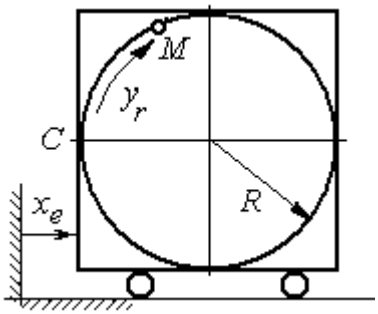
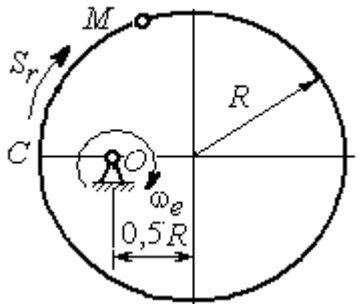


Рис. 3.4. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

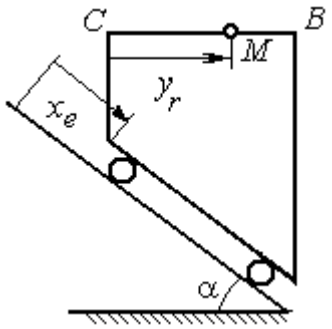
Окончание вариантов задания К4

Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



Задача 2



В момент $t = t_2$ точка M прошла половину пути $CB = R$

Рис. 3.5. Задание К4. Сложное движение точки.
Номера вариантов задания 10, 20, 30

Таблица 3.1

Исходные данные для заданий по сложному движению точки

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
1	1	3	–	$S_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 4t^2$	1
	2	4	30	$y_r = 4t^2$	$x_e = 2\cos(\pi t/6)$	–
2	1	2	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	3	60	$y_r = t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
3	1	4	30	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 4t - t^2$	1
	2	6	–	$y_r = \pi\left[2t + \sin\pi t\right]$	$x_e = 5t - t^2$	1
4	1	4	60	$S_r = 2(t^3 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	–	$y_r = \pi\left[2t + \cos(\pi t/2)\right]$	$x_e = t^3 - 4t$	1
5	1	6	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/6)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/3)$	1
	2	2	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = t^2 - 4t$	–
6	1	6	60	$S_r = t + 10\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t^2 - 5t$	1
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = \left[1 - \cos(\pi t/4)\right]$	1
7	1	8	30	$S_r = 2(t^3 + 3t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	4	30	$y_r = 2\pi t^2$	$x_e = t^3 - 5t$	1

Продолжение табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
8	1	8	–	$S_r = 2\pi\left[t^2 + \sin\pi t\right]$	$\varphi_e = t^2 - 5t$	2
	2	6	30	$y_r = t(t+1)$	$x_e = \cos\pi t$	–
9	1	8	30	$S_r = 2t^2$	$\omega_e = \cos(\pi t/8)$	2
	2	3	–	$y_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$x_e = (3-2t)^2$	1
10	1	6	–	$S_r = \pi(2t^3 + \sin\pi t)$	$\omega_e = 5t - 2t^3$	1
	2	4	30	$y_r = t^2 + 2t$	$x_e = 1 + \cos\pi t$	–
11	1	6	–	$S_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	60	$y_r = 4\sin\pi t$	$x_e = t^2 - 2t$	–
12	1	18	–	$S_r = \pi(2t^2 + 2t)$	$\varphi_e(t) = 3t - t^2$	2
	2	6	30	$y_r = 2t^2 + t$	$x_e = 1 + \cos(\pi t)$	–
13	1	10	60	$S_r = t^3 + t$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = t(t+1)$	1
14	1	4	30	$S_r = 8\sqrt{3}\sin(\pi t/12)$	$\omega_e = (3-2t)^2$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sin(\pi t/6)$	$x_e = 2t^2 - 5t$	1
15	1	8	–	$S_r = 4\pi\sin^2(\pi t/4)$	$\omega_e = 2 + \cos(\pi t/4)$	1
	2	5	60	$y_r = 5t + t^2$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	–
16	1	12	90	$S_r = 3\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\varphi_e = 2t - 3t^2$	1
	2	15	–	$y_r = \pi(4t + t^2)$	$x_e = 6\sin(\pi t/3)$	1
17	1	6	45	$S_r = 3\sqrt{2}\left[t^2 + 2\sin\pi t\right]$	$\omega_e(t) = 4t^2 - 6$	1
	2	6	60	$y_r = 8\pi\sin(\pi t/12)$	$x_e = \sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	2
18	1	8	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = 18t - 4t^2$	2
	2	8	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \sin\pi t$	–
19	1	8	60	$S_r = 2\sqrt{3}\left[t + \sin(\pi t/2)\right]$	$\omega_e = 5t - t^2$	1
	2	9	–	$y_r = 6\pi\cos(\pi t/3)$	$x_e = \cos(\pi t/6)$	1
20	1	4	–	$S_r = 4\pi\sin(\pi t/6)$	$\omega_e = 3t - 5$	1
	2	6	60	$y_r = 3t + 2t^2$	$x_e = \pi\sin\pi t$	–
21	1	3	–	$S_r = 4\pi\sqrt{2}\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = 6t - 14$	2
	2	8	45	$y_r = (t^2 + 3t)$	$x_e = t + 2\sin\pi t$	–

Окончание табл. 3.1

Номер варианта задания	Номер задачи	R, см	α, град	$C\breve{M} = S_r(t)$, см $C\breve{M} = y_r(t)$, см	$\varphi_e(t)$, рад; $\omega_e(t)$, рад/с $x_e(t)$, см	t_1, с t_2, с
22	1	4	–	$S_r = 2\pi(t^2 + 2t)$	$\varphi_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	9	60	$y_r = 8\sin\pi t$	$x_e = 5t - t^2$	–
23	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\varphi_e = t^2 + \cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = 6\pi[t + \sin(\pi t/6)]$	$x_e = 5t - t^2$	1
24	1	6	45	$S_r = 12\sin(\pi t/8)$	$\omega_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	2
	2	6	–	$y_r = \pi(t^2 + 2t)$	$x_e = 6\cos(\pi t/6)$	1
25	1	6	–	$S_r = 2\pi t^2$	$\omega_e = 3\sin(\pi t/3)$	1
	2	4	45	$y_r = 2t(t + 3t)$	$x_e = 2(t^3 - 3t)$	–
26	1	6	120	$S_r = t^2 + t$	$\varphi_e = 12\cos(\pi t/12)$	2
	2	9	–	$y_r = \pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 2(t^2 - 3t)$	1
27	1	10	60	$S_r = \sqrt{3}(t^2 + t)$	$\omega_e = 6\cos(\pi t/6)$	2
	2	9	30	$y_r = \sqrt{3}\pi\sin(\pi t/3)$	$x_e = t + 4\cos(\pi t/4)$	1
28	1	2	–	$S_r = 6\pi\sin(\pi t/6)$	$\varphi_e = 2t + \cos(\pi t/2)$	1
	2	6		$y_r = 2t + 3t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–
29	1	8	30	$S_r = (t^2 + 2t)$	$\omega_e = 6\sin(\pi t/12)$	2
	2	3	–	$y_r = 2\pi\sqrt{3}\sin(\pi t/3)$	$x_e = 5t - t^2$	1
30	1	2	–	$\pi(t^2 + 2t)$	$\omega_e(t) = 6\cos(\pi t/6)$	1
	2	3	60	$y_r = t + t^2$	$x_e = t + \sin\pi t$	–

Пример выполнения задания К4. Сложное движение точки

Задача 1. Фигура, состоящая из половины диска и равнобедренного треугольника (рис. 3.6), вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости фигуры и проходящей через вершину A треугольника. Вращательное движение задается законом изменения угла поворота фигуры $\varphi_e = 5t - 2t^2$ рад.

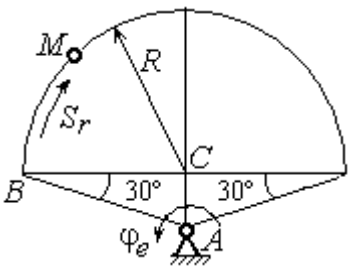


Рис. 3.6. Схема сложного движения точки

Положительное направление вращения отмечено на схеме дуговой стрелкой φ_e. По ободу диска от точки *B* движется точка *M*. Движение точки относительно диска задается законом изменения длины дуги окружности: $\overset{\cup}{BM} = S_r = 9\pi t^2$ см. Положительное направление движения точки *M* на рис. 3.6 показано дуговой стрелкой S_r. Радиус диска $R = 9$ см.

Найти абсолютную скорость и абсолютное ускорение точки *M* в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Вращение фигуры будет для точки *M* переносным движением. Относительное движение точки *M* – её движение по окружности обода диска.

Для определения **положения точки** *M* на ободе диска вычислим расстояние, которое она прошла на заданный момент времени. Длина дуги окружности, пройденной точкой за 1 с: $S_r(1) = 9\pi$ см. Положение точки *M* определяется центральным углом $\alpha = \dfrac{S_r(1)}{R} = \dfrac{9\pi}{9} = \pi$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.7 точкой M_1.

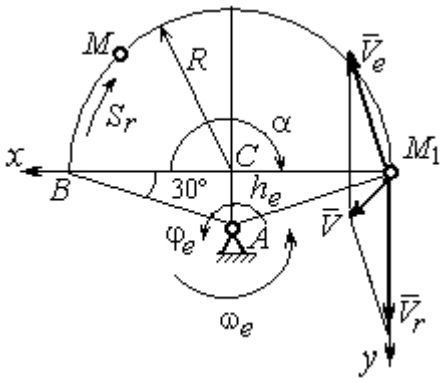


Рис. 3.7. Расчетная схема для вычисления абсолютной скорости точки при сложном движении

Для определения **скорости переносного движения** точки вычисляем значение производной: $\dot{\varphi}_e = 5 - 4t$. Угловая скорость вращения фигуры: $\omega_e = |\dot{\varphi}_e|$. При $t_1 = 1$ с $\dot{\varphi}_e(1) = 1$ рад/с. Положительная величина производной $\dot{\varphi}_e(1)$ показывает, что вращение фигуры в данный момент происходит в положительном направлении, что отмечено дуговой стрелкой ω_e на рис. 3.7.

В момент времени $t_1 = 1$ с точка *M* находится в положении M_1. Скорость V_e переносного движения точки в момент времени $t_1 = 1$ с $V_e(1) = \omega_e(1)h_e$, где

расстояние от точки M_1 до оси вращения фигуры $h_e = AM_1 = \dfrac{R}{\cos 30^\circ} = 6\sqrt{3}$ см.

Тогда $V_e(1) = 6\sqrt{3}$ см/с.

Вектор скорости переносного движения точки $\vec{V}_e$ перпендикулярен линии AM_1 и направлен в сторону вращения фигуры (см. рис. 3.7).

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги *BM*. В этом случае **скорость относительного движения** точки $V_r = \left|\dot{S}_r\right| = \left|18\pi t\right|$. При t_1 = 1 с $V_r(1) = \left|\dot{S}_r(1)\right| = 18\pi$ = 56,5 см/с. Положительное значение производной $\dot{S}_r(1)$ указывает, что относительное движение точки в положении M_1 происходит в положительном направлении, указанном на рис. 3.7 дуговой стрелкой S_r. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости точки в положении M_1 направлен по касательной к траектории относительного движения в сторону положительного направления движения (см. рис. 3.7).

Абсолютную скорость точки находим по теореме сложения скоростей $\vec{V} = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Направление вектора абсолютной скорости, полученное по правилу сложения векторов, показано на рис. 3.5. Для определения величины абсолютной скорости выбираем прямоугольные оси координат M_1xy (см. рис. 3.7) и проецируем обе части векторного равенства теоремы сложения скоростей на эти оси. Получим:

$$V_x = V_e \cos 60^\circ = 3\sqrt{3} = 5{,}2 \text{ см/с};$$

$$V_y = -V_e \cos 30^\circ + V_r = -6\sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + 56{,}5 = 29{,}5 \text{ см/с}.$$

Модуль абсолютной скорости: $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = \sqrt{5{,}2^2 + 29{,}5^2} = 29{,}95$ см/с.

Абсолютное ускорение точки определяем по теореме Кориолиса, которая при вращательном переносном движении имеет вид:

$$\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_{\text{к}}.$$

Относительное касательное ускорение a_r^τ вычисляется по формуле: $a_r^\tau = \left|\ddot{S}_r\right|$. По условию задачи вторая производная $\ddot{S}_r = 18\pi$ = 56,5 см/с^2 – постоянная величина. Так как значение второй производной $\ddot{S}_r$ положительно, вектор ускорения $\vec{a}_r^\tau$ направлен по касательной к траектории относительного движения в точке M_1 в сторону положительного направления относительного движения, отмеченного дуговой стрелкой S_r.

Относительное нормальное ускорение точки вычисляется по формуле $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$ и в момент $t_1 = 1$ с равно: $a_r^n(1) = \dfrac{V_r^2(1)}{R} = \dfrac{(18\pi)^2}{9} = 355{,}3$ см/с^2. Вектор ускорения $\vec{a}_r^n$ направлен по радиусу диска к центру C (см. рис. 3.8).

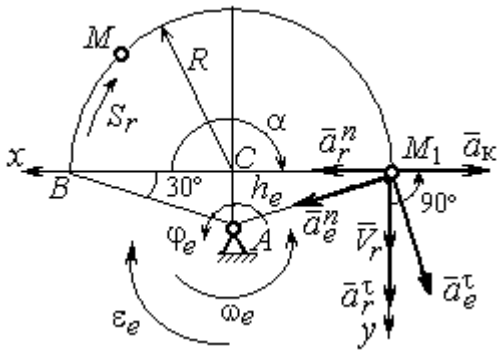


Рис. 3.8. Расчетная схема для определения абсолютного ускорения точки

Переносное касательное ускорение вычисляется по формуле: $a_e^\tau = \varepsilon_e h_e$, где угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right|$. Вычислим производную $\ddot{\varphi}_e = -4$ рад/с^2. Угловое ускорение $\varepsilon_e = \left|\ddot{\varphi}_e\right| = 4$ рад/с^2 постоянно и не зависит от времени.

Отрицательное значение производной $\ddot{\varphi}_e < 0$ при условии, что расчетная величина угловой скорости положительна: $\dot{\varphi}_e > 0$, означает, что вращательное движение замедленное и переносное угловое ускорение ε_e направлено в сторону, противоположную направлению вращения.

Вектор $\vec{a}_e^\tau$ переносного касательного ускорения точки в её положении M_1 перпендикулярен линии AM_1 и направлен противоположно вектору переносной скорости $\vec{V}_e$ (см. рис. 3.8). Модуль переносного касательного ускорения: $a_e^\tau = a_e^\tau = \varepsilon_e h_e = 24\sqrt{3} = 41{,}6$ см/с^2.

Переносное нормальное ускорение a_e^n рассчитывается по формуле: $a_e^n = \omega_e^2 h_e$ и в момент времени $t_1 = 1$ с $a_e^n(1) = \omega_e^2(1)h_e = 6\sqrt{3} = 10{,}4$ см/с^2. Вектор переносного нормального ускорения $\vec{a}_e^n$ направлен по линии AM_1 к оси вращения (см. рис. 3.8).

По условию задачи вектор скорости относительного движения точки $\vec{V}_r$ лежит в плоскости, перпендикулярной оси переносного вращения, то есть перпендикулярен вектору угловой скорости переносного движения $\vec{\omega}_e$. Тогда модуль **ускорения Кориолиса** при $t_1 = 1$ с $a_к = 2\omega_e V_r = 2 \cdot 1 \cdot 18\pi = 113{,}1$ см/с^2.

Так как вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r \perp \vec{\omega}_e$, то по правилу Жуковского для определения направления ускорения Кориолиса достаточно повернуть вектор относительной скорости точки $\vec{V}_r$ на 90° в сторону переносного движения вокруг оси, параллельной оси вращения и проходящей через точку M_1 (см. рис. 3.8). Для определения абсолютного ускорения спроецируем на прямоугольные оси xM_1y (см. рис. 3.8) векторное равенство $\vec{a} = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e^{\,\tau} + \vec{a}_e^{\,n} + \vec{a}_к$. Получим: $a_y = a_e^{\tau}\cos 30^\circ + a_e^n \cos 60^\circ + a_r^{\tau} = 97{,}9$ см/с^2, $a_x = -a_e^{\tau}\cos 60^\circ + a_e^n \cos 30^\circ + a_r^n - a_к = 228{,}4$ см/с^2. Модуль абсолютного ускорения: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = 248{,}5$ см/с^2.

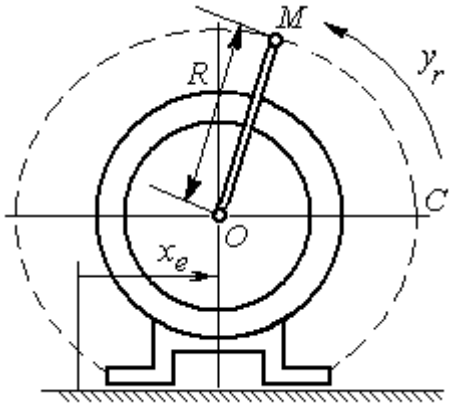


Рис. 3.9. Схема движения точки стержня, укреплённого на электромоторе

Задача 2. К вращающемуся валу электромотора прикреплён стержень OM длины $R = 6$ см. Во время работы электромотора точка M стержня из начального положения C перемещается по дуге окружности согласно уравнению $CM = y_r = \pi t^2$ см. При этом электромотор, установленный без креплений, совершает горизонтальные гармонические колебания на фундаменте по закону

$x_e = 5\sin(\pi t/3)$ см. Определить абсолютное ускорение точки M в момент времени $t_1 = 1$ с.

Решение

Точка M совершает сложное движение – относительно электромотора и вместе с ним. Относительным движением точки будет её движение по дуге окружности радиуса R, переносным – поступательное горизонтальное, прямолинейное движение электромотора.

Найдём положение точки относительно электродвигателя в заданный момент времени. Угол α, отсчитываемый стержнем OM от начального положения OC, в момент времени $t_1 = 1$ с составляет $\alpha = \dfrac{y_r(t_1)}{R} = \dfrac{\pi}{6} = 30°$. Положение точки в момент времени $t_1 = 1$ с отмечено на рис. 3.10 буквой M_1.

Относительное движение точки задано естественным способом, как закон изменения длины дуги. Относительная скорость $V_r = \dot{y}_r = 2\pi t$. В момент времени $t_1 = 1$ с V_r = 6,28 см/с. Вектор $\vec{V}_r$ относительной скорости направлен перпендикулярно стержню OM_1.

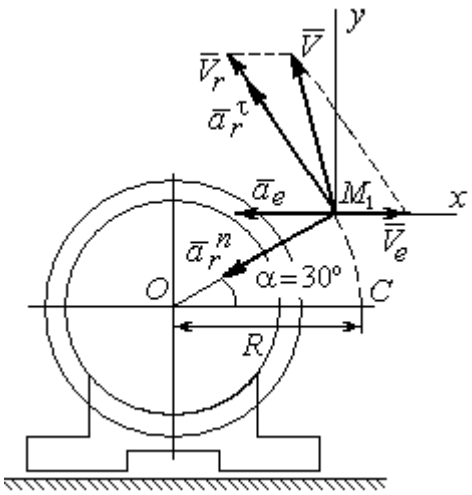


Рис. 3.10. Расчётная схема вычисления абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки

Скорость точки в переносном движении – это скорость горизонтального движения электродвигателя:

$$V_e = \dot{x}_e = \frac{5\pi}{3}\cos(\pi t/3).$$

В момент времени $t_1 = 1$с $V_e = \dfrac{5\pi}{3}\cos 60° = 2{,}62$ см/с. Вектор $\vec{V}_e$ переносной скорости точки M направлен параллельно линии движения электродвигателя (см. рис. 3.10).

Абсолютная скорость точки определяется на основании теоремы сложения скоростей при сложном движении: $\vec{V}_M = \vec{V}_e + \vec{V}_r$. Для того чтобы найти величину абсолютной скорости, выберем оси xM_1y, как показано на рис. 3.10, и спроецируем векторное равенство сложения скоростей на эти оси. Получим: $V_{Mx} = V_e - V_r\cos 60^\circ = -0{,}52$ см/с (проекция направлена в отрицательную сторону оси x), $V_{My} = V_r\cos 30^\circ = 5{,}44$ см/с. Модуль абсолютной скорости $V_M = \sqrt{V_{Mx}^2 + V_{My}^2} = 5{,}46$ см/с. Вектор абсолютной скорости направлен по диагонали параллелограмма, построенного на векторах $\vec{V}_e$ и $\vec{V}_r$.

При поступательном переносном движении точки $\omega_e = 0$ и потому $a_к = 0$. Относительное ускорение точки при движении по окружности раскладывается на две составляющие $\vec{a}_r = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n}$, направленные вдоль стержня OM и перпендикулярно ему. Кроме того, при прямолинейном относительном движении $a_e^n = 0$. В результате, теорема о сложении ускорений принимает вид $\vec{a}_M = \vec{a}_r^{\,\tau} + \vec{a}_r^{\,n} + \vec{a}_e$, где модули векторов вычисляются по формулам $a_r^{\tau} = \dot{V}_r$, $a_r^n = \dfrac{V_r^2}{R}$, $a_e = a_e^{\tau} = \dot{V}_e = -\dfrac{5\pi^2}{9}\sin(\pi t/3)$ и в момент времени $t_1 = 1$с равны $a_r^{\tau} = 6{,}28$ см/с^2, $a_r^n = 6{,}57$ см/с^2, $a_e = -4{,}75$ см/с^2. Направления векторов ускорений показаны на рис. 3.10. Для вычисления модуля абсолютного ускорения точки спроецируем векторное равенство сложения ускорений на оси выбранной ранее системы координат xM_1y. Получим:

$$a_{Mx} = -a_r^{\tau}\cos 60^\circ - a_r^n\cos 30^\circ - a_e = -4{,}08 \text{ см/с}^2;$$

$$a_{My} = a_r^{\tau}\cos 30^\circ - a_r^n\cos 60^\circ = 2{,}15 \text{ см/с}^2.$$

Величина абсолютного ускорения $a_M = \sqrt{a_{Mx}^2 + a_{My}^2} = 4{,}61$ см/с^2.

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ

4.1. Дифференциальные уравнения движения точки

Движение точки под действием системы сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$, …, $\vec{F}_K$ в прямоугольной декартовой системе координат *Oxyz* описывается **дифференциальными уравнениями:** $m\frac{d^2x}{dt^2} = \sum F_{kx}$, $m\frac{d^2y}{dt^2} = \sum F_{ky}$, $m\frac{d^2z}{dt^2} = \sum F_{kz}$ или, обозначая вторые производные от координат по времени двумя точками, уравнениями: $m\ddot{x} = \sum F_{kx}$, $m\ddot{y} = \sum F_{ky}$, $m\ddot{z} = \sum F_{kz}$, где m – масса точки; x, y, z – текущие координаты точки; $\ddot{x}$, $\ddot{y}$, $\ddot{z}$ – проекции вектора ускорения точки на оси координат; $\sum F_{kx}$, $\sum F_{ky}$, $\sum F_{kz}$ – алгебраические суммы проекций сил на оси координат.

Интегрирование дифференциальных уравнений производится в зависимости от их вида методами, известными из курса математики.

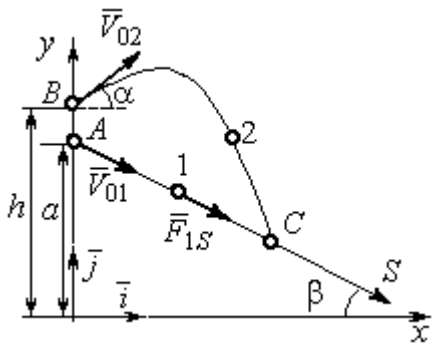
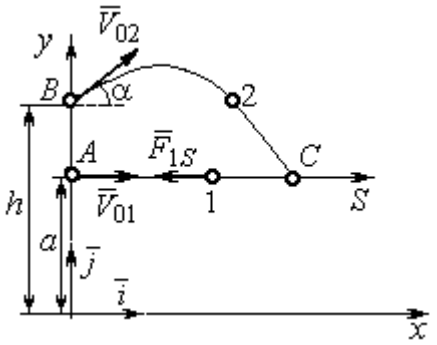
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

Две материальные точки движутся в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой m_1, получив в начальном положении *A* скорость V_{01}, движется вдоль гладкой оси *AS*, наклоненной под углом β к горизонту. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_1$, направленная вдоль оси *AS*. Направление вектора проекции силы на ось $\vec{F}_{1S}$ показано на схеме.

Одновременно с точкой 1 начинает движение точка 2 массой m_2 из положения *B* на оси *y*. На точку 2 действуют сила тяжести и постоянная сила $\vec{F}_2$. Направление вектора силы $\vec{F}_2$ определяется его разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ координатных осей *x*, *y*.

Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1 точки 1 и 2 встретились на оси AS в точке C. Момент времени t_1 задаётся в условиях задачи или определяется по дополнительным условиям встречи.

Варианты заданий представлены на рис. 4.1, 4.2. Исходные данные приведены в табл. 4.1.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

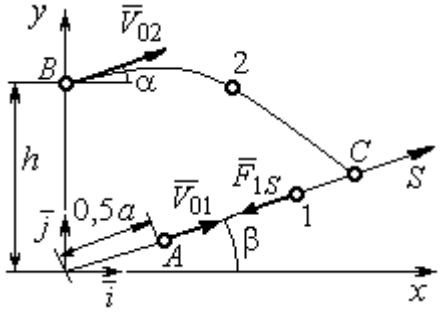
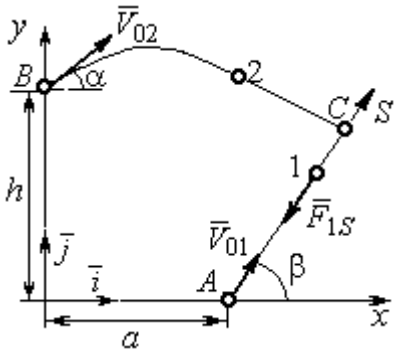
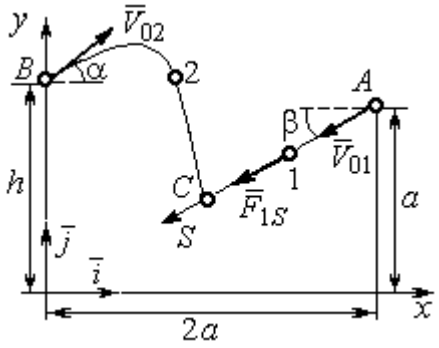
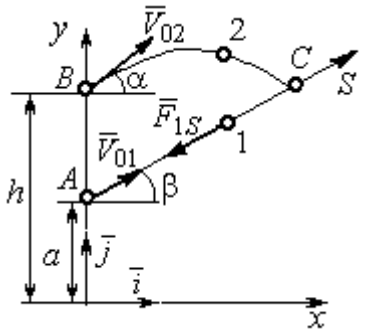
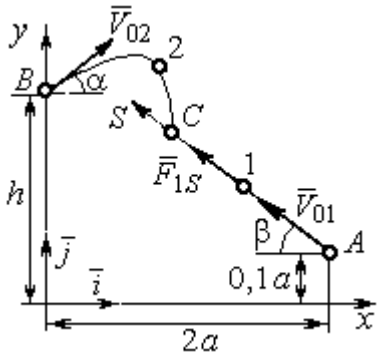
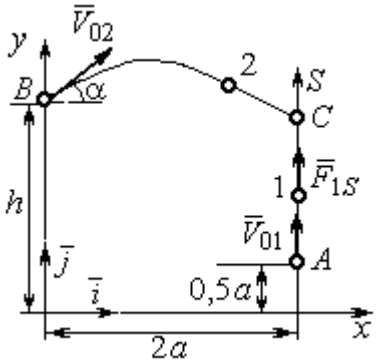
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
 Встреча в точке C в момент, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза относительно начальной	 Встреча в точке C в момент времени $t_1 = 0{,}5$ с

Рис. 4.1. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	
Встреча в точке *C* в момент, когда скорость точки 1 увеличилась в 1,5 раза относительно начальной	Встреча в точке *C*, когда точка 1 максимально удалилась от места старта

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}4$ с	Встреча в точке *C* в момент максимального подъёма точки 1

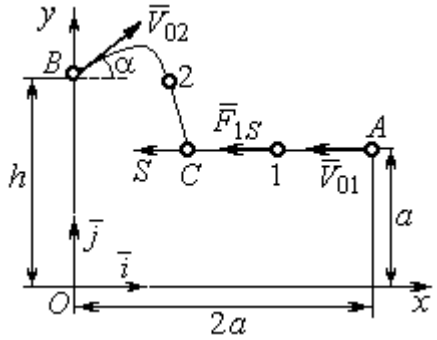
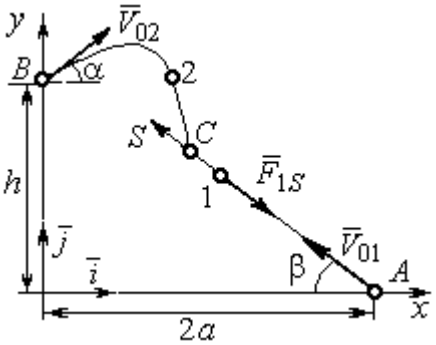
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	
Встреча в точке *C* в момент времени $t_1 = 0{,}6$ с	Встреча в точке *C* в момент, когда точка 1 достигла максимальной высоты подъёма

Рис. 4.2. Задание Д1. Интегрирование уравнений движения точки.
Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 4.1

Исходные данные задания Д1. Интегрирование уравнений движения точки

Номер варианта задания	m_1, кг	F_{1S}, Н	V_{01}, м/с	β, град	m_2, кг	$\vec{F}_2$, Н	a, м	h, м
1	1	3	3	30	2	$7\vec{i}$	2	4
2	3	6	2	0	2	$4\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	1
3	2	5	4	35	1,5	$10\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
4	1	10	2	60	2	$4\vec{i}+8\vec{j}$	2,2	2
5	1	3	3	30	2	$5\vec{i}$	3	4,5
6	0,8	6	6	50	3	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1,5	4
7	2	5	4,5	40	1	$10\vec{i}+2\vec{j}$	3	2,5
8	1	2	3,5	90	2	$6\vec{i}+8\vec{j}$	1,2	2
9	2	4	4	0	1	$3\vec{i}+2\vec{j}$	2	2,5
10	1	3	3	55	1,5	$4\vec{i}$	1	1,5
11	0,5	2	3	60	2	$3\vec{i}+8\vec{j}$	1,5	2,5
12	0,2	3	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1	2,5
13	1	2	6	50	1,5	$6\vec{i}-4\vec{j}$	0,8	2
14	0,5	6	4	35	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	2,5	2
15	0,2	3	3	50	2	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3	4
16	2	4	6	40	2	$3\vec{i}+12\vec{j}$	1	1,5
17	1	6	5	60	1,5	$5\vec{i}+4\vec{j}$	3	2,5
18	1	2	2	90	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2
19	1	3	2	2	2	$2\vec{i}+10\vec{j}$	1	1,5
20	5	4	2	30	1	$3\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	1,5
21	0,2	4	4	45	1	$6\vec{i}-2\vec{j}$	1	3
22	0,4	3	2	0	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1,5	2,5
23	1	3	8	60	2	$4\vec{i}+2\vec{j}$	1,2	1,5
24	0,5	8	3	30	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
25	2	4	4	60	1	$2\vec{i}-2\vec{j}$	3,5	4
26	1	3	5	50	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	0,5	1,5
27	1,5	3	6	30	2	$4\vec{i}+4\vec{j}$	2	2,5
28	2	5	3	90	2	$6\vec{i}+7\vec{j}$	2	1,5
29	2	4	4	0	1	$5\vec{i}-2\vec{j}$	1,5	2
30	1	3	2,5	70	2	$4\vec{i}+6\vec{j}$	1	1

Пример выполнения задания Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки

На рис. 4.3 представлена схема движения материальных точек в вертикальной плоскости *xOy*. Точка 1 массой $m_1 = 2$ кг, получив в начальном положении *A* скорость $V_{01} = 4$ м/с, движется вдоль гладкой оси *AS* с углом наклона $\beta = 30^{\circ}$. Во время движения на точку 1 действуют сила тяжести $\vec{P}_1$ и постоянная сила $\vec{F}_1$, проекция которой на ось *AS* равна $F_{1S} = 4{,}5$ Н. Направление вектора проекции силы $\vec{F}_{1S}$ на ось *AS* показано на рис. 4.3.

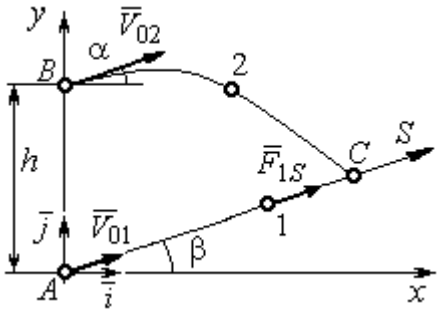


Рис. 4.3. Схема совместного движения точек

Одновременно с началом движения точки 1 из положения *B* на оси *y* высотой $h = 1$ м начинает движение точка 2 массой $m_2 = 1{,}2$ кг. На точку 2 действуют сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2$, направление которой определяется разложением по единичным векторам $\vec{i}$, $\vec{j}$ осей *x*, *y* декартовой системы координат: $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, Н. Определить величину и направление (угол α) начальной скорости V_{02} точки 2, чтобы в момент времени t_1, когда скорость точки 1 уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальным значением, обе они встретились на оси *AS* в точке *C*.

Решение

Рассмотрим движение точки 1. В текущий момент времени на точку 1 действует сила тяжести $\vec{P}_1$, нормальная реакция $\vec{N}_1$ наклонной оси *AS* и сила $\vec{F}_1$, величина проекции которой на ось *AS* равна F_{1S} (рис. 4.4). Дифференциальное уравнение движения точки 1 $m_1\ddot{S} = F_{1S} - P_1\sin\beta$, или $m_1\dfrac{dV_{1S}}{dt} = 4{,}5 - m_1 g\sin\beta$. С учетом исходных данных, полагая ускорение свободного падения $g = 9{,}81$ м/с^2, дифференциальное уравнение движения точки 1

приводится к виду: $\frac{dV_{1S}}{dt} = -2{,}66$. Разделим переменные, представив дифференциальное уравнение в виде $dV_{1S} = -2{,}66dt$. Проинтегрировав его, получим зависимость скорости точки 1 от времени: $V_{1S} = -2{,}66t + C_1$. Для того чтобы определить закон движения точки 1, представим скорость точки как производную от координаты $V_{1S} = \frac{dS}{dt}$. Получим дифференциальное уравнение $\frac{dS}{dt} = -2{,}66t + C_1$, проинтегрировав которое, найдём уравнение движения точки 1: $S = -1{,}33t^2 + C_1t + C_2$. Константы интегрирования C_1, C_2 находятся из начальных условий: при $t = 0$, $S = 0$, $\dot{S} = V_{1S} = V_{01} = 4$ м/с. Подставляя первое из условий в уравнение движения точки 1, получим $C_2 = 0$. Подставим начальное значение скорости в уравнение $\dot{S} = -2{,}66t + C_1$, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени. Получим $C_1 = 4$. Таким образом, движение точки 1 вдоль оси AS описывается уравнением: $S = -1{,}33t^2 + 4t$.

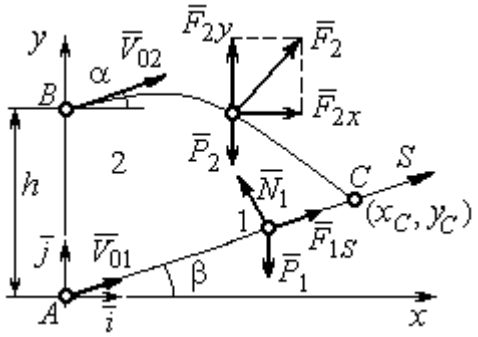


Рис. 4.4. Силы, действующие на точки 1 и 2, во время их движения

По условию задачи встреча двух точек происходит в момент времени t_1, когда скорость первой точки уменьшилась в 2 раза по сравнению с начальной: $V_{1S}(t_1) = \frac{V_{01}}{2} = 2$ м/с. Подставляя это условие в уравнение, выражающее зависимость скорости точки 1 от времени, получим: $2 = -2{,}66t_1 + 4$, откуда найдём момент времени встречи $t_1 = 0{,}75$ с. Расстояние AC, пройденное точкой 1 до встречи, определяется как путь, пройденный этой точкой за время $t_1 = 0{,}75$ с, $AC = S(t_1) = -1{,}33 \cdot 0{,}75^2 + 4 \cdot 0{,}75 = 2{,}25$ м. Координаты точки встречи x_C, y_C определяются из равенств: $x_C = S(t_1)\cos 30^\circ = 1{,}95$ м; $y_C = S(t_1)\sin 30^\circ = 1{,}12$ м.

Рассмотрим движение точки 2. В текущий момент времени на нее действует сила тяжести $\vec{P}_2$ и сила $\vec{F}_2 = 2{,}4\vec{i} + 4{,}5\vec{j}$, проекции которой на оси координат $F_{2x} = 2{,}4$ Н, $F_{2y} = 4{,}5$ Н. Дифференциальные уравнения движения точки 2 в проекциях на оси координат *x*, *y* имеют вид:

$$m_2\ddot{x} = F_{2x} = 2{,}4\,, \quad m_2\ddot{y} = -P_2 + F_{2y} = -m_2 g + 4{,}5\,,$$

или после подстановки исходных данных: $\ddot{x} = 2\,, \quad \ddot{y} = -6{,}06\,.$

Представим в первом уравнении проекцию ускорения точки 2 на ось *x* как производную от соответствующей проекции скорости $\ddot{x} = \dfrac{dV_{2x}}{dt}$. После разделения переменных получим дифференциальное уравнение $dV_{2x} = 2dt$. Проинтегрируем его и найдем зависимость горизонтальной составляющей скорости точки 2 от времени: $V_{2x} = 2t + C_3$. Заменим в этом уравнении проекцию скорости точки на ось *x* на производную от координаты $V_{2x} = \dfrac{dx}{dt}$. После интегрирования получим уравнение, описывающее движение точки 2 вдоль оси *x*, $x = t^2 + C_3 t + C_4$. Для того чтобы найти постоянные C_3 и C_4, воспользуемся граничными условиями движения точки 2 – известной начальной координатой движения точки и вычисленной координатой точки встречи, то есть при $t = 0$, $x = 0$, а при $t_1 = 0{,}75$ с $x(t_1) = x_C = 1{,}95$ м. Подставляя граничные условия в уравнение движения точки 2, получим $C_4 = 0$, $C_3 = 1{,}85$. Таким образом, уравнение движения точки 2 вдоль оси x: $x = t^2 + 1{,}85t$.

Закон движения точки 2 вдоль оси *y* находим путем интегрирования второго дифференциального уравнения. Его представим в виде: $\dfrac{dV_{2y}}{dt} = -6{,}06$. После разделения переменных и первого интегрирования получим зависимость проекции скорости точки 2 на ось *y* от времени: $V_{2y} = -6{,}06t + C_5$. Заменив проекцию скорости точки 2 на ось *y* производной от координаты $V_{2y} = \dfrac{dy}{dt}$, вто-

рично проинтегрируем. В результате движение точки 2 вдоль оси y описывается уравнением: $y = -3{,}03t^2 + C_5 t + C_6$. Для определения констант C_5 и C_6 используем граничные условия: при $t = 0$ $y(0) = h = 1$ м, а при $t_1 = 0{,}75$ с $y(t_1) = y_C$ =1,12 м. Получим $C_6 = 1$, $C_5 = 2{,}43$. Таким образом, точка 2 движется вдоль оси y по закону: $y = -3{,}03t^2 + 2{,}43t + 1$.

Проекции скорости точки 2 на оси координат как функции времени имеют вид: $V_{2x}(t) = \dot{x} = 2t + 1{,}85$, $V_{2y}(t) = \dot{y} = -6{,}06t + 2{,}43$. Значения проекций при $t = 0$: $V_{02x} = V_{2x}(0) = 1{,}85$ м/с, $V_{02y} = V_{2y}(0) = 2{,}43$ м/с. Величина начальной скорости: $V_{02} = \sqrt{{V_{02x}}^2 + {V_{02y}}^2} = 3{,}05$ м/с.

Угол наклона вектора скорости в начальный момент определяется из равенства: $\mathrm{tg}\alpha = \dfrac{V_{02y}}{V_{02x}} = \dfrac{2{,}43}{1{,}85} = 1{,}31$. Откуда $\alpha = 52{,}64^\circ$.

4.3. Колебания материальной точки

Силы, возникающие при отклонении материальной точки от положения равновесия и направленные так, чтобы вернуть точку в это положение, называются **восстанавливающими**. Восстанавливающие силы, линейно зависящие от расстояния от точки до положения её равновесия, называются **линейными восстанавливающими силами**. Так, сила упругости пружины $F = c\Delta\ell$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины; $\Delta\ell$ – удлинение пружины, является линейной восстанавливающей силой.

Дифференциальное уравнение движения материальной точки массой m вдоль оси Оx под действием линейной восстанавливающей силы, представляет собой уравнение гармонических колебаний и имеет вид:

$$m\ddot{x} + cx = 0, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где x – отклонение точки от положения равновесия, куда поместили начало

координат; ω – угловая частота колебаний, $\omega^2 = \frac{c}{m}$. Единица измерения угловой частоты – рад/с.

Решение дифференциального уравнения свободных колебаний представляется суммой $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$, где постоянные интегрирования C_1 и C_2 находятся из начальных условий. **Амплитуда свободных колебаний** $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Промежуток времени, в течение которого точка совершает одно полное колебание, называется **периодом колебаний**: $T = \frac{2\pi}{\omega}$. Величина, обратная периоду $\nu = \frac{1}{T}$ определяет число полных колебаний точки за 1 с и называется **частотой колебаний**. Частота колебаний измеряется в герцах (Гц). Частота, равная 1 Гц, соответствует одному полному колебанию в секунду. Угловая частота связана с частотой колебаний соотношением $\omega = 2\pi\nu$.

Если на материальную точку кроме восстанавливающей силы действует сила сопротивления движению, пропорциональная скорости точки, $\vec{R} = -\mu\vec{V}$, где μ – коэффициент сопротивления, то дифференциальное уравнение движения точки с сопротивлением относительно положения равновесия имеет вид $m\ddot{x} + \mu\dot{x} + cx = 0$, или $\ddot{x} + 2n\dot{x} + \omega^2 x = 0$, где n – коэффициент затухания, $n = \frac{\mu}{2m}$; ω – угловая частота собственных колебаний точки без учёта сопротивления, $\omega^2 = \frac{c}{m}$.

При $n < \omega$ движение точки представляет затухающие колебания. Общее решение дифференциального уравнения колебаний с сопротивлением $x = e^{-nt}(C_1\cos\omega_1 t + C_2\sin\omega_1 t) = Ae^{-nt}\sin(\omega_1 t + \alpha)$, где C_1 и C_2 – постоянные интегрирования; ω_1 – угловая частота затухающих колебаний, $\omega_1 = \sqrt{\omega^2 - n^2}$;

$A_1 = Ae^{-nt}$ – амплитуда затухающих колебаний, $A = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$; α – начальная фаза колебаний, $\text{tg}\alpha = \dfrac{C_1}{C_2}$.

При $n > \omega$ движение точки апериодическое, затухающее. Общее решение дифференциального уравнения движения точки с таким сопротивлением имеет вид $x = e^{-nt}(C_1 e^{\omega_2 t} + C_2 e^{-\omega_2 t})$, где $\omega_2 = \sqrt{n^2 - \omega^2}$.

При $n = \omega$ движение точки происходит согласно уравнению $x = e^{-nt}(C_1 t + C_2)$.

Если кроме восстанавливающей силы на материальную точку действует переменная возмущающая сила, колебания точки называются **вынужденными.**

При действии гармонической возмущающей силы $F = H\sin pt$, где H, p – амплитуда и угловая частота колебаний возмущающей силы, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия и при отсутствии сил сопротивления имеет вид

$$m\ddot{x} + cx = H\sin pt, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающей силы, $h = \dfrac{H}{m}$.

Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний представляется как сумма общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного.

При отсутствии резонанса, когда частота собственных колебаний не совпадает с частотой возмущающей силы $p \neq \omega$, решение имеет вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t + \dfrac{h}{\omega^2 - p^2}\sin pt$, а в случае резонанса, когда $p = \omega$, – вид: $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t - \dfrac{ht}{2p}\cos pt$. Значения произвольных постоянных C_1 и C_2

определяются из общего решения неоднородного уравнения с учетом начальных условий движения. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{\text{соб}} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$. Амплитуда вынужденных колебаний при отсутствии резонанса $A_{\text{вын}} = \dfrac{h}{\omega^2 - p^2}$. При резонансе амплитуда вынужденных колебаний растет как линейная функция времени $A_{\text{вын}} = \dfrac{ht}{2p}$.

Если возмущающее воздействие заключается в **принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины**, например, по закону $S = a\sin pt$, где a, p – амплитуда и угловая частота колебаний точки подвеса пружины, дифференциальное уравнение вынужденных колебаний материальной точки относительно положения равновесия при отсутствии сил сопротивления имеет вид $\ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt$, где ω – угловая частота собственных гармонических колебаний, $\omega^2 = \dfrac{c}{m}$; h – относительная амплитуда возмущающего колебания, $h = \dfrac{ca}{m}$. Общее решение неоднородного дифференциального уравнения вынужденных колебаний при принудительном гармоническом колебании точки подвеса пружины может быть получено аналогично случаю возмущения гармонической силой.

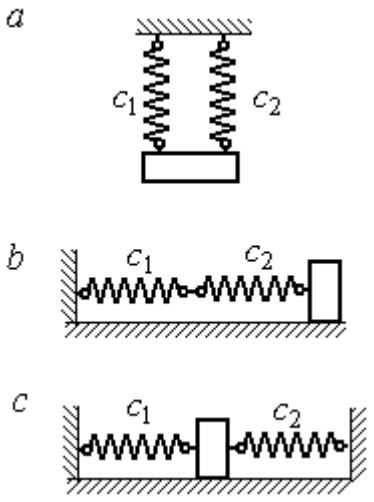


Рис. 4.5. Способы крепления груза на двух пружинах:
a – две параллельные пружины;
b – последовательно соединённые пружины; *c* – крепление груза между пружинами

Система пружин заменяется одной с эквивалентной жесткостью. Так, колебания груза на двух параллельных пружинах с коэффициентами жесткости c_1 и c_2 (рис. 4.5, *a*) можно рассматривать как колебания груза на одной пружине эквивалент-

ной жесткости $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$, где $c_{\text{экв}}$ – коэффициент жесткости эквивалентной пружины. При последовательном соединении пружин (рис. 4.5, *b*) коэффициент жесткости эквивалентной пружины $c_{\text{экв}} = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$. Если груз расположен между двумя пружинами (рис. 4.5, *c*), тогда $c_{\text{экв}} = c_1 + c_2$. Коэффициент жесткости эквивалентной пружины равен сумме коэффициентов жесткости пружин.

4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки

Задание Д2 на исследование колебаний точки включает две задачи.

Задача 1. Исследование гармонических колебаний точки.

Найти уравнение движения груза массой m_1 (или одновременно двух грузов массой m_1 и m_2) на пружине жесткостью c_1 (или на двух пружинах жесткостью c_1 и c_2). Расположение грузов на пружине и описание условий, при которых начались колебания, приведено на схемах. Определить амплитуду и частоту колебаний.

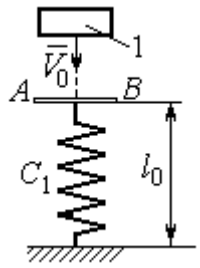
Задача 2. Исследование вынужденных колебаний точки.

Груз движется на пружинах, расположенных вертикально или горизонтально. При движении груза по горизонтальной поверхности трение не учитывается. Жёсткость пружин c_1 и c_2. Направление возмущающего усилия $F = F(t)$, приложенного к грузу, или возмущающего движения точки крепления пружин $S = S(t)$, а также описание условий начала колебаний приведено на схемах. В задачах, где на схемах присутствует амортизатор, создающий сопротивление движению груза, сила сопротивления пропорциональна скорости движения груза и находится по формуле: $\vec{R} = -\mu \vec{V}$ Н, где μ – коэффициент сопротивления; V – скорость груза. Определить уравнение колебаний груза, амплитуды собственных и вынужденных колебаний.

Варианты заданий даны на рис. 4.6 – 4.9. Исходные данные в табл. 4.2.

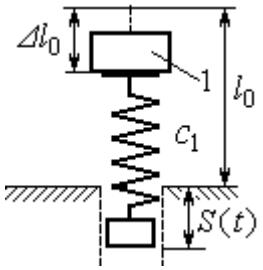
Варианты № 1, 11, 21

Задача 1



Невесомая пластина AB укреплена на нерастянутой пружине. Груз 1, получив начальную скорость V_0, падает вертикально вниз. Через 1 с после начала падения груз достигает пластины и продолжает движение вместе с ней

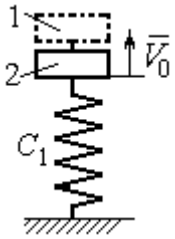
Задача 2



К верхнему концу пружины, сжатой на величину $\Delta\ell_0$, прикрепляют груз 1 и отпускают без начальной скорости. Одновременно нижний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

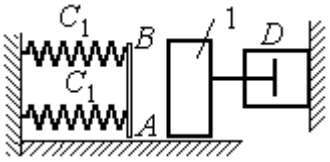
Варианты № 2, 12, 22

Задача 1



В положении статического равновесия двух грузов (1 и 2), установленных на пружине, груз 1 убрали, а грузу 2 сообщили скорость V_0, направленную вверх

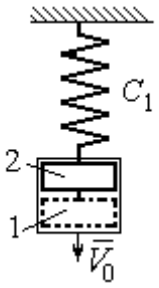
Задача 2



Груз 1 движется по гладкой горизонтальной поверхности с начальной скоростью V_0. Через 1 с груз упирается в площадку AB, укреплённую на недеформированных пружинах, соединённых параллельно, и продолжает движение вместе с ней. Во время движения (до упора в площадку AB и вместе с ней) груз испытывает сопротивление, создаваемое демпфером D

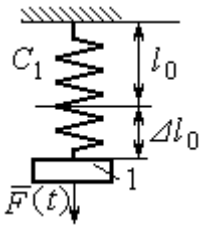
Варианты № 3, 13, 23

Задача 1



В положении статического равновесия груза 2, укреплённого на пружине, к нему присоединили груз 1 и оба груза толкнули вниз со скоростью V_0

Задача 2

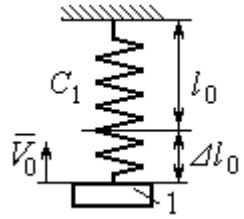


Недеформированную пружину оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$, подцепили груз 1 и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.6. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 1 – 3, 11 – 13, 21 – 23

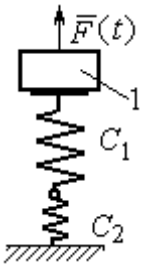
Варианты № 4, 14, 24

Задача 1



К недеформированной пружине подцепили груз 1, оттянули его вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вверх

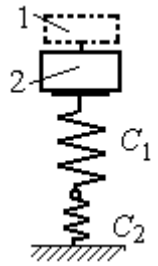
Задача 2



Грузу 1, укреплённому на двух последовательно соединённых пружинах в положении статического равновесия, сообщили начальную скорость V_0, направленную вниз. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

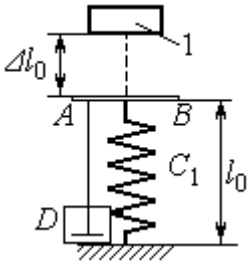
Варианты № 5, 15, 25

Задача 1



В положении статического равновесия грузов 1 и 2, укреплённых на двух вертикальных последовательно соединённых пружинах, убрали груз 1, а груз 2 отпустили без начальной скорости

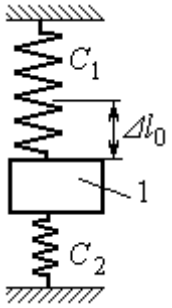
Задача 2



Груз 1 падает с высоты $\Delta\ell_0$ на площадку AB, установленную на недеформированной пружине, и продолжает движение вместе с ней. Демпфер D создаёт сопротивление движению груза на пружине

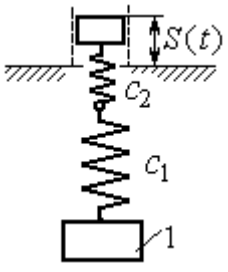
Варианты № 6, 16, 26

Задача 1



Груз 1 поместили между двумя недеформированными пружинами, затем оттянули вниз на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости

Задача 2

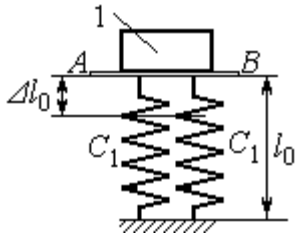


К недеформированным пружинам, соединённым последовательно, подцепили груз 1 и толкнули его вниз со скоростью V_0. Одновременно верхний конец пружины начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.7. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 4 – 6, 14 – 16, 24 – 26

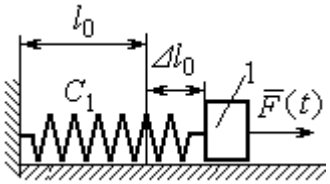
Варианты № 7, 17, 27

Задача 1



К недеформированным пружинам приложили груз 1, переместили его вниз на величину $\Delta\ell_0$ и сообщили скорость V_0, направленную вниз

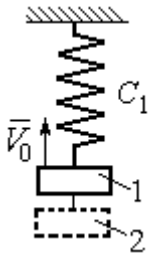
Задача 2



К нерастянутой пружине, расположенной на горизонтальной гладкой поверхности, подцепили груз 1, оттянули его на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили. Одновременно на груз стала действовать горизонтальная возмущающая сила $\vec{F}(t)$

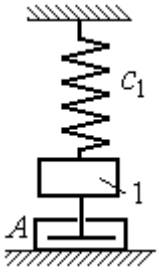
Варианты № 8, 18, 28

Задача 1



Грузы 1 и 2 находятся на пружине в положении статического равновесия. Груз 2 удаляют, а грузу 1 сообщают скорость V_0, направленную вверх

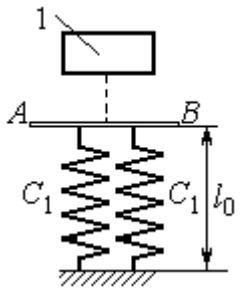
Задача 2



В положении статического равновесия груза 1 ему сообщили скорость V_0, направленную вниз. Демпфер *A* создаёт сопротивление движению груза

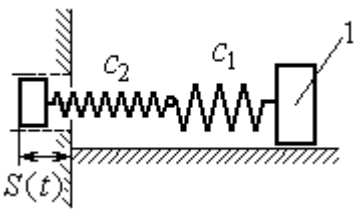
Варианты № 9, 19, 29

Задача 1



Груз 1 без начальной скорости падает вниз. Пройдя путь 1 м, груз достигает невесомой пластины *AB*, укреплённой на недеформированных, параллельно соединённых пружинах, и дальше движется вместе с ней

Задача 2



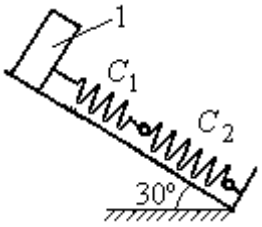
К двум горизонтальным пружинам, соединённым последовательно, в положении их нерастянутого состояния прицепили груз 1 и сообщили ему горизонтальную скорость V_0, направленную в сторону сжатия пружин. Одновременно левый конец пружинной системы начинает двигаться по закону $S = S(t)$

Рис. 4.8. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 7 – 9, 17 – 19, 27 – 29

Окончание вариантов задания Д2

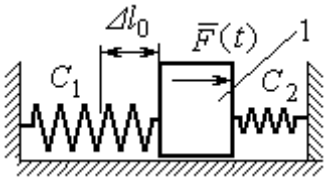
Варианты № 10, 20, 30

Задача 1



В положении статического равновесия груза 1, укреплённого на двух последовательно соединённых пружинах, сообщили скорость V_0, направленную вниз по наклонной плоскости

Задача 2



Между двумя горизонтальными недеформированными пружинами на гладкую поверхность поместили груз 1, оттянули его влево на расстояние $\Delta\ell_0$ и отпустили без начальной скорости. Одновременно на груз стала действовать возмущающая сила $\vec{F}(t)$

Рис. 4.9. Задание Д2. Исследование колебаний точки.
Варианты задания 10, 20, 30

Таблица 4.2

Исходные данные задания Д2. Исследование колебаний точки

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
1	1	2,5	–	2,0	200	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	210	–	0,1	–	–	0,02sin12t
2	1	1,5	2,0	4	250	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	4	220	–	–	1,0	–	–
3	1	2,0	1,5	3	250	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	–	200	–	0,14	–	12sin5t	–
4	1	2,0	–	3	180	–	0,1	–	–	–
	2	1,5	–	2	150	120	–	–	8sin12t	–
5	1	1,0	2,0	–	120	100	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	50	–	0,5	18	–	–
6	1	1,2	–	–	120	180	0,12	–	–	–
	2	1,4	–	2,4	120	180	–	–	–	0,03sin14t
7	1	1,6	–	3,2	140	–	0,15	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,12	–	12sin6t	–
8	1	1,0	2,0	3,0	150	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	3,5	120	–	–	15	–	–

Продолжение табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
9	1	1,5	–	–	100	–	–	–	–	–
	2	1,4	–	2,0	100	110	–	–	–	0,015sin8t
10	1	2,5	–	2,5	110	100	–	–	–	–
	2	2,0	–	–	110	52	0,08	–	5sin9t	–
11	1	2,0	–	4,0	300	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	–	200	–	0,12	–	–	0,01sin4t
12	1	1,8	2,4	4	220	–	–	–	–	–
	2	1,0	–	5	240	–	–	0,6	–	–
13	1	1,5	1,5	2	200	–	–	–	–	–
	2	1,8	–	–	180	–	0,08	–	10sin10t	–
14	1	2,0	–	2	200	–	0,12	–	–	–
	2	2,0	–	2	150	120	–	–	10sin8t	–
15	1	1,5	2,0	–	120	250	–	–	–	–
	2	1,5	–	–	120	–	0,4	4	–	–
16	1	2,0	–	–	150	75	0,1	–	–	–
	2	2,0	–	2,5	150	75	–	–	–	0,01sin5t
17	1	1,5	–	2,1	160	–	0,11	–	–	–
	2	1,8	–	–	150	–	0,1	–	8sin12t	–
18	1	2,0	1,0	2,5	80	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	2,5	50	–	–	21	–	–
19	1	1,6	–	–	120	–	–	–	–	–
	2	1,2	–	2,0	85	120	–	–	–	0,015sin7t
20	1	2,0	–	2,0	90	100	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	100	90	0,12	–	6sin10t	–
21	1	2,0	–	1,6	220	–	–	–	–	–
	2	2,5	–	–	250	–	0,14	–	–	0,01sin10t
22	1	2,2	1,5	3	180	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	4	280	–	–	0,8	–	–
23	1	2,2	1,2	2	220	–	–	–	–	–
	2	1,6	–	–	200	–	0,12	–	5sin7t	–

Окончание табл. 4.2

Номер варианта задания	Номер задачи	m_1, кг	m_2, кг	V_0, м/с	c_1, Н/м	c_2, Н/м	$\Delta\ell_0$, м	μ, Н·с/м	$F(t)$, Н	$S(t)$, м
24	1	1,6	–	2,4	160	–	0,13	–	–	–
	2	1,0	–	3	150	300	–	–	6sin10t	–
25	1	0,8	1,2	–	120	80	–	–	–	–
	2	0,8	–	–	180	–	0,4	12	–	–
26	1	1,4	–	–	100	120	0,15	–	–	–
	2	1,8	–	2,2	150	120	–	–	–	0,015sin8t
27	1	2	–	4,0	150	–	0,12	–	–	–
	2	2	–	–	162	–	0,13	–	5sin9t	–
28	1	1,5	2,0	2,0	140	–	–	–	–	–
	2	1,5	–	3,1	180	–	–	12	–	–
29	1	1,0	–	–	140	–	–	–	–	–
	2	2,0	–	2,4	75	150	–	–	–	0,08sin5t
30	1	1,6	–	3	75	150	–	–	–	–
	2	1,5	–	3	80	70	0,15	–	8sin10t	–

Пример выполнения задания Д2. Исследование колебаний точки

Задача 1. Груз 1 весом P = 20 Н, лежащий на гладкой наклонной плоскости, прикреплён к недеформированной пружине, расположенной параллельно плоскости (рис. 4.10). Угол наклона плоскости к горизонту 30º, коэффициент жесткости пружины c = 400 Н/м. В начальный момент груз переместили вверх по наклонной плоскости (сжали пружину) на расстояние $\Delta\ell_0$ = 0,1 м относительно нерастянутой пружины и отпустили без начальной скорости.

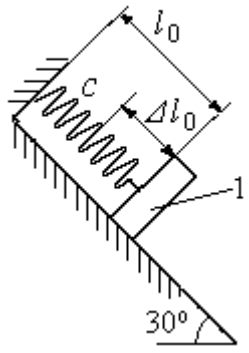


Рис. 4.10. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.11. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вниз вдоль наклонной плоскости. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.11) В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены три силы: сила тяжести $\vec{P}$, реакция опоры наклонной плоскости $\vec{N}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$. Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*: $F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell$, где $\Delta\ell$ – удлинение пружины относительно её нерастянутого положения, включающее её растяжение *x* относительно выбранного начала координат и растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза на наклонной плоскости.

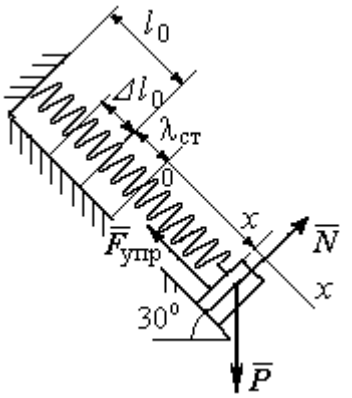


Рис. 4.11. Расчётная схема колебаний груза

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P\sin 30^\circ - c(x + \lambda_{\text{ст}}).$$

В положении статического равновесия сила упругости уравновешивается силой, равной проекции силы тяжести на ось *x*: $P\sin 30^\circ - c\lambda_{\text{ст}} = 0$. Подставляя это выражение условия статического равновесия груза в уравнение движения, получим дифференциальное уравнение колебаний груза:

$$m\ddot{x} = -cx, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = 0,$$

где ω – угловая частота колебаний; $\omega = \sqrt{\dfrac{c}{m}} = 14{,}01$ рад/с.

Общее решение уравнения колебаний $x = C_1\cos\omega t + C_2\sin\omega t$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси *Ox*.

Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \dfrac{P\sin 30^\circ}{c} = 0{,}025$ м. Координата начального положения груза определяется величиной сжатия пружины и, поскольку начало отсчёта координаты x выбрано в положении статического равновесия груза, равна (со знаком!): $x_0 = -(\Delta\ell_0 + \lambda_{ст}) = -0{,}125$ м (см. рис. 4.11).

Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения колебаний при $t = 0$, получим $C_1 = -0{,}125$ м. Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1\omega\sin\omega t + C_2\omega\cos\omega t$. Подставим сюда начальное значение скорости груза при $t = 0$ $\dot{x} = V_0 = 0$, получим $C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического растяжения пружины:

$$x(t) = -0{,}125\cos 14{,}01t \text{ м}.$$

Амплитуда колебаний груза $A = 0{,}125$ м.

Задача 2. Груз 1 весом $P = 20$ Н подвешен на недеформированной вертикальной пружине (рис. 4.12). Жесткость пружины $c = 800$ Н/м. В начальный момент груз был оттянут вниз в положение, при котором пружина растянулась на расстояние $\Delta\ell_0 = 0{,}1$ м, и в этом положении ему сообщена начальная скорость $V_0 = 2$ м/с, направленная вверх.

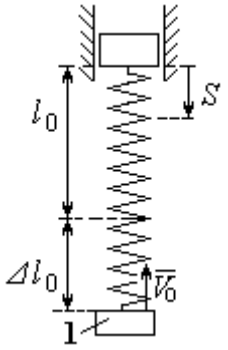


Рис. 4.12. Схема крепления груза и условия начала колебаний

Одновременно с началом движения груза верхний конец пружины стал совершать гармонические колебания по закону $S = a\sin 10t$, где $a = 0{,}02$ м.

Определить уравнение колебаний груза 1, а также частоту и амплитуду собственных колебаний.

Решение

Расчетная схема колебаний груза 1 показана на рис. 4.13. Направим ось *Ox*, вдоль которой происходят колебания груза, вертикально вниз. Начало отсчёта координаты *x* выберем в положении статического равновесия груза (см. рис. 4.13, *c*, *d*). В произвольном положении груза, обозначенном координатой *x*, к нему приложены две силы: сила тяжести $\vec{P}$ и сила упругости пружины $\vec{F}_{\text{упр}}$.

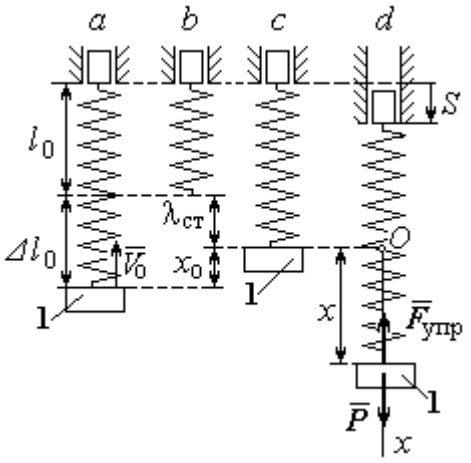


Рис. 4.13. Расчётная схема вынужденных колебаний груза: *a* – положение груза на начало колебаний; *b* – недеформированная пружина; *c* – статическое растяжение пружины под действием веса груза; *d* – положение груза в произвольный момент времени и перемещение точки подвеса пружины

Проекция силы упругости пружины на ось *Ox*

$$F_{\text{упр}\,x} = -c\Delta\ell = -c(x + \lambda_{\text{ст}} - S),$$

где $\Delta\ell$ – удлинение пружины, включающее её растяжение *x* относительно начала координат, растяжение $\lambda_{\text{ст}}$ при статическом равновесии груза и уменьшение растяжения при смещении верхнего конца, $\Delta\ell = (x + \lambda_{\text{ст}} - S)$.

С учетом выражения силы упругости получим дифференциальное уравнение движения груза в проекции на ось *Ox*:

$$m\ddot{x} = P - c(x + \lambda_{\text{ст}} - S).$$

В положении статического равновесия выполняется условие равенства сил: $P - c\lambda_{\text{ст}} = 0$.

После подстановки его в уравнение движения груза получаем дифференциальное уравнение вынужденных колебаний:

$$m\ddot{x} = -cx + cS, \text{ или } \ddot{x} + \omega^2 x = h\sin pt,$$

где ω – угловая частота собственных колебаний, $\omega = \sqrt{\frac{c}{m}}$, ω = 19,81 рад/с; h – относительная амплитуда вынужденных колебаний, $h = \frac{ca}{m}$ = 7,85 м/с^2; p – угловая частота вынужденных колебаний, p = 10 рад/с.

При отсутствии резонанса (здесь $\omega \neq p$) общее решение уравнения вынужденных колебаний имеет вид $x = C_1 \cos\omega t + C_2 \sin\omega t + \frac{h}{\omega^2 - p^2} \sin pt$.

Для определения произвольных постоянных C_1 и C_2 вычислим координату x_0 начального положения груза на оси Ox. Координата начального положения груза (см. рис. 4.13, *b*) $x_0 = \Delta\ell_0 - \lambda_{ст}$. Растяжение пружины в положении статического равновесия $\lambda_{ст} = \frac{P}{c}$ = 0,02 м, тогда x_0 = 0,08 м. Подставляя значение координаты начального положения груза в общее решение уравнения вынужденных колебаний при t = 0, получим: $C_1 = x_0$ = 0,08 м.

Для определения второй константы вычислим скорость груза в произвольный момент времени: $\dot{x} = -C_1 \omega \sin\omega t + C_2 \omega \cos\omega t + \frac{hp}{\omega^2 - p^2} \cos pt$. Проекция скорости груза в начальный момент на ось Ox $V_{0x} = -V_0$. Подставив начальное значение скорости груза при t = 0 $\dot{x} = V_{0x} = -V_0$, получим: $C_2 = -\frac{V_0}{\omega} - \frac{hp}{\omega(\omega^2 - p^2)}$ = – 0,11 м. Окончательно уравнение движения груза 1 относительно положения статического равновесия, м.

$$x(t) = 0{,}08\cos 19{,}82t - 0{,}11\sin 19{,}82t - 0{,}03\sin 10t.$$

Амплитуда вынужденных колебаний $A_{вын} = \frac{h}{\omega^2 - p^2}$ = 0,03 м. Амплитуда собственных колебаний груза $A_{соб} = \sqrt{C_1^2 + C_2^2}$ = 0,14 м.

4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки

Работой $A(\vec{F})$ силы $\vec{F}$, постоянной по модулю и направлению, на конечном прямолинейном перемещении S_1 точки приложения силы называется величина $A(\vec{F}) = FS_1\cos\alpha$. Если угол α острый, работа силы положительна. Если угол α тупой, – отрицательна. При $\alpha = 90°$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

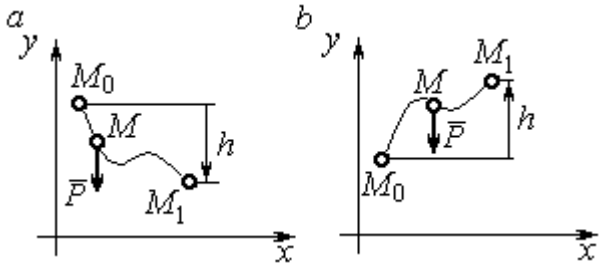


Рис. 4.14. Схема для вычисления работы силы тяжести:
a – перемещение точки сверху вниз;
b – перемещение точки снизу вверх

Работа силы тяжести материальной точки (вертикальной силы) при перемещении точки из положения M_0 в положение M_1 равна произведению модуля силы тяжести на вертикальное перемещение точки $A_{(M_0M_1)} = \pm Ph$, где P – величина силы тяжести точки; h – величина вертикального перемещения точки (рис. 4.14). Работа силы тяжести положительная, если начальная точка движения выше конечной, и отрицательная, – если ниже.

Работа силы упругости пружины на прямолинейном перемещении вдоль линии действия силы из положения недеформированной пружины на расстояние h определяется формулой $A(F_{\text{упр}}) = -\dfrac{ch^2}{2}$, где c – коэффициент жесткости (или просто жёсткость) пружины.

Кинетической энергией материальной точки называется скалярная величина $T = \dfrac{1}{2}mV^2$, где m – масса точки; V – её скорость. **Теорема об изменении кинетической энергии точки** заключается в том, что изменение кинетической энергии точки за конечный промежуток времени равно алгебраической сумме работ всех действующих на неё сил: $\dfrac{mV_1^2}{2} - \dfrac{mV_0^2}{2} = \sum A_{(M_0M_1)}$, где V_0,

V_1 – скорость точки в начальном положении M_0 и в положении M_1; $\sum A_{(M_0M_1)}$ – сумма работ всех сил, действующих на точку, при её перемещении из положения M_0 в положение M_1.

При несвободном движении точки сумма работ сил включает работу реакций связи. Если движение происходит без трения по неподвижной гладкой поверхности, то реакция связи направлена по нормали к поверхности и её работа при любом перемещении точки равна нулю.

Для определения реакций связи при несвободном движении точки используются уравнения движения точки в проекциях на оси естественной системы координат – касательную и нормальную: $m\frac{dV}{dt} = \sum F_\tau$, $m\frac{V^2}{\rho} = \sum F_n$, где $\sum F_\tau$, $\sum F_n$ – суммы проекций сил на касательную и нормальную оси естественной системы координат; ρ – радиус кривизны траектории точки.

4.6. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

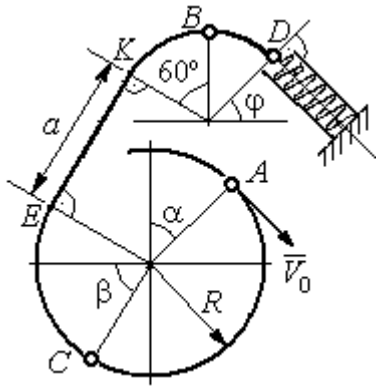
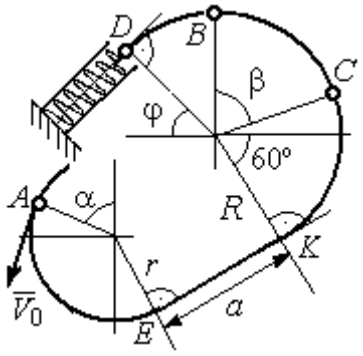
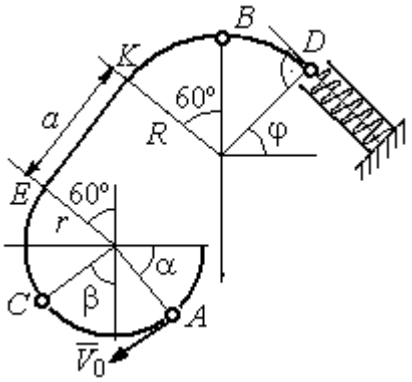
Тонкий стержень с надетым на него шариком массой *m* расположен в вертикальной плоскости и состоит из дуг окружностей радиусами *r* и *R* = 2*r*, соединённых прямолинейным отрезком *ЕК*, сопряжённым с дугами окружностей в точках *Е* и *К*. В этих точках шарик переходит с одного участка стержня на другой, не изменяя величины и направления скорости. Длина отрезка *ЕК* = *a*.

В точке *А*, положение которой на дуге окружности определяется углом α, шарику сообщают начальную скорость V_0. По дугам окружностей шарик скользит без трения, а при движении по прямолинейному отрезку *ЕК* на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения *f*. На участках с вертикальным отрезком *ЕК* считать, что шарик прижимается к стержню силой, равной половине веса шарика.

Достигнув на дуге окружности точки *D*, шарик упирается в недеформированную пружину жёсткостью *c* и, продолжая движение по сопряженной прямой, сжимает её. Положение точки *D* определяется углом φ.

Определить величину максимального сжатия пружины, если шарик проходит наивысшее положении траектории – точку *B* со скоростью $V_B = kV_0$. При найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке *C*, положение которой на дуге определяется углом β.

Варианты заданий приведены на рис. 4.15, 4.16. Исходные данные задания в табл. 4.3.

Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**	**Варианты № 3, 13, 23**
		

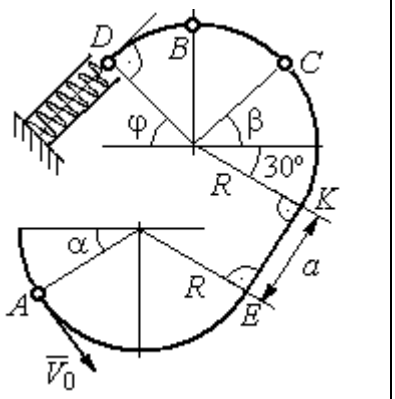
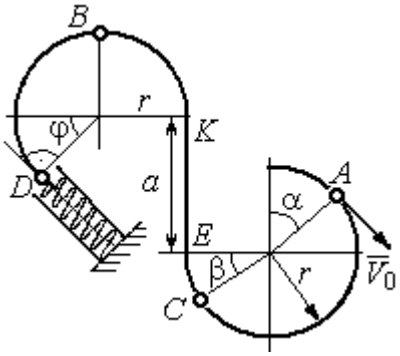
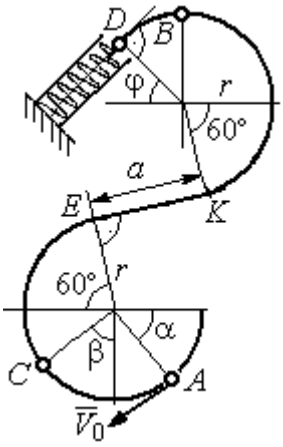
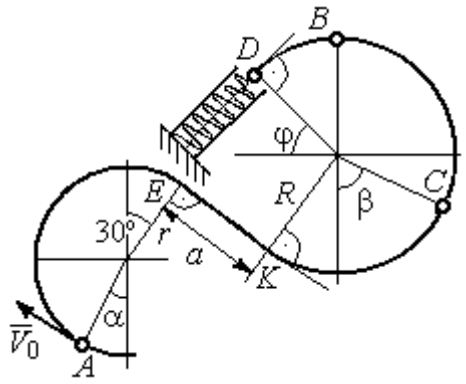
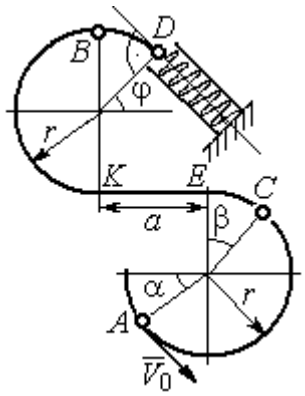
Варианты № 4, 14, 24	**Варианты № 5, 15, 25**	**Варианты № 6, 16, 26**
		

Рис. 4.15. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д3

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

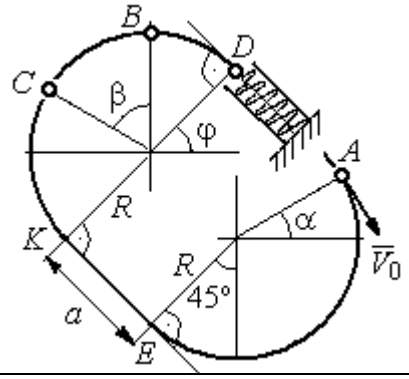
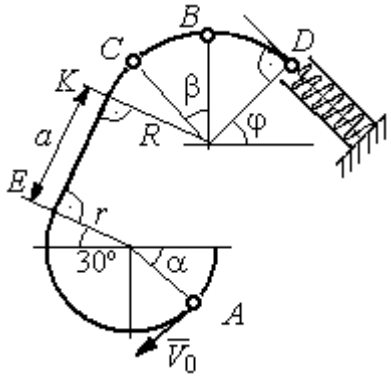
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 4.16. Задание Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 4.3

Исходные данные задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
m, кг	0,8	0,5	0,6	0,4	1,0	0,6	0,9	0,5	0,3	0,4	0,8	0,6	0,5	0,3	1,0
α, град	30	45	0	30	30	0	0	45	30	0	60	30	30	45	60
β , град	60	30	60	0	60	30	60	60	30	45	30	60	60	30	30
φ, град	0	60	30	0	0	30	45	0	30	45	30	30	0	30	45
r, м	0,4	0,4	0,5	0,3	0,6	0,5	0,3	0,6	0,4	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,8
a, м	0,5	0,6	0,9	1,4	0,8	1,2	0,5	0,5	1,4	0,5	0,8	0,5	0,8	0,6	0,6
f	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
k	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4
c, Н/м	100	80	90	80	120	100	90	80	60	80	90	60	80	60	110

Окончание табл. 4.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
m, кг	0,6	0,5	0,6	0,4	0,8	0,5	0,4	1,0	0,6	0,5	0,4	0,8	0,4	0,6	0,8
α, град	60	30	0	45	60	90	90	60	60	90	30	60	60	45	90
β , град	60	30	45	90	60	45	90	60	60	30	30	60	60	0	60
φ, град	45	60	60	60	30	90	0	90	45	60	60	90	30	60	0
r, м	0,6	0,4	0,8	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4	0,4	0,8	0,6	0,4
a, м	0,4	1,2	0,9	1,2	1,2	0,9	0,6	1,5	1,4	0,8	1,2	0,9	0,6	0,8	0,5
f	0,3	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
k	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
c, Н/м	80	60	90	60	100	90	80	110	80	60	60	80	60	80	100

Пример выполнения задания Д3. Исследование движения точки с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Тонкий стержень, расположенный в вертикальной плоскости, состоит из двух дуг окружностей, сопряженных в точках E и K с прямолинейным отрезком EK длиной $a = 0{,}6$ м (рис. 4.17). Радиусы окружностей $R = 1$ м и $r = 0{,}5$ м. Диаметры дуг окружностей, проведённые в точках E и K, составляют с горизонтом угол 30°. На стержень надет шарик массой $m = 0{,}5$ кг. В точке A, положение которой на дуге радиуса R определяется углом $\alpha = 60°$ (см. рис. 4.17), шарику сообщают начальную скорость V_0, после чего он начинает движение. По дугам окружностей шарик скользит без трения. При движении по прямой EK на него действует постоянная сила трения с коэффициентом трения $f = 0{,}2$. Достигнув точки D на верхней дуге, шарик упирается в пружину жесткостью $c = 100$ Н/м и, двигаясь по сопряжённой прямой без трения, сжимает её. Найти величину максимального сжатия пружины, если наивысшее положение на траектории (точку B) шарик проходит со скоростью $V_B = kV_0$ при $k = 0{,}3$. При

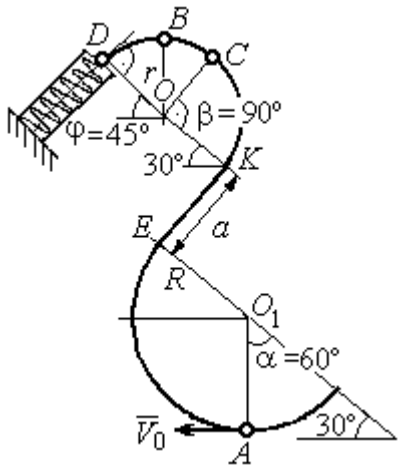


Рис. 4.17. Схема движения шарика

найденном значении начальной скорости рассчитать давление шарика на стержень в точке *C*, положение которой на дуге определяется углом $\beta = 90°$.

Решение

Рассмотрим движение шарика по стержню из начального положения *A* в наивысшее положение – точку *B*.

При движении шарика по дугам окружностей работу совершает только сила тяжести. Реакция гладкой поверхности стержня в любой момент времени перпендикулярна поверхности стержня, и потому её работа при перемещении шарика равна нулю.

На участке движении шарика по прямой *EK* на него действуют сила тяжести $\vec{P}$, нормальная реакция опоры $\vec{N}_{EK}$ и сила трения $\vec{F}_{\text{тр}}$ (рис. 4.18, *b*). Работу совершают сила тяжести и сила трения. Работа реакции опоры стержня равна нулю.

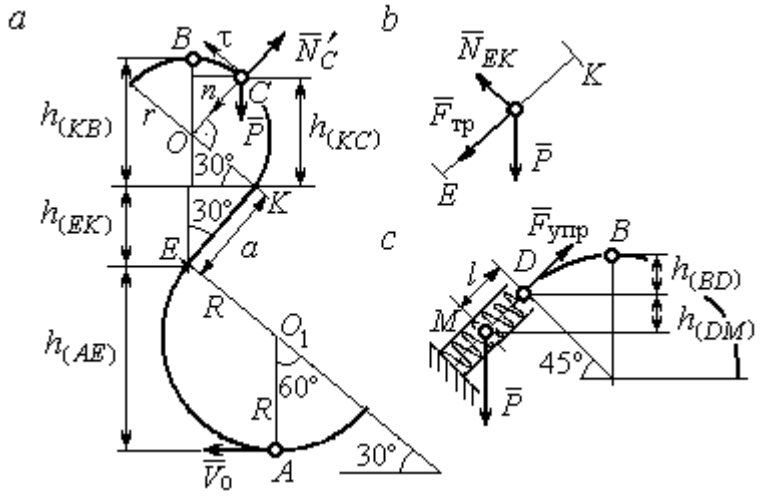


Рис. 4.18. Силы, действующие на шарик во время движения и перепады высот

Обозначим $h_{(AB)}$ – перепад высот точек *A* и *B* на траектории; V_A – начальная скорость шарика в точке *A*, $V_A = V_0$; V_B – его скорость в точке *B*, $V_B = 0{,}3V_0$.

Для вычисления перепада высот точек *A* и *B* имеем выражение (рис. 4.18, *a*):

$$h_{(AB)} = h_{(AE)} + h_{(EK)} + h_{(KB)} = R(1+\sin 30^\circ) + a\cos 30^\circ + r(1+\sin 30^\circ).$$

Будем считать шарик материальной точкой. Применяя теорему об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *A* в положение *B*, получим: $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_A^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{тр}})$, где $A(\vec{P}) = -Ph_{(AB)}$,

$A(\vec{F}_{\text{тр}}) = -F_{\text{тр}}a$ – работы, соответственно, силы тяжести на участке движения *AB* и силы трения на отрезке *EK*. Сила трения равна $F_{\text{тр}} = f \cdot N_{EK} = f \cdot mg\cos 60^\circ$ (рис. 4.18, *a*, *b*).

В результате, теорема об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из начального положения *A* в конечное положение *B* принимает вид: $\frac{m(0{,}3V_0)^2}{2} - \frac{mV_0^2}{2} = -\,mg\left[(R+r)(1+\sin 30^\circ) + a(\cos 30^\circ + f \cdot \cos 60^\circ)\right]$.

После подстановки данных задачи, получим: $0{,}91V_0^2 = 55{,}517$, откуда находим необходимое значение начальной скорости шарика: $V_0 = 7{,}81$ м/с.

Найдём давление шарика на стержень в точке *C*.

Проведём в точке *C* оси естественной системы координат – касательную $C\tau$ и нормаль Cn (рис. 4.18, *a*). Уравнение движения шарика в точке *C* в проекции на нормальную ось имеет вид: $m\frac{V_C^2}{r} = P\cos 30^\circ - N'_C$, где V_C – скорость шарика в точке *C*, N'_C – реакция стержня, приложенная к шарику. Направление реакции на рис. 4.18, *a* соответствует предположению, что шарик давит на стержень в направлении центра дуги окружности.

Для определения скорости шарика в точке *C* воспользуемся тем, что скорость шарика в точке *B* уже известна, и применим теорему об изменении кинетической энергии при движении шарика из начального положения *C* в конечное положение *B*. На этом участке движения работу совершает только сила тяжести шарика. Получим $\frac{mV_B^2}{2} - \frac{mV_C^2}{2} = -Ph_{(CB)}$, где V_C, V_B – значения скорости шарика в точках *C* и *B*; $h_{(CB)}$ – перепад высот точек *C* и *B*; $h_{(CB)} = r(1-\sin 30^\circ) = 0{,}5r$ (см. рис. 4.18, *a*). В результате теорема об изменении кинетической энергии принимает вид: $mV_C^2 = mV_B^2 + 2mgh_{(CB)}$ или $V_C^2 = V_B^2 + gr$. Отсюда, при условии $V_B = 0{,}3V_0 = 2{,}34$ м/с, найдём $V_C = 3{,}22$ м/с.

Реакция опоры шарика: $N'_C = P\cos 30^\circ - m\dfrac{V_C^2}{r} = -6{,}12$ Н.

Отрицательное значение реакции опоры шарика означает, что вектор реакции $\vec{N}'_C$ в точке C (см. рис. 4.18, *а*) направлен в противоположную сторону. Давление шарика на стержень в точке C равно модулю реакции опоры.

Найдём величину максимального сжатия пружины.

Рассмотрим движение шарика на участке от точки *B* до положения максимально сжатой пружины – точки *M*. Движение на этом участке происходит по дуге окружности *BD* и по прямой *DM*. При этом сила тяжести совершает работу на всём участке движения, а сила упругости – на отрезке сжатия пружины. Обозначим величину максимального сжатия пружины $MD = l$.

По теореме об изменении кинетической энергии точки при движении шарика из положения *B* в *M* получим: $\dfrac{mV_M^2}{2} - \dfrac{mV_B^2}{2} = A(\vec{P}) + A(\vec{F}_{\text{упр}})$, где V_M, V_B – скорость шарика в точках *M* и *B*. Работа силы тяжести $A(\vec{P}) = Ph_{(BM)} =$ $= P\left[h_{(BD)} + h_{(DM)}\right] = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right]$. Работа силы упругости на прямолинейном участке *DM* длиной *l*: $A(\vec{F}_{\text{упр}}) = -\dfrac{cl^2}{2}$. Условие максимального сжатия пружины означает, что в точке *M* скорость шарика обращается в нуль: $V_M = 0$, тогда теорема об изменении кинетической энергии точки принимает вид: $-\dfrac{mV_B^2}{2} = mg\left[r\left(1 - \cos 45^\circ\right) + l\cos 45^\circ\right] - \dfrac{cl^2}{2}$. Подставляя данные задачи и с учётом того, что скорость шарика в наивысшей точке *B* найдена из предыдущих рассуждений $V_B = 2{,}34$ м/с, получим квадратное уравнение для определения величины максимального сжатия пружины $50l^2 - 3{,}468l - 2{,}085 = 0$. В качестве ответа принимается положительный корень уравнения $l = 0{,}24$ м.

5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы

Поступательное движение твердого тела описывается теоремой о движении центра масс механической системы. В проекциях на координатные оси дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела имеют вид: $m\ddot{x}_C = \sum F^e_{kx}$, $m\ddot{y}_C = \sum F^e_{ky}$, $m\ddot{z}_C = \sum F^e_{kz}$, где m – масса тела; x_C, y_C, z_C – координаты центра масс тела; F^e_{kx}, F^e_{ky}, F^e_{kz} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на твердое тело.

Вращательное движение твердого тела относительно неподвижной оси z описывается теоремой об изменении кинетического момента.

Дифференциальное уравнения вращательного движения тела имеет вид:

$$J_z \frac{d\omega}{dt} = \sum M_z(\vec{F}^e_k) \quad \text{или} \quad J_z \ddot{\varphi} = \sum M_z(\vec{F}^e_k),$$

где ω – угловая скорость тела; $\omega = \dot{\varphi}$; φ – угол поворота тела; $\sum M_z(\vec{F}^e_k)$ – моменты внешних сил относительно оси z; J_z – момент инерции тела относительно оси z.

Уравнение вращательного движения можно представить в алгебраической форме: $J_z\varepsilon = \sum M_z(\vec{F}^e_k)$, где ε – угловое ускорение тела; $\varepsilon = \dot{\omega}$.

Плоскопараллельное движение твердого тела описывается на основании теорем о движении центра масс и изменении кинетического момента относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. В проекции на координатные оси уравнения плоскопараллельного движения тела имеют вид:

$$ma_{Cx} = \sum F^e_{kx}, \quad ma_{Cy} = \sum F^e_{ky}, \quad J_{zC}\varepsilon = \sum M_{zC}(\vec{F}^e_k),$$

где a_{Cx}, a_{Cy} – проекции ускорения центра масс тела на координатные оси; F^e_{kx},

F_{ky}^{e} – проекции на оси координат внешних сил, действующих на тело; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси *z*, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости движения; ε – угловое ускорение тела; $M_{zC}(\vec{F}_k^{e})$ – моменты внешних сил относительно оси, проходящей через центр масс.

Проводя динамический расчет механической системы, следует рассматривать движение тел системы в отдельности, предварительно освободив их от связей и заменив действие связей реакциями. Далее на основании общих теорем динамики системы следует составить уравнения движения каждого тела.

5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы

Механизм состоит из трёх тел – груза 1, катка 2 и блока 3, соединенных нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями.

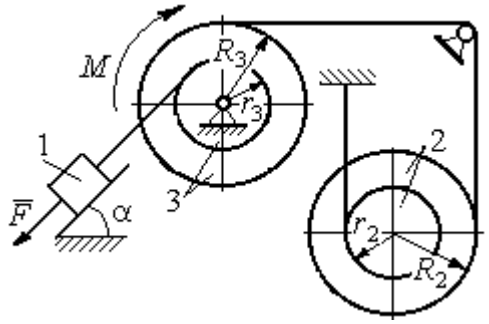
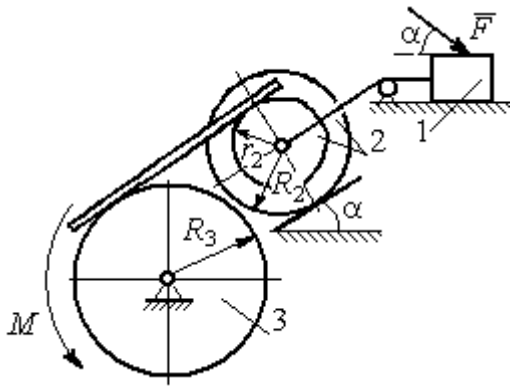
Движение механизма происходит в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Направление действия силы $\vec{F}$ определяется углом α. Качение катка 2 происходит без скольжения. Проскальзывание между дисками и соединяющими их невесомыми стержнями или нитями отсутствует.

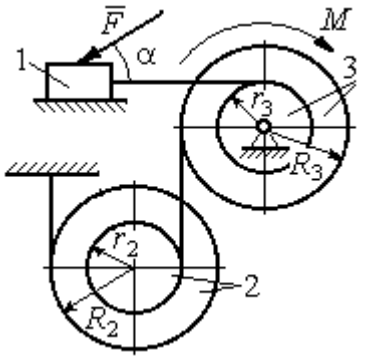
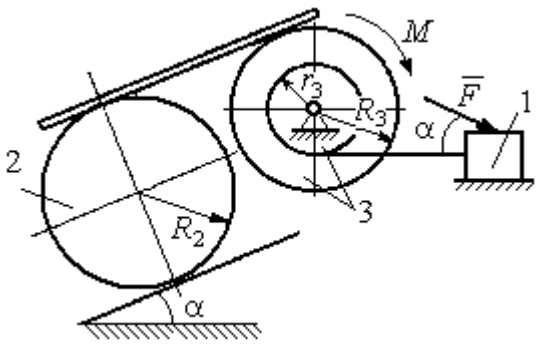
Радиусы ступеней катка 2 и блока 3 на схемах обозначены R_2, r_2 и R_3, r_3.

Сплошные диски считать однородными. Радиусы инерции неоднородных (ступенчатых) дисков относительно осей, проходящих через центры масс перпендикулярно плоскости движения, равны i_{z2}, i_{z3}.

Найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось блока 3.

Варианты заданий представлены на рис. 5.1, 5.2. Исходные данные приведены в табл. 5.1.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

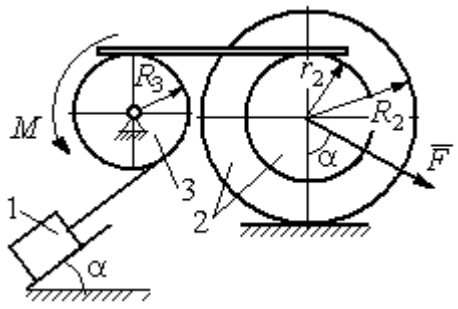
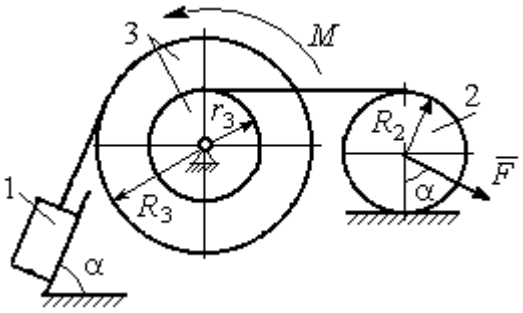
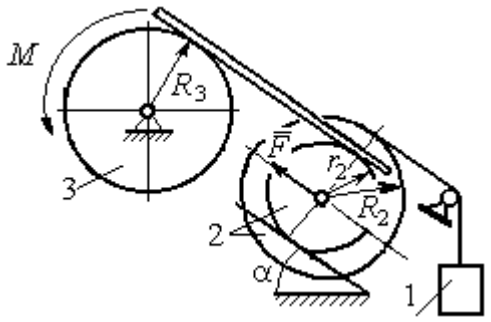
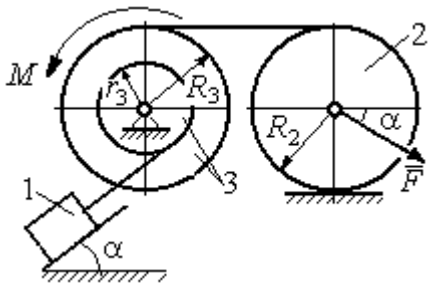
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.1. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

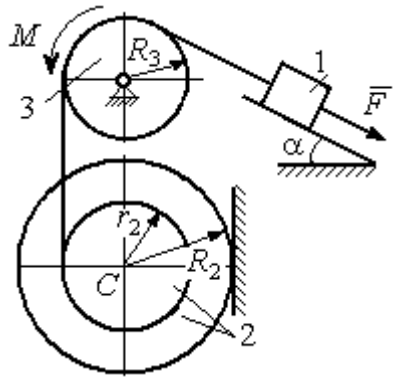
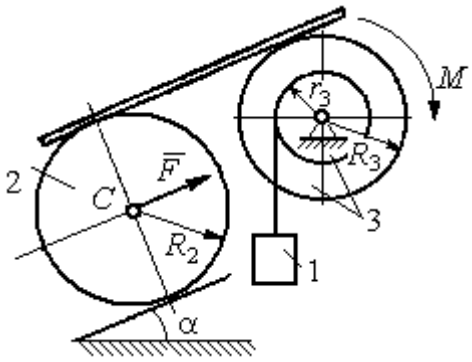
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 5.2. Задание Д4. Динамический расчёт механической системы.
Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.1

Исходные данные задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
1	P	P	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
2	$3P$	P	$3P$	$3P$	Pr	30	$2r$	r	$2r$	–	$2r$	–
3	$4P$	$3P$	$4P$	$2P$	$2Pr$	60	$2r$	r	$2r$	r	$2r$	$2r$
4	$2P$	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
5	P	$3P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	r	r	–	$2r$	–
6	P	$2P$	$4P$	$4P$	$6Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
7	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3Pr$	45	$3r$	r	r	-	$r\sqrt{3}$	–

Окончание табл. 5.1

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	R_2, м	r_2, м	R_3, м	r_3, м	i_{z2}, м	i_{z3}, м
8	$2P$	$3P$	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
9	$3P$	P	$3P$	P	$2Pr$	30	$2r$	r	$2r$	–	$r\sqrt{2}$	–
10	P	P	$3P$	P	$2Pr$	60	$3r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
11	P	P	$3P$	$2P$	$3Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$r\sqrt{2}$	$r\sqrt{2}$
12	$2P$	P	$2P$	$4P$	Pr	60	$3r$	r	$3r$	–	$r\sqrt{3}$	–
13	$3P$	P	$3P$	$3P$	$2Pr$	30	$3r$	$2r$	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
14	$2P$	P	$3P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$
15	P	$2P$	$4P$	P	$4Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$	–
16	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3Pr$	30	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{2}$
17	P	P	$3P$	$2P$	$6Pr$	60	$3r$	r	$3r$	-	$r\sqrt{3}$	
18	$2P$	$2P$	$3P$	P	$3Pr$	60	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{2}$
19	$2P$	P	$2P$	$3P$	$4Pr$	30	$3r$	r	$3r$	–	$2r$	–
20	P	P	$3P$	P	$2Pr$	45	$2r$	–	$2r$	r	–	$r\sqrt{3}$
21	$2P$	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	60	$2r$	r	$3r$	r	$r\sqrt{2}$	$2r$
22	P	P	$2P$	$5P$	$2Pr$	45	$3r$	$2r$	$2r$	–	$2r$	–
23	$2P$	$2P$	$3P$	$3P$	$2Pr$	60	$3r$	r	$2r$	r	$2r$	$r\sqrt{2}$
24	$4P$	P	$3P$	P	$3Pr$	30	$2r$	–	$3r$	r	–	$r\sqrt{3}$
25	P	$3P$	$2P$	P	$2Pr$	60	$3r$	r	r	–	$r\sqrt{3}$	–
26	P	$3P$	$4P$	$3P$	$3Pr$	45	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{3}$
27	P	P	$4P$	$2P$	$4Pr$	30	$2r$	r	$2r$	-	$r\sqrt{3}$	
28	$2P$	$3P$	$3P$	P	$6Pr$	30	$2r$	–	$3r$	$2r$	–	$r\sqrt{2}$
29	$2P$	P	$2P$	$2P$	$2Pr$	45	$2r$	r	r	–	$2r$	–
30	P	P	$4P$	P	$4Pr$	60	$3r$	–	$3r$	$2r$	–	$2r$

Пример выполнения задания Д4. Динамический расчёт механической системы

Механизм (рис. 5.3) состоит из груза 1, однородного диска – катка 2 и неоднородного диска – блока 3, соединённых друг с другом нерастяжимыми нитями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя.

Движение происходит под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, равных по модулю: $P_1 = 2P$, $P_2 = 2P$, $P_3 = 3P$, силы $\vec{F}$, приложенной в центре масс катка 2, равной по величине: $F = 3P$, и пары сил с моментом $M = Pr$,

приложенных к блоку 3. Механизм является неизменяемой механической системой. Радиус катка 2 $R_2 = 2r$. Качение катка по наклонной плоскости происходит без проскальзывания. Радиусы ступенчатого блока 3: $R_3 = 3r$, $r_3 = r$. Радиус инерции блока 3 $i_3 = r\sqrt{3}$.

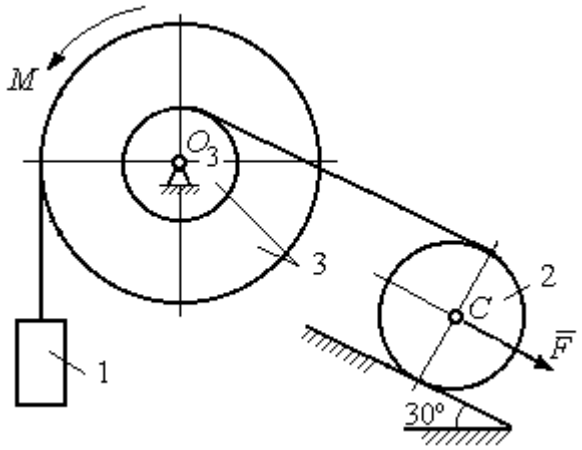


Рис. 5.3. Схема механической системы

Применяя метод динамического расчета механической системы найти ускорение груза 1 и динамические реакции, действующие на ось вращающегося блока 3.

Решение

Освобождаем систему от связей. На рис. 5.4 изображены внешние силы, действующие на каждое тело, после освобождения его от связей.

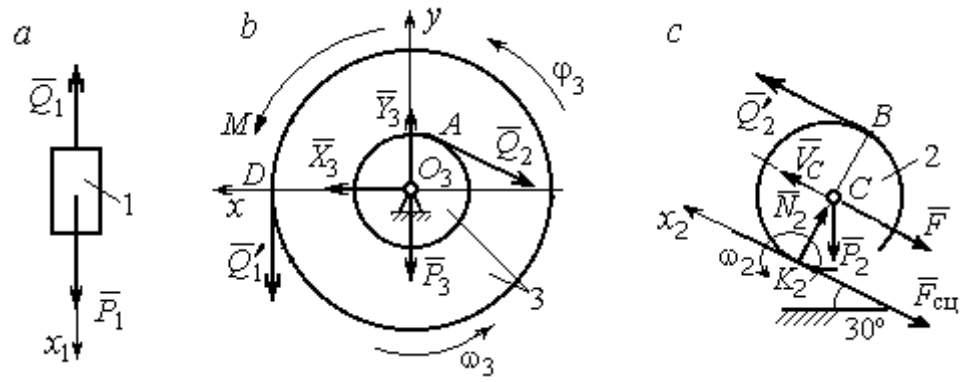


Рис. 5.4. Расчетные схемы для описания движения тел, входящих в систему:
a – поступательное движение груза 1; *b* – вращательное движение блока 3;
c – плоское движение катка 2

Груз 1 совершает поступательное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция нити $\vec{Q}_1$ (рис. 5.4, *a*). Предположим, груз 1 движется вниз, и направим ось x_1 в сторону движения груза.

Уравнение движения груза в проекции на ось x_1 в соответствии с теоремой о движении центра масс механической системы имеет вид:

$$m_1 a_1 = \sum F_{kx} = P_1 - Q_1 = 2P - Q_1,$$

где m_1, a_1 – соответственно, масса груза 1 и его ускорение, $m_1 = \frac{P_1}{g} = \frac{2P}{g}$.

Блок 3 вращается вокруг неподвижной оси *z*, проходящей через его центр масс O_3, перпендикулярно плоскости диска. Направление вращения блока, соответствующее выбранному движению вниз груза 1, показано на рис. 5.4, *b* дуговой стрелкой ω_3.

На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, силы реакции подшипника $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, момент *M* и реакции нитей $\vec{Q}_1'$ и $\vec{Q}_2$ (см. рис. 5.4, *b*). При составлении уравнения вращательного движения блока 3 моменты сил считаем положительными, если они поворачивают блок в сторону его вращения.

Уравнение вращения блока 3 имеет вид:

$$J_{zO_3} \varepsilon_3 = \sum M_{zO_3}(F_k) = Q_1' R_3 + M - Q_2 r_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r,$$

где J_{zO_3} – момент инерции блока 3 относительно оси *z*; ε_3 – угловое ускорение диска 3, $J_{zO_3} = m_3 i_3^2 = \frac{P_3}{g}(r\sqrt{3})^2 = \frac{9Pr^2}{g}$.

Каток 2 совершает плоскопараллельное движение. К нему приложены сила тяжести $\vec{P}_2$, сила $\vec{F}$, реакция нити $\vec{Q}_2'$ и реакция наклонной плоскости, состоящая из нормальной реакции опоры $\vec{N}_2$ и силы сцепления катка с поверхностью $\vec{F}_{\text{сц}}$. Согласно принципу равенства действия и противодействия, модули сил $\vec{Q}_2$ и $\vec{Q}_2'$ равны. На рис. 5.4, *c* показаны направления действия сил, приложенных к диску 2. В соответствии с направлением движения груза 1, центр масс катка 2 движется вверх параллельно наклонной плоскости. Направление движения центра масс катка 2 показано направлением оси x_2. Направление вращения катка 2 показано дуговой стрелкой угловой скорости ω_2 (см. рис 5.4, *c*).

Плоскопараллельное движение катка 2 описывается уравнением движения его центра масс и уравнением вращения вокруг оси, проходящей через

центр масс, перпендикулярно плоскости диска. Составляя уравнение движения, получим:

$$m_2 a_C = Q_2' - F - F_{\text{сц}} - P_2 \cos 60^\circ = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P,$$

$$J_C \varepsilon_2 = Q_2' R_2 + F_{\text{сц}} R_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r,$$

где m_2 – масса катка 2, $m_2 = \frac{P_2}{g} = \frac{2P}{g}$; a_C, ε_2 – ускорение центра масс и угловое ускорение катка 2; J_C – момент инерции однородного катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс, перпендикулярно плоскости диска, $J_C = \frac{m_2 R_2^2}{2} = \frac{P R_2^2}{g} = \frac{4 P r^2}{g}$. В уравнении вращательного движения диска момент силы считается положительным, если создаваемый им поворот направлен в сторону вращения диска,

К системе четырех уравнений, описывающих движения тел в системе, необходимо добавить уравнения связей. Если предположить, что скорость центра масс катка 2 равна V_C, то угловая скорость катка определится по формуле: $\omega_2 = \frac{V_C}{CK_2} = \frac{V_C}{R_2}$, где CK_2 – расстояние от центра масс катка 2 до его мгновенного центра скоростей (см. рис. 5.4, *c*). Продифференцировав по времени последнее равенство, получим уравнение связи между ускорением центра масс катка 2 и его угловым ускорением: $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{R_2} = \frac{a_C}{R_2} = \frac{a_C}{2r}$.

Скорость точки *B* катка 2 (см. рис. 5.4, *c*) $V_B = \omega_2 \cdot BK_2 = \frac{V_C}{R_2} 2R_2 = 2V_C$.

Точка *B* катка 2 и точка *A* блока 3 соединены нитью (см. рис. 5.3), поэтому их скорости равны. Приравняв скорости точек *A* и *B*, получим равенство: $2V_C = V_B = V_A = \omega_3 r_3 = \omega_3 r$, откуда $\omega_3 = \frac{2V_C}{r}$. После дифференцирования последнего выражения найдём соотношение между ускорениями: $\varepsilon_3 = \frac{2a_C}{r}$.

Скорость груза 1 связана со скоростью центра масс диска 2 следующим образом: $V_1 = V_D = \omega_3 R_3 = \dfrac{2V_C}{r} 3r = 6V_C$. Тогда $a_1 = 6a_C$.

В результате получены четыре уравнения, описывающие движение тел в системе:

$$\frac{2P}{g} a_1 = 2P - Q_1, \quad \frac{9Pr^2}{g} \varepsilon_3 = Q_1 3r + Pr - Q_2 r;$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 3P - F_{\text{сц}} - P, \quad \frac{4Pr^2}{g} \varepsilon_2 = Q_2 2r + F_{\text{сц}} 2r$$

и три уравнения связей: $\varepsilon_2 = \dfrac{a_C}{2r}$, $\varepsilon_3 = \dfrac{2a_C}{r}$, $a_1 = 6a_C$.

После подстановки уравнений связи в уравнения движения тел получим систему четырёх уравнений с четырьмя неизвестными:

$$\frac{12P}{g} a_C = 2P - Q_1, \quad \frac{18P}{g} a_C = 3Q_1 + P - Q_2,$$

$$\frac{2P}{g} a_C = Q_2 - 4P - F_{\text{сц}}, \quad \frac{P}{g} a_C = Q_2 + F_{\text{сц}},$$

которая может быть решена любым известным из курса математики способом.

Например, исключив из первых двух уравнений величину Q_1, а из третьего и четвёртого уравнений – величину $F_{\text{сц}}$, получим систему двух уравнений с двумя неизвестными:

$$\frac{54P}{g} a_C = 7P - Q_2, \; \frac{3P}{g} a_C = 2Q_2 - 4P,$$

откуда $a_C = \dfrac{10}{111} g$, $Q_2 = \dfrac{79}{37} P$. Величину натяжения нити Q_1 находим из первого уравнения исходной системы: $Q_1 = \dfrac{34}{37} P$.

Для вычисления динамической реакции R_3 оси блока 3 заметим, что центр масс блока 3 неподвижен и его ускорение равно нулю, $\vec{a}_{O_3} = 0$. Тогда уравнения движения центра масс блока 3 в проекциях на оси x, y имеют вид :

$$m_3 a_{O_3 x} = X_3 - Q_2 \cos 30^\circ = 0,\ m_3 a_{O_3 y} = Y_3 - Q_1 - P_3 - Q_2 \cos 60^\circ = 0,$$

где X_3, Y_3, – проекции реакции R_3 оси вращающегося блока 3 на оси x, y (см. рис. 5.4, *b*). Отсюда, с учетом значений $Q_1 = 0{,}919P$ и $Q_2 = 2{,}135P$, проекции динамической реакции оси блока 3: $X_3 = Q_2 \cos 30^\circ = 1{,}85P$, $Y_3 = Q_1 + P_3 + Q_2 \cos 60^\circ = 4{,}98P$. Полная величина динамической реакции оси блока 3: $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2} = 5{,}31P$.

5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы

Кинетическая энергия тела при поступательном движении: $T = \frac{1}{2} m V_C^2$, где m – масса тела; V_C – скорость центра масс тела. **Кинетическая энергия тела при вращательном движении** вокруг неподвижной оси z: $T = \frac{1}{2} J_z \omega^2$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ω – угловая скорость тела. Для дисков с равномерно распределённой массой момент инерции относительно оси z, проходящей через центр масс: $J_z = \frac{1}{2} m R^2$, где R – радиус диска. Для тел с неравномерно распределённой массой $J_z = m i_z^2$, где i_z – радиус инерции. **Кинетическая энергия тела при плоскопараллельном движении:** $T = \frac{1}{2} m V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega^2$, где m – масса тела; V_C, ω – скорость центра масс и угловая скорость тела; J_{zC} – момент инерции тела относительно оси z, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения.

Работа постоянной по модулю и направлению силы $\vec{F}$ на конечном прямолинейном перемещении S точки приложения силы: $A(F) = FS\cos\alpha$, где α – угол между вектором силы и перемещением. Если угол α острый, работа

положительна. Если тупой – отрицательна. При $\alpha = 90°$ сила перпендикулярна перемещению точки и работа силы равна нулю.

Работа пары сил с постоянным моментом M при повороте тела на конечный угол φ: $A = \pm M\varphi$, где φ – угол поворота тела. Работа считается положительной, если пара сил стремится повернуть тело в направлении его вращения, и отрицательной – в противном случае.

Мощностью силы $\vec{F}$ называют величину $N(F)$, равную скалярному произведению силы на скорость точки её приложения: $N(F) = \vec{F} \cdot \vec{V} = F \cdot V\cos\alpha$, где V – скорость точки приложения силы; α – угол между вектором силы и вектором скорости точки приложения силы.

При плоском движении тела мощность силы выражается суммой скалярных произведений векторов: $N = \vec{F} \cdot \vec{V}_O + \vec{M}_O(\vec{F}) \cdot \vec{\omega} = F \cdot V_O\cos\alpha \pm F h_O \omega$, где $\vec{V}_O$ – вектор скорости точки, выбранной полюсом; $\vec{\omega}$ – вектор угловой скорости тела; $\vec{M}_O$ – вектор момента силы $\vec{F}$ относительно полюса; h_O – плечо силы $\vec{F}$ относительно полюса *O*.

Теорема об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. Производная по времени от кинетической энергии системы равна сумме мощностей внешних и внутренних сил $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e) + \sum N(\vec{F}_k^i)$, где T – кинетическая энергия системы; $\sum N(\vec{F}_k^e)$, $\sum N(\vec{F}_k^i)$ – сумма мощностей, соответственно, внешних и внутренних сил.

Теорема об изменении кинетической энергии системы на конечном перемещении. Изменение кинетической энергии системы на её конечном перемещении равно сумме работ внешних и внутренних сил, действующих на систему $T - T_0 = \sum A(\vec{F}_k^e) + \sum A(\vec{F}_k^i)$, где T, T_0 – кинетическая энергия системы, соответственно, в текущем и начальном состояниях; $\sum A(\vec{F}_k^e)$, $\sum A(\vec{F}_k^i)$ – сум-

ма работ внешних и внутренних сил при перемещении системы из начального состояния в текущее.

Механические системы, состоящие из абсолютно твердых тел, соединенных гибкими нерастяжимыми нитями, называются **неизменяемыми**. В неизменяемых системах сумма работ внутренних сил и, следовательно, сумма мощностей этих сил равны нулю. Поэтому для таких систем в теореме об изменении кинетической энергии достаточно учитывать только внешние силы.

5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Неизменяемая механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых нерастяжимой нитью или невесомым стержнем. Нити и стержни, соединяющие диски, параллельны плоскостям качения дисков. Качение дисков без скольжения. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует.

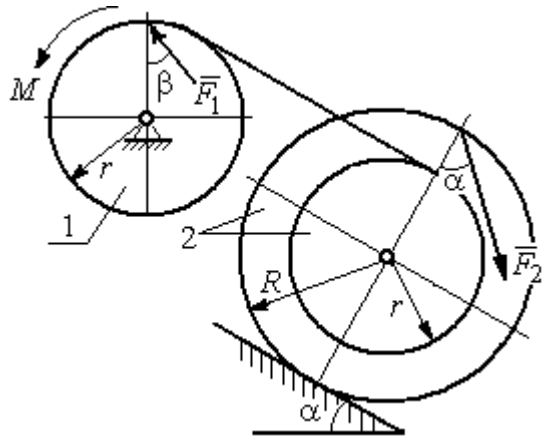
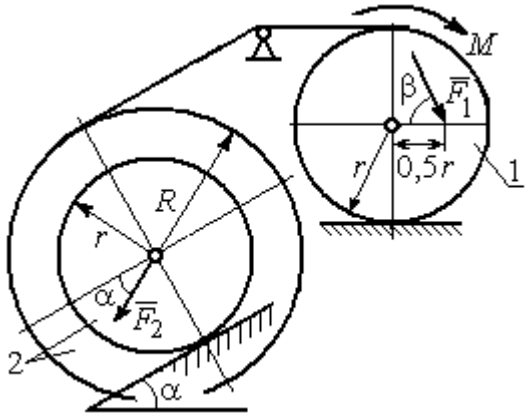
Вес дисков P_1 и P_2. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом *M*. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и наклон плоскости (если он есть) определяются углами α или β, показанными на схемах механизмов.

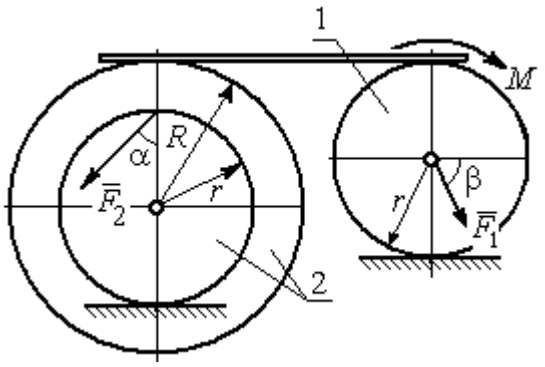
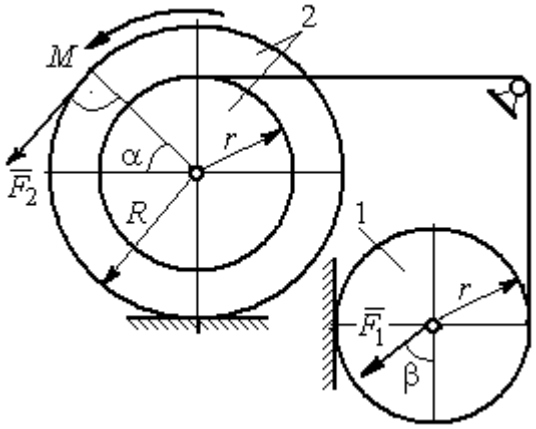
Радиус однородного диска *r*. Радиусы ступеней ступенчатого диска *R* и *r*. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

1. Найти ускорение центра масс диска 2.

2. Найти реакцию опоры диска 2 на плоскость (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с плоскостью).

Варианты задания приведены на рис. 5.5, 5.6, исходные данные представлены в табл. 5.2.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

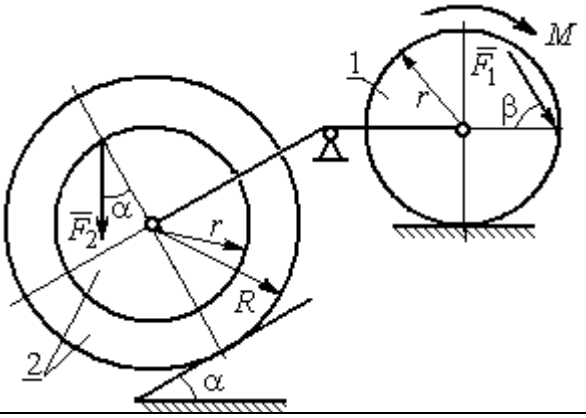
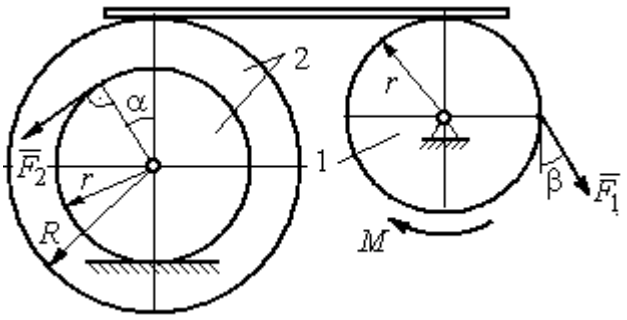
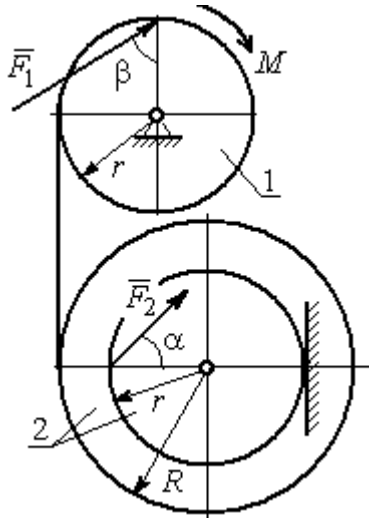
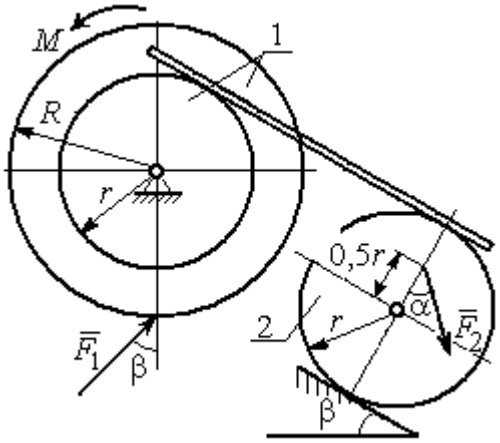
Вариант № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 5.5. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д5

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

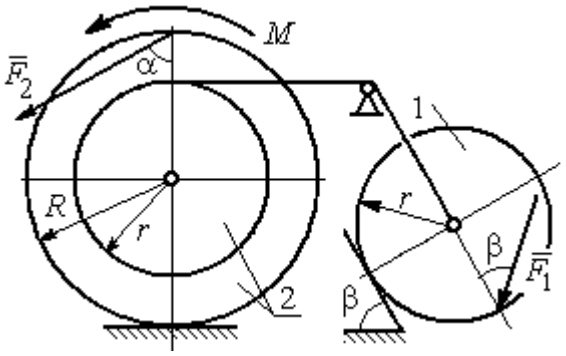
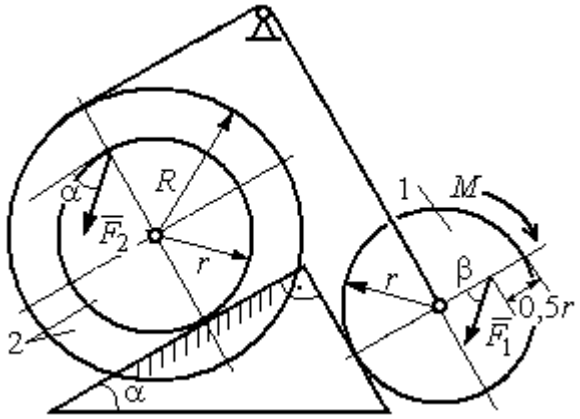
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты 10, 20, 30**
	

Рис. 5.6. Задание Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии. Варианты задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 5.2

Исходные данные задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	15	20	25	30	60	0,4	0,3	0,3
2	20	30	10	20	20	60	30	0,6	0,3	0,4
3	10	15	12	20	25	60	60	1,2	0,6	0,8
4	12	25	20	25	35	30	30	1,5	0,5	1,2

Окончание табл. 5.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	F_1, Н	F_2, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
5	15	20	10	20	30	60	30	0,8	0,4	0,7
6	18	20	18	22	22	45	60	1,2	0,4	0,9
7	15	25	10	8	20	45	45	0,9	0,6	0,7
8	25	22	10	12	30	45	60	1,0	0,8	0,9
9	12	25	18	10	32	30	30	0,8	0,6	0,7
10	10	15	8	10	28	60	30	1,4	0,7	1,2
11	15	22	20	25	30	60	45	0,6	0,4	0,5
12	20	25	15	40	30	30	60	0,8	0,4	0,6
13	10	20	10	25	30	45	30	1,0	0,5	0,9
14	12	15	18	15	25	30	30	0,9	0,3	0,8
15	20	25	20	20	30	45	60	1,0	0,5	0,8
16	10	15	10	15	16	60	45	1,2	0,4	1,1
17	18	25	12	10	30	30	30	1,5	0,9	1,3
18	25	20	10	15	20	60	60	0,8	0,5	0,7
19	12	25	10	10	32	60	60	1,2	0,9	1,1
20	15	20	8	20	25	30	45	0,8	0,4	0,7
21	10	25	25	15	30	45	30	0,7	0,5	0,6
22	18	20	20	20	35	60	45	1,4	0,7	0,9
23	10	15	10	30	30	30	30	1,4	0,7	0,8
24	10	15	12	20	20	30	30	1,2	0,4	0,8
25	12	18	20	18	30	60	30	1,2	0,6	1,1
26	10	12	12	15	15	30	30	0,9	0,3	0,8
27	15	22	10	12	20	45	60	0,8	0,6	0,7
28	22	20	8	16	8	30	45	0,6	0,2	0,4
29	18	25	10	8	32	60	60	1,2	0,8	1,1
30	20	25	8	20	28	30	30	0,8	0,4	0,6

Пример выполнения задания Д5. Исследование движения механической системы с применением теоремы об изменении кинетической энергии

Механическая система состоит из ступенчатого и однородного дисков, соединённых невесомым стержнем (рис. 5.7). Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести, сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ и пары сил с моментом M. Направления действия сил $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ определяются углами α и β.

Диск 1 вращается вокруг неподвижной оси O_1. Диск 2 катится прямолинейно по горизонтальной поверхности. Качение диска 2 без проскальзывания.

Невесомый стержень, соединяющий диски, расположен горизонтально. Скольжение между стержнем и дисками отсутствует.

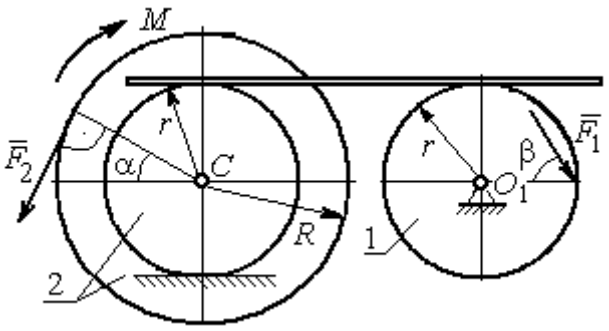


Рис. 5.7. Схема движения механической системы

Определить ускорение центра масс диска 2, угловое ускорение дисков, усилие в стержне, динамическую реакцию шарнира O_1, реакцию опоры диска 2 (её нормальную составляющую и силу сцепления диска с поверхностью качения), если модули сил тяжести $P_1 = 40$ Н, $P_2 = 60$ Н, модули сил $F_1 = 80$ Н, $F_2 = 30$ Н, величина момента $M = 35$ Н·м, углы наклона сил $\alpha = 30°$, $\beta = 45°$, радиусы дисков $R = 0{,}8$ м, $r = 0{,}6$ м, радиус инерции диска 2 $i_z = 0{,}4$ м.

Решение

Предположим, что во время движения системы диск 1 вращается по ходу часовой стрелки. Угловые скорости ω_1 и ω_2 дисков 1 и 2 и скорость центра масс диска 2 показаны на рис. 5.8.

На диск 1 действуют силы: $\vec{F}_1$, сила тяжести $\vec{P}_1$ и реакция шарнира O_1, разложенная на составляющие $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$. На диск 2: сила $\vec{F}_2$, сила тяжести $\vec{P}_2$, пара сил с моментом M, нормальная реакция опоры $\vec{N}$ и сила сцепления диска 2 с поверхностью $\vec{F}_{сц}$. Направления действия сил показаны на рис. 5.8.

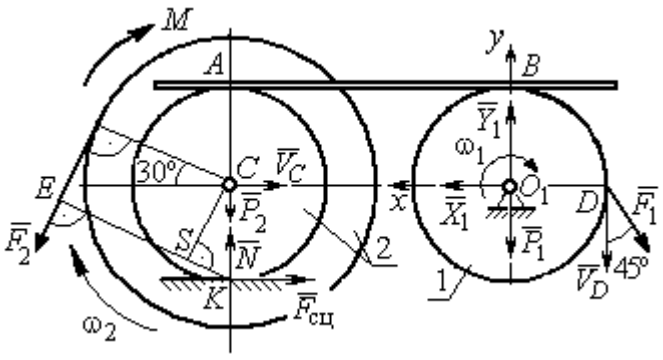


Рис. 5.8. Расчетная схема для исследования движения системы

Для решения задачи воспользуемся теоремой об изменении кинетической энергии системы в дифференциальной форме. По условию задачи рассматриваемая система неизменяемая и, следовательно, сумма мощностей внутренних сил равна нулю. В этом случае теорема об изменении кинетической энергии системы принимает вид $\frac{dT}{dt} = \sum N(\vec{F}_k^e)$, где T – энергия системы в текущем положении; $\sum N(\vec{F}_k^e)$ – суммарная мощность внешних сил.

Найдём кинетическую энергию системы и выразим её через скорость центра масс диска 2.

Кинетическая энергия вращательного движения диска 1: $T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2$, где ω_1 – угловая скорость диска 1; J_{zO_1} – осевой момент инерции диска 1, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$. Диск 2 движется плоскопараллельно. Его кинетическая энергия определяется по формуле: $T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2$, где V_C, ω_2 – скорость центра масс и угловая скорость диска 2; J_{zC} – момент инерции ступенчатого диска 2 относительно оси *z*, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости диска, $J_{zC} = m_2 i_z^2$.

У диска 2 мгновенный центр скоростей находится в точке касания его с неподвижной поверхностью (точка *K* на рис. 5.8). Тогда скорость точки *C* определяется по формуле $V_C = \omega_2 \cdot CK = \omega_2 r$, откуда $\omega_2 = \frac{V_C}{r}$. Скорость точки *A* $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2 2r$, или $V_A = 2V_C$.

Так как нет проскальзывания между стержнем и дисками, скорость точки *A* на диске 2 равна скорости точки *B* на диске 1, причём $V_B = \omega_1 r$. Приравнивая скорости $V_B = V_A$, найдем $\omega_1 = \frac{2V_C}{r}$.

С учетом найденных зависимостей кинетические энергии дисков 1 и 2 и суммарная энергия системы имеют вид

$$T_1 = \frac{1}{2} J_{zO_1} \omega_1^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_1 r^2}{2g} \left(\frac{2V_C}{r} \right)^2 = \frac{P_1}{g} V_C^2;$$

$$T_2 = \frac{1}{2} m_2 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_2^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2}{g} i_z^2 \left(\frac{V_C}{r} \right)^2;$$

$$T = T_1 + T_2 = \frac{P_1}{g} V_C^2 + \frac{1}{2} \frac{P_2}{g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) V_C^2 .$$

Производная по времени от кинетической энергии системы

$$\frac{dT}{dt} = 2V_C \frac{dV_C}{dt} \left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g} \left(1 + \frac{i_z^2}{r^2} \right) \right].$$

Найдем сумму мощностей внешних сил. Отметим, что мощности силы тяжести $\vec{P}_1$ и сил реакции $\vec{X}_1$, $\vec{Y}_1$ подшипника O_1 равны нулю, так как нет перемещения точек приложения этих сил. Мощности сил $\vec{N}$ и $\vec{F}_{\text{сц}}$ – нормальной реакции опоры диска 2 и силы сцепления диска с плоскостью также равны нулю, так как точкой приложения этих сил является мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого равна нулю. Мощность силы $\vec{P}_2$ равна нулю, так как угол между вектором силы и скоростью точки приложения силы – точки C – равен 90° (см. рис. 5.8). Для определения мощности силы $\vec{F}_2$, приложенной к диску 2, воспользуемся формулой расчета мощности силы при плоскопараллельном движении тела. Выберем в качестве полюса точку K – мгновенный центр скоростей диска 2, скорость которого $V_K = 0$ (см. рис. 5.8). В этом случае мощность силы $\vec{F}_2$ равна: $N(\vec{F}_2) = \vec{M}_K \cdot \vec{\omega}_2 = -F_2 h_K \omega_2$, где $\vec{M}_K = M_K(\vec{F}_2)$ – вектор момента силы $\vec{F}_2$ относительно центра K; $\vec{\omega}_2$, ω_2 – вектор и модуль угловой скорости диска 2; h_K – плечо силы $\vec{F}_2$ относительно центра K. Мощ-

ность силы $\vec{F}_2$ отрицательная, так как направление момента силы $\vec{F}_2$ относительно точки K противоположно направлению угловой скорости диска 2.

В результате, мощность силы $\vec{F}_2$:

$$N(\vec{F}_2) = -F_2 h_K \omega_2 = -F_2(R + r\cos 60^\circ)\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Здесь $h_K = EK = ES + SK = R + r\cos 60^\circ$ (см. рис. 5.8).

Заметим, что для вычисления мощности силы F_2 можно использовать в качестве полюса центр масс диска – точку C. Имеем:

$$N(\vec{F}_2) = \vec{F}_2 \cdot \vec{V}_C + \vec{M}_C(F_2) \cdot \vec{\omega}_2 = F_2 V_C \cos 120^\circ - F_2 R\omega_2 = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right).$$

Момент M направлен в сторону вращения диска 2. Его мощность положительная: $N(M) = M\omega_2 = M\dfrac{V_C}{r}$. Мощность силы $\vec{F}_1$, приложенной в точке D, $N(\vec{F}_1) = F_1 V_D \cos 45^\circ = F_1 V_C \sqrt{2}$. Здесь учтено очевидное равенство $V_D = V_A = 2V_C$ (см. рис. 5.8).

Суммарная мощность внешних сил:

$$\sum N(F^e) = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2}.$$

В результате теорема об изменении кинетической энергии системы приводится к виду

$$2V_C\frac{dV_C}{dt}\left[\frac{P_1}{g} + \frac{P_2}{2g}\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right] = -F_2 V_C\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + M\frac{V_C}{r} + F_1 V_C\sqrt{2},$$

откуда ускорение центра масс диска 2:

$$a_C = \frac{dV_C}{dt} = \frac{\left[-F_2\left(\frac{1}{2} + \frac{R}{r}\right) + \frac{M}{r} + F_1\sqrt{2}\right]g}{\left[2P_1 + P_2\left(1 + \frac{i_z^2}{r^2}\right)\right]}.$$

Подставляя исходные данные задачи, получим: $a_C = 6{,}85$ м/с^2.

Для определения углового ускорения диска 2 продифференцируем по времени равенство $\omega_2 = \frac{V_C}{CK} = \frac{V_C}{r}$. Дифференцирование здесь допустимо, так как во время движения диска 2 расстояние от точки *C* до мгновенного центра скоростей диска 2 – точки *K* – не меняется.

Найдем $\varepsilon_2 = \dot{\omega}_2 = \frac{\dot{V}_C}{r} = \frac{a_C}{r}$ = 11,42 рад/с^2. Угловое ускорение диска 1 находится путём дифференцирования равенства $\omega_1 = 2\omega_2$. Имеем: $\varepsilon_1 = 2\varepsilon_2 = 22{,}84$ рад/с^2.

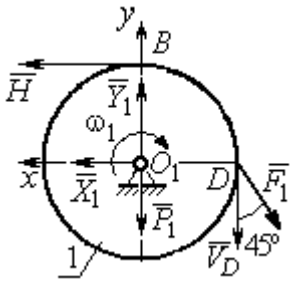


Рис. 5.9. Силы, действующие на диск 1 во время движения

Для того чтобы определить реакцию стержня, освобождаемся от стержня, заменяем его реакцией $\vec{H}$ и составляем уравнения движения дисков 1 и 2.

Силы, действующие на диск 1 во время движения, показаны на рис. 5.9. Уравнение вращательного движения диска 1 в алгебраической форме: $J_{zO_1}\varepsilon_1 = \sum M_z(\vec{F}_k^e)$, где ε_1 – угловое ускорение диска; J_{zO_1} – момент инерции диска 1 относительно оси *z*, проходящей через точку O_1 перпендикулярно плоскости диска, $J_{zO_1} = \frac{m_1 r^2}{2}$; $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e)$ – сумма моментов внешних сил относительно оси *z*.

Считая моменты сил положительными, если они создают поворот диска в сторону его вращения, составим сумму моментов внешних сил относительно оси *z*: $\sum M_{zO_1}(\vec{F}_k^e) = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$. В результате уравнение вращательного движения диска 1 принимает вид: $\frac{P_1 r^2}{2g}\varepsilon_1 = F_1 r\cos 45^\circ - Hr$.

Подставляя в уравнение исходные данные задачи с учетом найденного значения углового ускорения диска 1 ε_1 = 22,84 рад/с^2, найдем реакцию стержня *H* = 28,63 Н.

Для определения динамической реакции шарнира O_1 диска 1 применим теорему о движении центра масс. Выберем оси координат O_1x и O_1y, как показано на рис. 5.9, и составим уравнение движения центра масс диска 1 в проекциях на оси координат с учётом того, что сам центр масс неподвижен и его ускорение равно нулю.

Получим систему:

$$H + X_1 - F_1\sin 45^\circ = 0, \quad Y_1 - P_1 - F_1\cos 45^\circ = 0.$$

Отсюда, с учётом найденной величины усилия в стержне $H = 28{,}63$ Н, находим составляющие динамической реакции шарнира: $X_1 = 27{,}94$ Н, $Y_1 = 96{,}57$ Н. Полная реакция шарнира $R_{O_1} = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = 100{,}53$ Н.

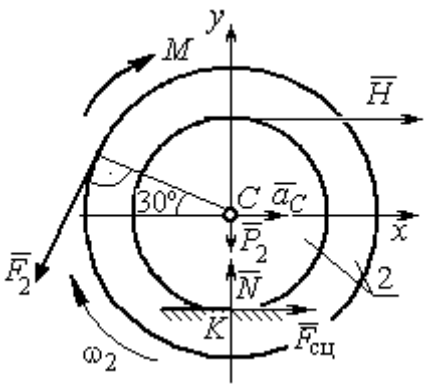


Рис. 5.10. Силы, действующие на диск 2 во время движения

Для определения величины силы сцепления диска 2 с поверхностью качения и нормальной составляющей реакции опоры диска используем теорему о движении центра масс. Силы, приложенные к диску 2, и выбранная система координат xCy показаны на рис. 5.10. Уравнения движения центра масс диска 2 в проекциях на оси x, y имеют вид:

$$m_2 a_C = H + F_{\text{сц}} - F_2\cos 60^\circ;$$

$$0 = -F_2\cos 30^\circ - P_2 + N.$$

С учетом найденных значений реакции стержня $H = 28{,}63$ Н и ускорения центра масс диска 2 $a_C = 6{,}85$ м/с^2, находим силу сцепления и нормальную реакцию опоры: $F_{\text{сц}} = 28{,}27$ Н, $N = 85{,}98$ Н.

Полная реакция опоры $R_K = \sqrt{N^2 + F_{\text{сц}}^2} = 90{,}51$ Н.

6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики

Силой инерции материальной точки называют векторную величину, модуль которой равен произведению массы точки на модуль её ускорения, направленную противоположно этому ускорению $\vec{R}^{\text{и}} = -m\vec{a}$, где m – масса точки; $\vec{a}$ – вектор ускорения точки.

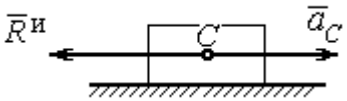


Рис. 6.1. Главный вектор сил инерции при поступательном движении твердого тела

При поступательном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к главному вектору сил инерции $\vec{R}^{\text{и}}$, равному по величине $R^{\text{и}} = ma_C$, приложенному в центре масс тела и направленному в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ (рис. 6.1).

При вращении тела вокруг неподвижной оси z, проходящей через центр масс, главный вектор сил инерции, приведённый к центру масс тела, обращается в нуль (так как ускорение центра масс равно нулю). Таким образом, система сил инерции приводится к паре сил с моментом $\vec{M}^{\text{и}}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси вращения. Величина главного момента сил инерции $M^{\text{и}} = J_z\varepsilon$, где J_z – момент инерции тела относительно оси z; ε – угловое ускорение тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (рис. 6.2).

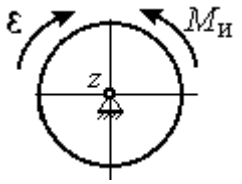


Рис. 6.2. Главный момент сил инерции при вращении тела вокруг оси, проходящей через центр масс

При плоскопараллельном движении тела с ускорением центра масс $\vec{a}_C$ и угловым ускорением ε система сил инерции, приложенных к каждой точке тела, приводится к силе $\vec{R}^{\text{и}}$, равной главному вектору сил инерции, и паре сил с моментом $\vec{M}^{\text{и}}$, равным главному моменту сил инерции относительно оси,

проходящей через центр масс тела перпендикулярно плоскости движения (рис. 6.3). Главный вектор сил инерции равен по модулю произведению массы тела на ускорение его центра масс: $R^{и} = ma_C$, приложен в центре масс тела и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$ центра масс. Главный момент сил инерции равен по величине произведению момента инерции тела относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, на угловое ускорение тела: $M^{и} = J_C\varepsilon$, где J_C – момент инерции тела. Направлен главный момент сил инерции в сторону, противоположную угловому ускорению (см. рис. 6.3).

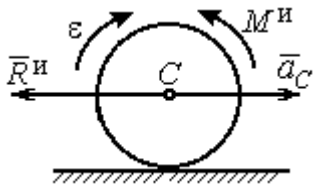


Рис. 6.3. Главный вектор и главный момент сил инерции при плоскопараллельном движении твердого тела

Принцип Даламбера для системы. Если в любой момент времени к каждой из точек системы кроме действующих на нее внешних и внутренних сил присоединить соответствующие силы инерции, то полученная система сил будет уравновешенной. Принцип Даламбера даёт возможность составлять уравнения движения механической системы в виде уравнений равновесия:

$$\sum \vec{F}_k^e + \vec{R}^{и} = 0, \ \sum \vec{M}_O(\vec{F}_k^e) + \vec{M}_O^{и} = 0,$$

где $\vec{F}_k^e$ – внешние силы, приложенные к системе; $\vec{R}^{и}$ – главный вектор сил инерции; $\vec{M}_O(\vec{F}_k^e)$ – момент внешних сил, приложенных к системе, относительно произвольного центра *O*; $\vec{M}_O^{и}$ – главный момент сил инерции относительно центра *O*.

Силы, действующие на систему, можно подразделить на активные и реакции связей. **Идеальными связями** в механической системе называют такие связи, для которых сумма элементарных работ их реакций на любом возможном перемещении равна нулю.

Принцип возможных перемещений. Для равновесия механической системы с идеальными связями необходимо и достаточно, чтобы сумма

элементарных работ всех активных сил, приложенных к точкам системы, была равна нулю на любом возможном перемещении системы: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$ – элементарная работа активных сил на возможном перемещении.

Совместное применение принципа Даламбера и принципа возможных перемещений приводит к формулировке общего уравнения динамики.

Общее уравнение динамики. При движении механической системы с идеальными связями в каждый момент времени сумма элементарных работ всех приложенных активных сил и сил инерции на любом возможном перемещении равна нулю: $\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0$, где $\delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}})$, $\delta A(\vec{R}_k^{\text{и}})$ – элементарные работы активных сил и сил инерции, приложенных к системе, на её возможном перемещении.

При вычислении элементарных работ активных сил и сил инерции используют обычные формулы для вычисления работы сил на элементарном перемещении точек их приложения. При этом переменные силы на элементарном перемещении точек их приложения считаются постоянными.

6.2. Задание Д6. Исследование механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система с идеальными связями включает груз и два диска – однородного радиусом R или r и ступенчатого. Ступенчатый диск состоит из двух одноосных цилиндров радиусом R и r. Радиусы дисков указаны на схеме. Тела соединены нерастяжимыми нитями или невесомыми стержнями. Система движется в вертикальной плоскости из состояния покоя под действием сил тяжести, постоянной силы $\vec{F}$, а также пары сил с переменным моментом M. Направление действия силы $\vec{F}$ и наклон плоскости движущихся тел определяются углами α и β. Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Качение дисков без проскальзывания. Скольжение между невесомым стержнем и дисками отсутствует. Движение грузов по плоскости без трения. Нити и стержни, соединяющие груз и диски, параллельны соответствующим плоскостям, по которым двигаются тела.

Найти уравнение движения центра масс диска 3. Определить реакцию шарнира диска 2 в момент времени $t = 1$ с.

Варианты задания приведены на рис. 6.4, 6.5. Исходные данные выбираются из табл. 6.1.

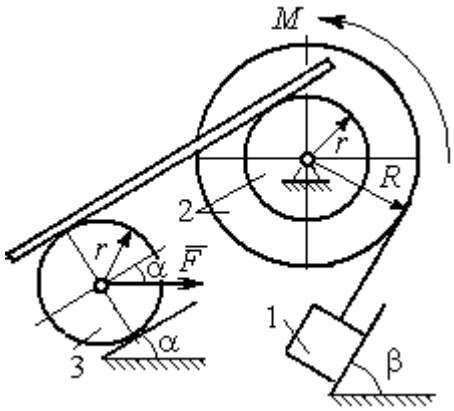
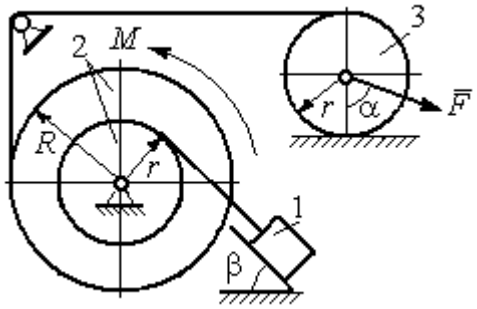
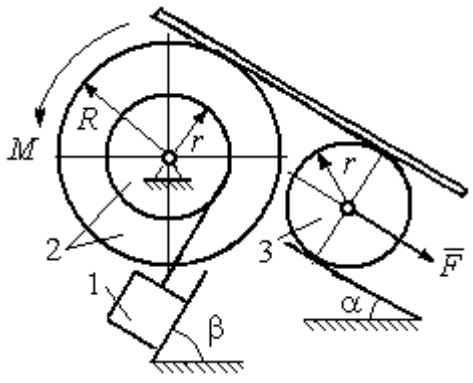
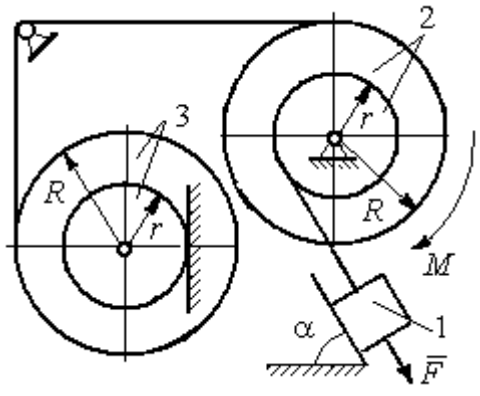
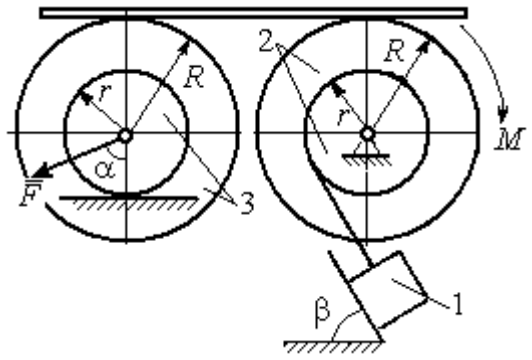
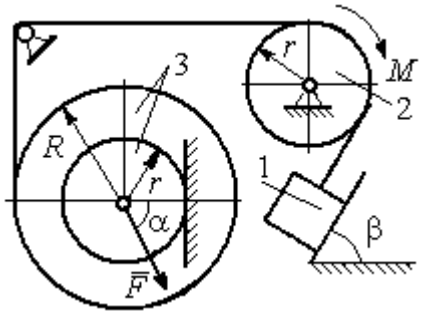
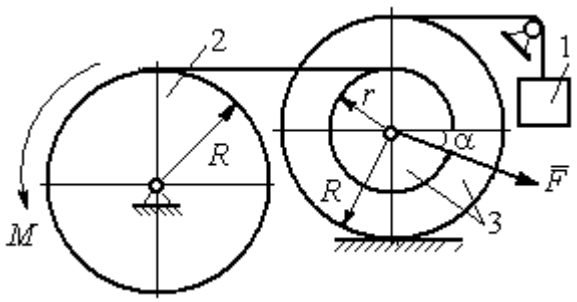
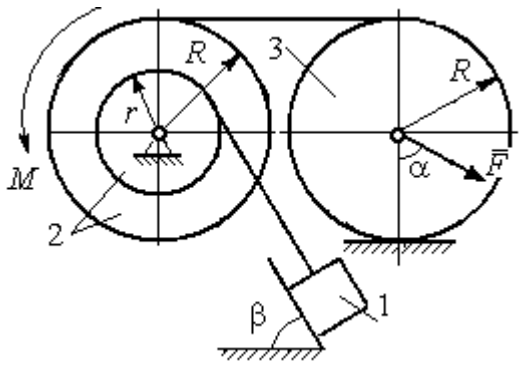
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Варианты 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	

Рис. 6.4. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики.
Номера вариантов задания 1 – 4, 11 – 14, 21 – 24

Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

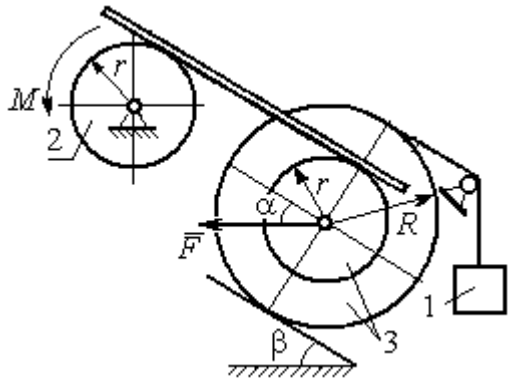
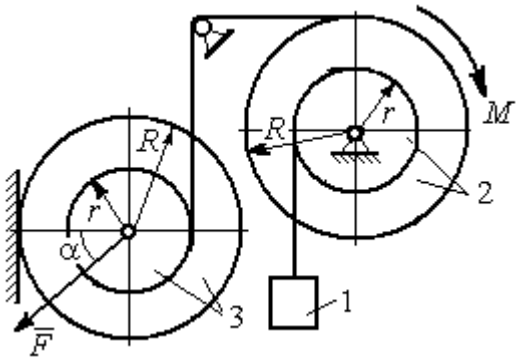
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.5. Задание Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики. Номера вариантов задания 5 – 10, 15 – 20, 25 – 30

Таблица 6.1

Исходные данные задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	α, град	β, град	R, м	r, м	i_z, м
1	10	20	8	20	$3(2+t^2)$	30	60	0,6	0,3	0,4
2	10	22	15	15	$4(t+3)$	30	30	0,8	0,4	0,6
3	5	18	10	6	$8(t^2+1)$	90	30	0,4	0,3	0,3
4	5	22	10	5	$14(t^2+t+1)$	30	–	0,6	0,5	0,6
5	5	20	16	9	$3(t^2+4)$	45	60	0,6	0,3	0,5
6	10	16	14	15	$4(5+t)$	60	30	1,0	0,6	0,8
7	6	20	20	8	$9(3t^2+2)$	45	–	0,8	0,6	0,8
8	16	25	15	12	$5(t^2+4)$	30	60	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	$4(3+5t)$	60	30	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	10	$5(3t+6)$	30	–	1,0	0,8	0,9
11	4	22	8	15	$2+ t^2$	45	45	0,8	0,4	0,6
12	15	18	15	10	$5(t+3)$	30	60	1,0	0,5	0,7
13	6	20	10	4	$5(t^2+2)$	30	60	0,6	0,5	0,4
14	10	25	15	8	$16(t+2)$	60	–	0,8	0,6	0,7
15	8	18	20	10	$6(t+2)$	30	90	1,2	0,6	1,0
16	8	18	12	12	$5(3+t^2)$	90	60	0,8	0,6	0,7
17	5	20	10	10	$2t^2+20$	60	–	0,9	0,6	0,8
18	20	15	20	15	$3(t+4)$	60	30	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	10	$4(3+t)$	45	45	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	6	$6(3t+4)$	45	–	1,0	0,6	0,9
21	15	25	12	12	$6+t^2$	60	60	0,6	0,3	0,5
22	20	22	18	15	$2(2t+9)$	45	45	0,8	0,4	0,6
23	8	24	12	8	$7(3t^2+2)$	30	45	0,8	0,5	0,6
24	12	20	18	10	$6(t+4)$	90	–	0,5	0,3	0,4
25	5	20	12	12	$9(2+t^2)$	60	30	1,4	0,7	1,2
26	10	12	10	8	$6(2+t)$	30	45	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	14	$8(2t^2+3)$	30	–	0,8	0,2	0,6
28	10	20	20	20	$3(t^2+3)$	45	30	0,6	0,3	0,5
29	10	18	8	12	$5(4+t+ t^2)$	30	60	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	15	$8(t^2+5)$	60	–	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д6. Исследование движения механической системы с применением общего уравнения динамики

Механическая система состоит из груза 1, движущегося поступательно, ступенчатого диска 2 (каток), катящегося по неподвижной поверхности цилин-

дрической ступенькой, и однородного диска 3 (блок), вращающегося вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс блока (рис. 6.6). Качение катка 2 без проскальзывания, скольжение груза 1 – без трения. Движение системы происходит под действием сил тяжести, силы $\vec{F}$, приложенной к грузу 1 и пары сил с моментом M, приложенной к диску 3.

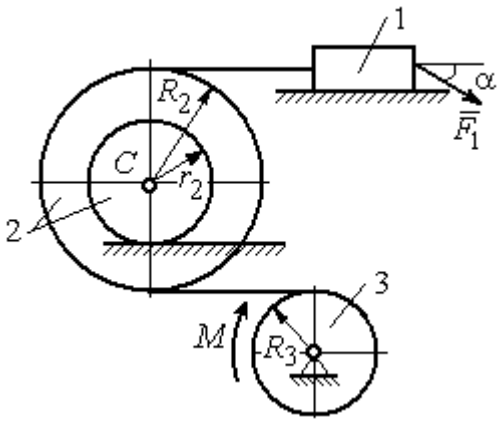


Рис. 6.6. Схема движения механической системы

Найти уравнение движения центра масс катка 2 если движение системы началось из состояния покоя. Определить реакцию шарнира диска 3 в момент t = 1 с, если: P_1 = 10 Н; P_2 = 20 Н; P_3 = 15 Н; $F = 5(t+1)$ Н; $M = 6(1+2t)$ Н·м; R_2 = 0,8 м; r_2 = 0,2 м; R_3 = 0,4 м; i_{2C} = 0,6 м.

Решение

В рассматриваемой механической системе активными силами являются силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, сила $\vec{F}$ и пара сил с моментом M (рис. 6.7). Связи идеальные, так как скольжение груза 1 происходит по гладкой поверхности без трения, качение диска 2 без проскальзывания, а ось вращения блока 3 неподвижна.

Предположим, направление движения в системе задаёт пара сил с моментом M, приложенная к блоку 3. Обозначим ω_3, ε_3 – угловая скорость и угловое ускорение блока 3, V_C, a_C – скорость и ускорение центра масс катка 2, V_1, a_1 – скорость и ускорение груза 1. Направления векторов скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений тел в соответствии с выбранным направлением движения системы показаны на рис. 6.7.

Общее уравнение динамики имеет вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = 0 .$$

Присоединим к телам системы силы инерции. Груз 1 движется поступательно. Главный вектор сил инерции груза 1 $\vec{R}_1^{\text{и}}$ приложен в центре масс груза и направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_1$ груза 1. Модуль главного вектора сил инерции груза 1 $R_1^{\text{и}} = m_1 a_1$, где m_1 – масса груза 1; a_1 – величина ускорения груза 1.

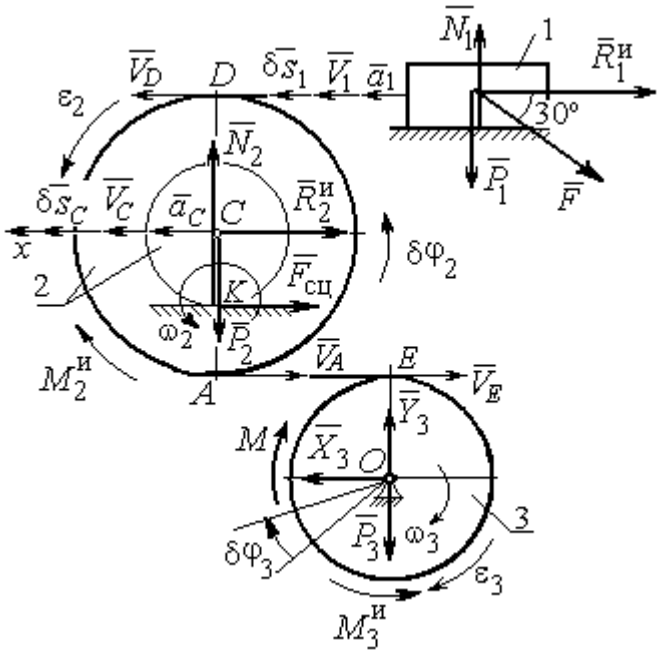


Рис. 6.7. Расчётная схема исследования движения механической системы

Система сил инерции катка 2, приводятся к силе, равной главному вектору сил инерции $\vec{R}_2^{\text{и}}$, приложенному в центре масс катка 2, и паре сил с моментом, равным главному моменту сил инерции $\vec{M}_2^{\text{и}}$ относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения. Главный вектор сил инерции направлен в сторону, противоположную ускорению $\vec{a}_C$, и составляет $R_2^{\text{и}} = m_2 a_C$, где m_2 – масса катка 2; a_C – величина ускорения центра масс. Главный момент сил инерции: $M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2$, где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через центр масс перпендикулярно плоскости движения; ε_2 – угловое ускорение катка 2. Направлен главный момент сил инерции $M_2^{\text{и}}$ в сторону, противоположную угловому ускорению ε_2.

Главный вектор сил инерции, приложенных к блоку 3 и приведённых к центру масс блока, равен нулю, так как блок вращается вокруг неподвижной оси, проходящей через центр масс, и ускорение центра масс блока равно нулю. В результате силы инерции блока 3 приводятся к паре сил, момент которой ра-

вен главному моменту сил инерции $\vec{M}_3^{\text{и}}$ относительно оси вращения. Главный момент сил инерции блока 3 равен по величине $M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3$, где J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения; ε_3 – угловое ускорение блока 3, и направлен в сторону, противоположную угловому ускорению ε_3. Главные векторы и главные моменты сил инерции показаны на рис. 6.8.

Определим кинематические соотношения между скоростями точек системы и выразим их через скорость V_C центра масс катка 2. Каток 2 катится по неподвижной поверхности без скольжения. Мгновенный центр скоростей катка находится в точке *K* касания катка с поверхностью (см. рис. 6.7). Угловая скорость катка 2 $\omega_2 = \dfrac{V_C}{CK} = \dfrac{V_C}{r_2}$. Скорость точки *A* катка 2: $V_A = \omega_2 \cdot AK = \omega_2(R_2 - r_2) = V_C \dfrac{R_2 - r_2}{r_2}$. Скорость точки *E* блока 3 равна скорости точки *A* катка 2, $V_E = V_A$. Тогда угловая скорость блока 3:

$$\omega_3 = \frac{V_E}{R_3} = \frac{V_A}{R_3} = V_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Скорость груза 1 равна скорости точки *D* катка 2:

$$V_1 = V_D = \omega_2 \cdot DK = \omega_2(R_2 + r_2) = V_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}.$$

Соотношения между ускорениями определяются путем дифференцирования установленных кинематических равенств:

$$a_1 = a_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \quad \varepsilon_2 = \frac{a_C}{r_2}, \quad \varepsilon_3 = a_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Для того чтобы найти соотношения между перемещениями, выразим кинематические равенства между скоростями в дифференциальном виде и, полагая, что действительное перемещение является возможным, т. е. $ds = \delta s$, $d\varphi = \delta\varphi$, получим соотношения между возможными перемещениями:

$$\delta s_1 = \delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2}, \ \ \delta\varphi_2 = \frac{\delta s_C}{r_2}, \ \ \delta\varphi_3 = \delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Сообщим системе возможное перемещение, совпадающее с действительным. Элементарная работа реакций связи на любом возможном перемещении системы равна нулю, так как связи в системе идеальные.

Найдем элементарные работы активных сил и выразим их через перемещение центра масс катка 2. Прежде заметим, что элементарные работы сил тяжести груза 1 и катка 2 равны нулю, так как направления перемещений точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил:

$$\delta A(\vec{P}_1) = P_1 \delta s_1 \cos 90^\circ = 0, \ \delta A(\vec{P}_2) = P_2 \delta s_C \cos 90^\circ = 0.$$

Элементарная работа силы тяжести блока 3 равна нулю, так как точка приложения силы тяжести блока 3 не перемещается: $\delta A(\vec{P}_3) = 0$.

Элементарная работа пары сил с моментом M, приложенных к блоку 3:

$$\delta A(\vec{M}) = M\delta\varphi_3 = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}.$$

Элементарная работа силы $\vec{F}$:

$$\delta A(\vec{F}) = F\delta s_1 \cos 150^\circ = -F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ.$$

Сумма элементарных работ всех активных сил:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) = \delta A(\vec{M}) + \delta A(\vec{F}) = M\delta s_C \frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2} - F\delta s_C \frac{(R_2 + r_2)}{r_2} \cos 30^\circ =$$

$$= \left[6(1 + 2t)\left(\frac{0{,}8 - 0{,}2}{0{,}4 \cdot 0{,}2} \right) - 5(t + 1)\left(\frac{0{,}8 + 0{,}2}{0{,}2} \right) 0{,}866 \right] \delta s_C = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C.$$

Определим модули главных векторов и главных моментов сил инерции в зависимости от ускорения a_C центра масс катка 2:

$$R_1^{\text{и}} = m_1 a_1 = \frac{P_1}{g} a_1 = \frac{P_1 (R_2 + r_2)}{g r_2} a_C, \quad R_2^{\text{и}} = m_2 a_C = \frac{P_2 a_C}{g},$$

$$M_2^{\text{и}} = J_{2C}\varepsilon_2 = m_2 i_{2C}^2 \varepsilon_2 = \frac{P_2}{g} i_{2C}^2 \frac{a_C}{r_2},$$

$$M_3^{\text{и}} = J_{3O}\varepsilon_3 = \frac{m_3 R_3^2}{2}\varepsilon_3 = \frac{P_3 R_3^2}{2g}\frac{(R_2 - r_2)}{R_3 r_2}a_C = \frac{P_3 R_3 (R_2 - r_2)}{2g r_2}a_C,$$

где J_{2C} – момент инерции катка 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{2C} = m_2 i_{2C}^2$; i_{2C} – радиус инерции катка 2; J_{3O} – момент инерции блока 3 относительно оси вращения, проходящей через его центр масс, $J_{3O} = \frac{m_3 R_3^2}{2}$.

Найдем элементарные работы сил инерции на возможном перемещении системы и выразим их в зависимости от перемещения δs_C центра масс катка 2:

$$\delta A(\vec{R}_1^{\text{и}}) = R_1^{\text{и}}\delta s_1 \cos 180^\circ = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{R}_2^{\text{и}}) = R_2^{\text{и}}\delta s_C \cos 180^\circ = -\frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C,\ \delta A(\vec{M}_2^{\text{и}}) = -M_2^{\text{и}}\delta\varphi_2 = -\frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C;$$

$$\delta A(\vec{M}_3^{\text{и}}) = -M_3^{\text{и}}\delta\varphi_3 = -\frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C.$$

Сумма элементарных работ сил инерции:

$$\sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = -\frac{P_1 (R_2 + r_2)^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C - \frac{P_2 a_C}{g}\delta s_C - \frac{P_2 i_2^2 a_C}{g r_2^2}\delta s_C - \frac{P_3 (R_2 - r_2)^2 a_C}{2 g r_2^2}\delta s_C =$$

$$= -\frac{a_C \delta s_C}{g}\left[\frac{10(0{,}8 + 0{,}2)^2}{0{,}2^2} + 20 + \frac{20 \cdot 0{,}6^2}{0{,}2^2} + \frac{15(0{,}8 - 0{,}2)^2}{2 \cdot 0{,}2^2}\right] = -52{,}75\, a_C \delta s_C,$$

где $g = 9{,}81$ м/с^2.

С учетом проделанных вычислений общее уравнение динамики принимает вид:

$$\sum \delta A(\vec{F}_k^{\text{акт}}) + \sum \delta A(\vec{R}_k^{\text{и}}) = (23{,}35 + 68{,}35t)\delta s_C - 52{,}75\, a_C \delta s_C = 0,$$

откуда ускорение центра масс катка 2:

$$a_C = 0{,}44 + 1{,}29t.$$

Выберем ось x по направлению движения центра масс катка 2 (см. рис. 6.7). Проектируя вектор $\vec{a}_C$ ускорения точки C на ось x, получим дифференциальное уравнение $a_C = \ddot{x}_C = 0{,}44 + 1{,}29t$. Интегрируя дважды это уравнение, найдём закон движения: $x_C = 0{,}44\dfrac{t^2}{2} + 1{,}29\dfrac{t^3}{6} + C_1 t + C_2$. Подставляя сюда начальные условия: $t = 0$, $V_C = 0$, $x_C = 0$, найдём константы интегрирования: $C_1 = C_2 = 0$. Окончательно уравнение движения центра масс диска 2 представим в виде:

$$x_C = 0{,}22t^2 + 0{,}21t^3.$$

Рассмотрим вращательное движение блока 3, освободив его от связей. На блок действуют сила тяжести $\vec{P}_3$, реакция подшипника, разложенная на составляющие $\vec{X}_3$, $\vec{Y}_3$, пара сил с моментом M и реакция нити $\vec{H}_3$ (см. рис. 6.8). Реакция нити, равная силе натяжения нити, приложена к блоку 3, направлена вдоль нити, связывающей каток 2 и блок 3. Присоединим к блоку 3 силы инерции. Направления сил, моментов пар сил и главного момента сил инерции, действующих на блок 3, показаны на рис. 6.8.

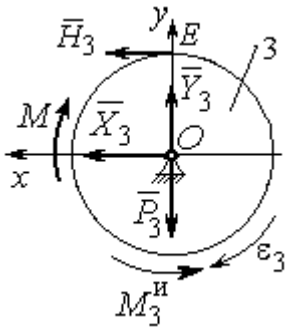


Рис. 6.8. Расчётная схема определения натяжения нити и реакции шарнира блока 3

По принципу Даламбера система сил, приложенных к блоку 3, включая силы инерции, находится в равновесии. Составим уравнение равновесия в виде равенства нулю суммарного момента всех сил (включая силы инерции) относительно оси вращения. Получим $M - H_3 R_3 - M_3^{и} = 0$, где $M_3^{и} = J_{3O}\varepsilon_3 = \dfrac{P_3 R_3 (R_2 - r_2) a_C}{2 g r_2}$. Из уравнения находим величину натяжения нити:

$$H_3 = \frac{M}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)a_C}{2gr_2} = \frac{6(1+2t)}{R_3} - \frac{P_3(R_2 - r_2)}{2gr_2}(0{,}44 + 1{,}29t) = 13{,}99 + 27{,}04t.$$

В момент времени $t = 1$ с натяжение нити: $H_3 = 41{,}04$ Н.

Так как главный вектор сил инерции блока 3 равен нулю, то составленные по принципу Даламбера уравнения равновесия блока 3 в виде проекций сил на вертикальную и горизонтальную оси содержат только внешние силы. Имеем: $X_3 + H_3 = 0$, $Y_3 - P_3 = 0$ (см. рис. 6.8). Отсюда находим составляющие реакции шарнира блока 3 в момент времени t = 1 с: $X_3 = -H_3$= – 41,04 Н, $Y_3 = P_3$= 15 Н. Отрицательное значение горизонтальной составляющей реакции шарнира X_3 означает её противоположное направление.

Полная реакция шарнира $R_3 = \sqrt{X_3^2 + Y_3^2}$ = 43,69 Н.

6.3. Уравнения Лагранжа II рода

Обобщенными координатами механической системы называется совокупность любых s независимых параметров $q_1, q_2, \ldots, q_S$, однозначно определяющих положение системы в любой момент времени.

Если системе сообщить возможное перемещение, при котором все обобщенные координаты изменяются на элементарные (бесконечно малые) величины $\delta q_1, \delta q_2, \ldots, \delta q_S$, называемые вариациями обобщенных координат, то все действующие активные силы совершат элементарную работу, которая может быть представлена в виде $\delta A = Q_1 \cdot \delta q_1 + Q_2 \cdot \delta q_2 + \ldots + Q_s \cdot \delta q_S$. Величина Q_k, равная коэффициенту при вариации δq_k обобщенной координаты, называется **обобщенной силой**, соответствующей данной обобщенной координате. Расчет обобщенных сил осуществляется путем последовательного придания системе возможных перемещений, при которых варьируется только одна из обобщенных координат, а вариации остальных координат равны нулю.

Для материальной системы с идеальными связями дифференциальные уравнения движения в обобщенных координатах – **уравнения Лагранжа II рода** – имеют вид:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_k}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \ldots, s,$$

где T – кинетическая энергия системы; $q_1, q_2, \ldots, q_S$ – обобщенные координаты; $\dot{q}_1, \dot{q}_2, \ldots, \dot{q}_S$ – обобщенные скорости; s – число степеней свободы системы.

6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус 1, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3. Радиусы ступеней ступенчатого диска и радиус однородного диска указаны на схеме.

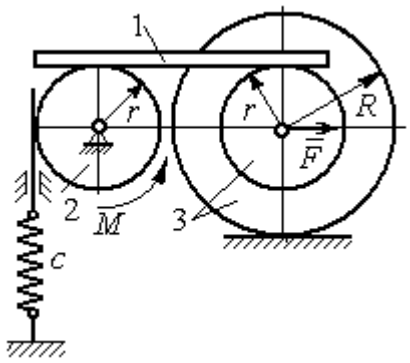
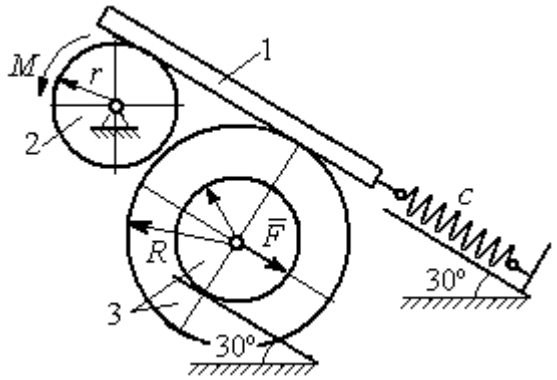
Качение катка 3 происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует. В задачах, где пружина соединяется с блоком 2, передача движения блоку 2 производится посредством невесомого стержня без скольжения.

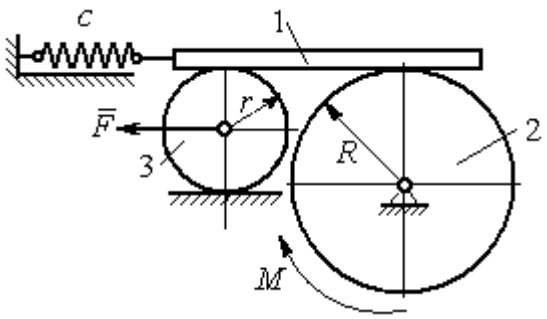
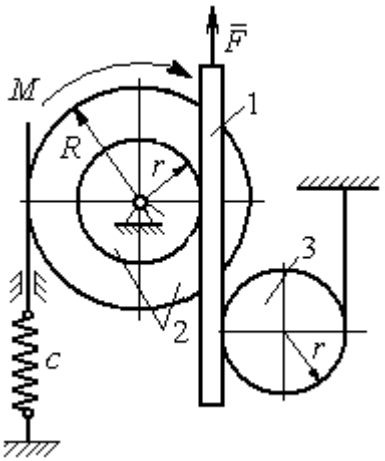
Радиус инерции ступенчатого диска относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, равен i_z.

Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M.

Определить закон движения бруса 1 и закон угловых колебаний блока 2, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость ω_{20}, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Варианты заданий даны на рис. 6.9, 6.10. Варианты исходных данных в табл. 6.2. Отрицательные значения величин F или M в табл. 6.2 означают, что при заданных модулях силы или момента направление вектора силы $\vec{F}$ или момента M на схеме следует изменить на противоположные.

Варианты № 1, 11, 21	Варианты № 2, 12, 22
	

Варианты № 3, 13, 23	Варианты № 4, 14, 24
	

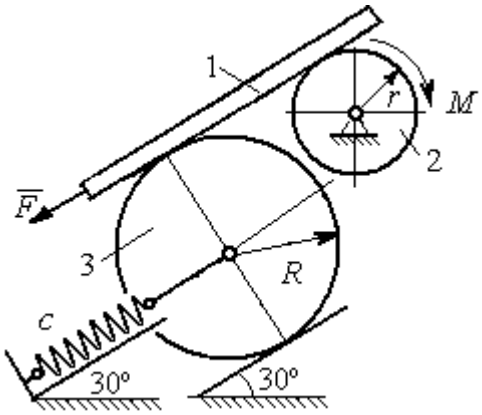
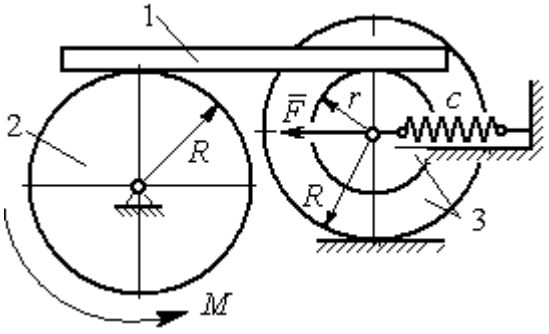
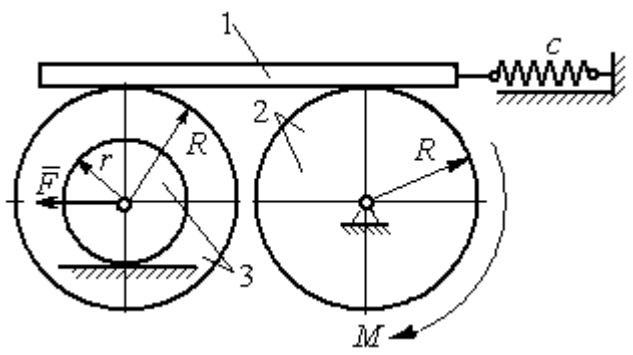
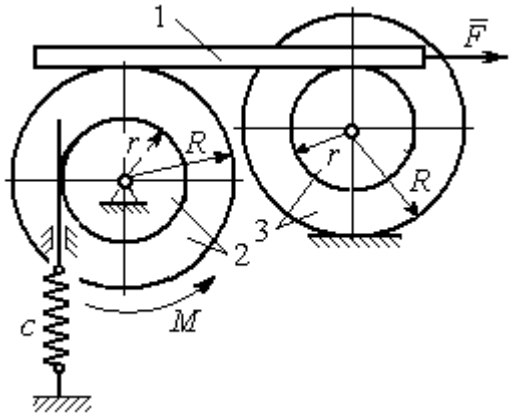
Варианты № 5, 15, 25	Варианты № 6, 16, 26
	

Рис. 6.9. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д 7

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

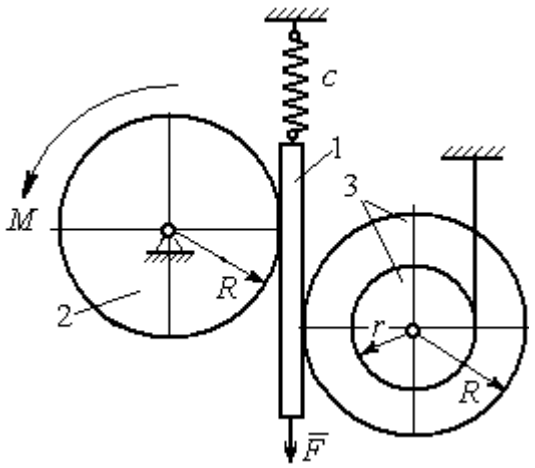
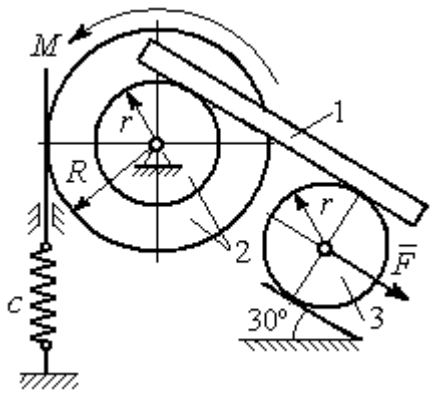
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.10. Задание Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.2

Исходные данные задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
1	8	12	18	15	3	50	0,3	0,6	0,3	0,4
2	10	8	15	12	5	55	0,4	0,8	0,5	0,6
3	5	18	10	8	4	60	0,2	0,5	0,3	–
4	5	20	12	10	6	70	0,5	0,6	0,5	0,6
5	5	8	16	8	8	65	0,2	0,6	0,3	–

Окончание табл. 6.2

Номер варианта задания	P_1, Н	P_2, Н	P_3, Н	F, Н	M, Н·м	c, Н/м	ω_{20}, рад/с	R, м	r, м	i_z, м
6	8	10	14	6	2	50	0,1	1,0	0,6	0,8
7	10	12	15	12	3	65	0,2	0,8	0,6	0,7
8	12	15	15	6	2	50	0,3	1,2	0,6	0,8
9	5	20	12	8	4	75	0,1	0,6	0,4	0,5
10	6	25	8	5	12	60	0,4	1,0	0,8	0,9
11	4	10	12	–10	–2	60	0,2	0,8	0,4	0,6
12	5	8	15	–8	3	50	0,5	1,0	0,5	0,7
13	6	15	8	–12	–4	65	0,4	0,6	0,5	–
14	10	25	10	6	10	55	0,1	0,8	0,6	0,7
15	8	6	20	–10	2	70	0,2	1,2	0,6	–
16	10	12	12	–5	6	60	0,3	0,8	0,6	0,7
17	12	16	12	–6	–2	55	0,4	0,9	0,6	0,8
18	10	20	20	10	4	60	0,1	0,8	0,4	0,7
19	8	20	12	–10	6	65	0,2	1,2	0,4	0,8
20	12	20	10	–3	6	50	0,24	1,0	0,6	0,9
21	5	12	15	12	–3	55	0,3	0,6	0,5	0,55
22	10	15	18	6	–2	65	0,1	0,8	0,4	0,6
23	8	20	12	–8	2	45	0,2	0,8	0,6	–
24	12	20	18	–4	–8	70	0,4	0,5	0,3	0,4
25	6	10	15	–6	–2	60	0,1	1,4	0,7	–
26	8	12	10	10	–3	65	0,2	1,2	0,8	0,9
27	6	18	16	5	–3	70	0,2	0,8	0,2	0,6
28	8	12	12	–6	2	65	0,3	0,6	0,3	0,5
29	10	18	20	–10	4	60	0,2	1,2	0,8	0,9
30	8	18	10	8	6	75	0,1	1,0	0,8	0,9

Пример выполнения задания Д7. Исследование движения механической системы с одной степенью свободы с применением уравнений Лагранжа

Механическая система состоит из трёх тел – бруса 1, блока 2, катка 3 и невесомой пружины жесткостью c. Брус, соединяющий каток 3 с блоком 2, расположен параллельно линии качения катка 3 (рис. 6.11). Радиусы ступеней ступенчатого диска R и r, радиус однородного диска r. Система движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом M. Движение катка 3 по неподвижной поверхности происходит без проскальзывания. Скольжение между брусом и дисками отсутствует.

Передача движения от пружины блоку 2 производится посредством невесомого вертикального стержня без скольжения. Радиус инерции блока 2 относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, i_z.

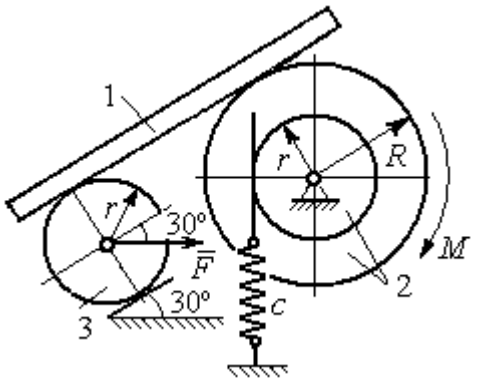


Рис. 6.11. Механическая система с одной степенью свободы

Исходные данные задачи: $P_1 = P$ Н, $P_2 = 2P$ Н, $P_3 = P$ Н, $F = 2P$ Н, $M = Pr$ Н·м, $R = 1{,}5r$ м, $i_z = r\sqrt{2}$ м, $c = P/r$ Н/м.

Определить законы движения блока 2 и бруса 1 при $P = 10$ Н, $r = 0{,}2$ м, если в начальный момент пружина находилась в нерастянутом состоянии, а блоку 2 придали угловую скорость $\omega_0 = 0{,}5$ рад/с, направленную в сторону заданного момента пары сил.

Решение

Рассматриваемая механическая система (рис. 6.11) имеет одну степень свободы, так как в системе не допускается независимое друг от друга движение тел. В качестве обобщённой координаты q выберем перемещение x верхнего края пружины, отсчитываемого от уровня, при котором пружина длиной l_0 находилась в нерастянутом состоянии (рис. 6.12). Обобщённая скорость $\dot{q} = \dot{x}$.

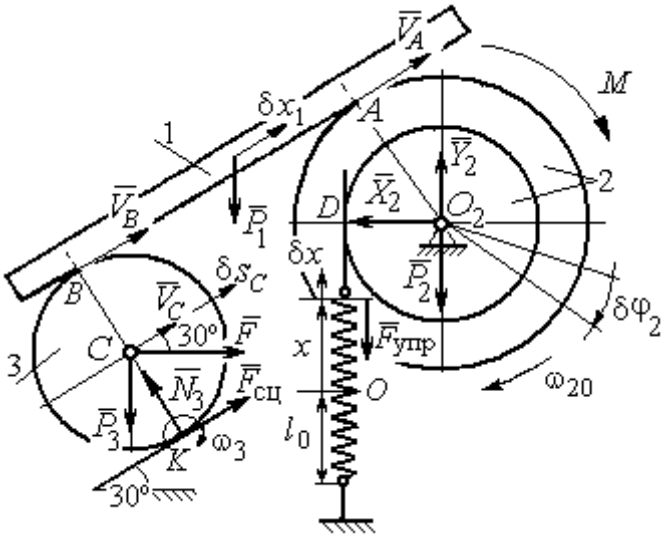


Рис. 6.12. Расчётная схема колебаний механической системы с одной степенью свободы

Уравнение Лагранжа II рода, описывающее движение системы с одной степенью свободы, имеет вид $\dfrac{d}{dt}\left(\dfrac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) - \dfrac{\partial T}{\partial x} = Q_x$, где T –

кинетическая энергия системы, Q_x – обобщенная сила, соответствующая обобщенной координате *x*.

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий бруса, блока и катка: $T = T_1 + T_2 + T_3$. Кинетическая энергия поступательного движения бруса 1: $T_1 = \frac{1}{2} m_1 V_1^2$, где m_1, V_1 – масса и скорость бруса. Энергия вращательного движения блока 2: $T_2 = \frac{1}{2} J_{2z} \omega_2^2$, где ω_2 – угловая скорость блока, J_{2z} – момент инерции блока 2 относительно оси *z*, $J_{2z} = m_2 i_z^2$.

Каток 3 совершает плоскопараллельное движение. Его кинетическая энергия $T_3 = \frac{1}{2} m_3 V_C^2 + \frac{1}{2} J_{zC} \omega_3^2$, где V_C – скорость центра масс катка 3; J_{zC} – момент инерции катка относительно оси, проходящей через его центр масс перпендикулярно плоскости движения, $J_{zC} = \frac{1}{2} m_3 r^2$; *r* – радиус катка; ω_3 – угловая скорость катка.

Выразим скорость V_1 бруса 1, угловые скорости ω_2, ω_3 блока 2 и катка 3, а также скорость V_C центра масс катка 3 через обобщённую скорость $\dot{x}$.

Заметим, что скорость точки *D* блока 2 равна скорости верхнего края пружины $V_D = \dot{x}$. Угловая скорость блока 2 $\omega_2 = \frac{V_D}{r} = \frac{\dot{x}}{r}$. Скорость бруса 1 равна скорости точки *A* блока 2 и вычисляется по формуле $V_1 = V_A = \omega_2 R = \frac{\dot{x} R}{r}$. Так как брус совершает поступательное движение, то $V_B = V_1$. Угловая скорость катка 3 $\omega_3 = \frac{V_B}{2r} = \frac{V_1}{2r} = \frac{\dot{x} R}{2r^2}$. Здесь при определении угловой скорости катка 3 учтено, что точка *K* касания катка 3 с неподвижной поверхностью является мгновенным центром скоростей катка. Скорость центра катка 3 $V_C = \frac{V_B}{2} = \frac{\dot{x} R}{2r}$.

Подставляя исходные данные задачи с учётом найденных кинематических соотношений, получим кинетическую энергию тел системы

$$T_1=\frac{1}{2}m_1V_1^2=\frac{P}{2g}\left(\frac{\dot{x}R}{r}\right)^2=1{,}125\frac{P}{g}\dot{x}^2,\ \ T_2=\frac{1}{2}J_{2z}\omega_2^2=\ \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}\left(r\sqrt{2}\right)^2\left(\frac{\dot{x}}{r}\right)^2=2\frac{P}{g}\dot{x}^2,$$

$$T_3=\frac{1}{2}m_3V_C^2+\frac{1}{2}J_{zC}\omega_3^2=\frac{1}{2}\frac{P}{g}\left(\frac{\dot{x}R}{2r}\right)^2+\frac{1}{2}\frac{Pr^2}{2g}\left(\frac{\dot{x}R}{2r^2}\right)^2=0{,}422\frac{P}{g}\dot{x}^2.$$

Тогда полная кинетическая энергия системы:

$$T=T_1+T_2+T_3=3{,}547\frac{P}{g}\dot{x}^2.$$

Произвольное положение системы определяется обобщённой координатой *x*, показывающей растяжение пружины. Дадим пружине, находящейся в произвольном положении, возможное (бесконечно малое) перемещение δx в положительном направлении оси *x* (см. рис. 6.12). При этом блок 2 повернётся на угол $\delta\varphi_2$: $\delta\varphi_2=\frac{\delta x}{r}$, брус 1 переместится на расстояние δx_1: $\delta x_1=\frac{\delta xR}{r}$, центр масс катка 3 сдвинется на расстояние δS_C: $\delta S_C=\frac{\delta xR}{2r}$. Все перемещения получены из установленных ранее кинематических соотношений и показаны на рис. 6.12.

При заданном возможном перемещении системы работу совершают силы тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_3$ бруса 1 и катка 3, пара сил с моментом *M*, сила $\vec{F}$ и сила упругости пружины (см. рис. 6.12). Элементарная работа вращающего момента *M*, приложенного к блоку 2, будет $\delta A(M)=M\delta\varphi_2=M\frac{\delta x}{r}$. Работа силы тяжести бруса 1 определяется равенством $\delta A(P_1)=P_1\delta x_1\cos120^\circ=-P_1\delta x_1\cos60^\circ=-\frac{P_1\delta xR}{2r}$. Работы силы тяжести катка 3 и силы *F*: $\delta A(P_3)=P_3\delta s_C\cos120^\circ=-P_3\frac{\delta xR}{4r}$, $\delta A(F)=F\frac{\delta xR}{2r}\cos30^\circ$. Модуль силы упругости пружины, растянутой из неде-

формированного положения на расстояние x: $F_{\text{упр}} = cx$. Сила $\vec{F}_{\text{упр}}$ упругости направлена в сторону, противоположную растяжению (см. рис. 6.12). Работа силы упругости при перемещении вдоль линии действия на расстояние δx вычисляется по формуле $\delta A(\vec{F}_{\text{упр}}) = F_{\text{упр}}\delta x\cos 180^\circ = -cx\delta x$.

Сумма работ сил на рассматриваемом возможном перемещении системы с учётом данных задачи составляет

$$\delta A = \delta A(M) + \delta A(P_1) + \delta A(P_3) + \delta A(F) + \delta A(F_{\text{упр}}) =$$

$$= M\frac{\delta x}{r} - \frac{P_1\delta xR}{2r} - P_3\frac{\delta xR}{4r} + F\frac{\delta xR}{2r}\cos 30^\circ - cx\delta x = P(1{,}174 - 5x)\delta x,$$

откуда обобщённая сила $Q_x = P(1{,}174 - 5x)$.

Составим уравнения Лагранжа. Вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенной скорости $\dot{x}$ и координате x: $\frac{\partial T}{\partial \dot{x}} = 7{,}094\frac{P}{g}\dot{x}$, $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$. Определим полную производную по времени: $\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}}\right) = 7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x}$. Результаты расчетов подставим в уравнения Лагранжа II рода и получим дифференциальное уравнение колебаний верхнего края пружины:

$$7{,}094\frac{P}{g}\ddot{x} = P(1{,}174 - 5x), \text{ или при } g = 9{,}81 \text{ м/с}^2,\ \ddot{x} + 6{,}91x = 1{,}62.$$

Решение дифференциального уравнения представляется в виде суммы общего решения однородного уравнения и частного решения неоднородного: $x = x_{\text{одн}} + x_{\text{частн}}$. Общее решение однородного уравнения имеет вид $x_{\text{одн}} = C_1\sin kt + C_2\cos kt$, где C_1, C_2 – произвольные постоянные; k – круговая частота собственных колебаний пружины, $k = \sqrt{6{,}91} = 2{,}63$ рад/с. Частное решение неоднородного уравнения ищется в виде константы $x_{\text{частн}} = b$. Подставив его в уравнение колебаний, получим $b = 0{,}23$. Таким образом, общее решение неоднородного уравнения имеет вид $x(t) = C_1\sin 2{,}63t + C_2\cos 2{,}63t + 0{,}23$.

Произвольные постоянные C_1, C_2 находятся из начальных условий. По условию задачи в начальный момент пружина была в нерастянутом состоянии. Тогда начальная координата пружины (её верхнего края) $x(0) = 0$. Скорость верхнего края пружины в начальный момент времени $\dot{x}(0)$ равна начальной скорости $V_D(0)$ точки *D* блока 2. Поскольку в начальный момент времени блоку 2 сообщили угловую скорость ω_{20}, то $\dot{x}(0) = V_D(0) = \omega_{20} r = 0{,}1$ м/с.

Подставляя значение начальной координаты в общее решение неоднородного уравнения при $t = 0$, получим $C_2 = -0{,}23$.

Вычисляем скорость движения пружины, взяв производную: $\dot{x}(t) = 2{,}63C_1 \cos 2{,}63t - 2{,}63C_2 \sin 2{,}63t$. Подставляя начальное значение скорости, получим $C_1 = 0{,}038$. Окончательно уравнение движения верхнего края пружин: $x(t) = 0{,}038 \sin 2{,}63t - 0{,}23 \cos 2{,}63t + 0{,}23$ м.

Уравнения колебательных движений бруса 1 и блока 2 найдём из ранее полученных кинематических соотношений:

$$x_1 = \frac{xR}{r} = 1{,}5\, x(t) = 0{,}057 \sin 2{,}63t - 0{,}34 \cos 2{,}63t + 0{,}34 \text{ м};$$

$$\varphi_2 = \frac{x}{r} = 5\, x(t) = 0{,}19 \sin 2{,}63t - 1{,}15 \cos 2{,}63t + 1{,}15 \text{ рад}.$$

Амплитуда колебаний бруса $A = \sqrt{0{,}057^2 + 0{,}34^2} = 0{,}35$ м.

6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы

Механическая система, состоящая из четырёх тел, из состояния покоя движется в вертикальной плоскости под действием сил тяжести $\vec{P}_1$, $\vec{P}_2$, $\vec{P}_3$, $\vec{P}_4$, силы $\vec{F}$ и пары сил с моментом *M*. Качение тел во всех случаях происходит без проскальзывания, скольжение грузов по поверхностям – без трения. Радиусы дисков одинаковы и равны *R*. Найти уравнения движения системы в обоб-

щённых координатах. Варианты заданий и рекомендуемые обобщённые координаты даны на рис. 6.13, 6.14, варианты исходных данных – в табл. 6.3.

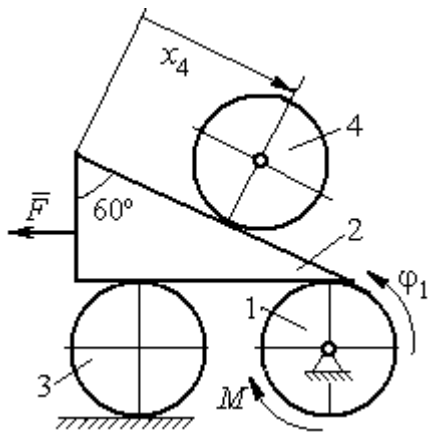
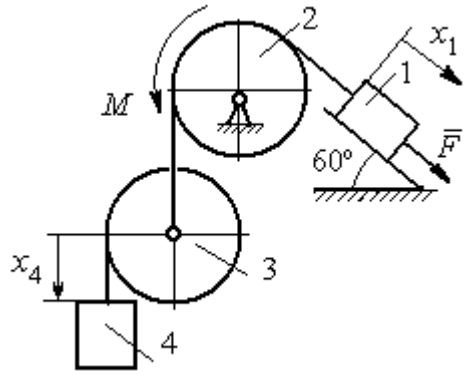
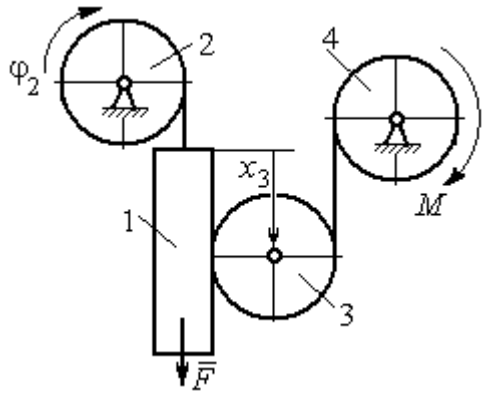
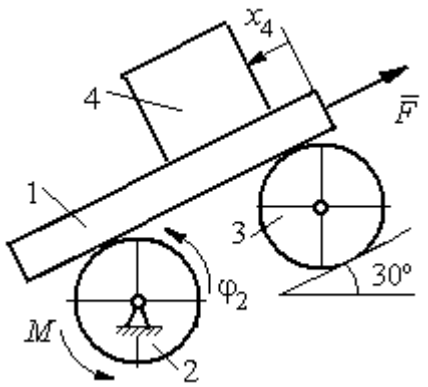
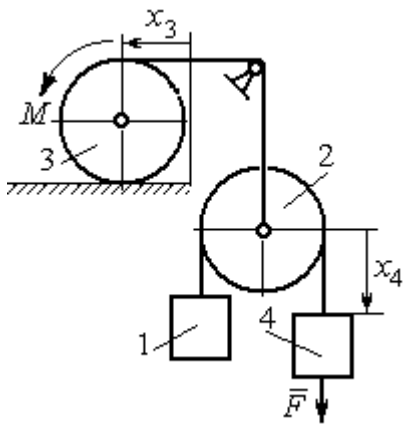
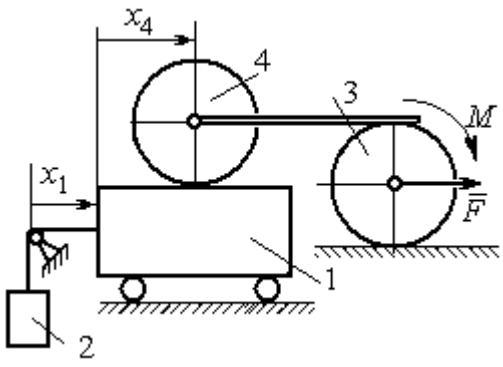
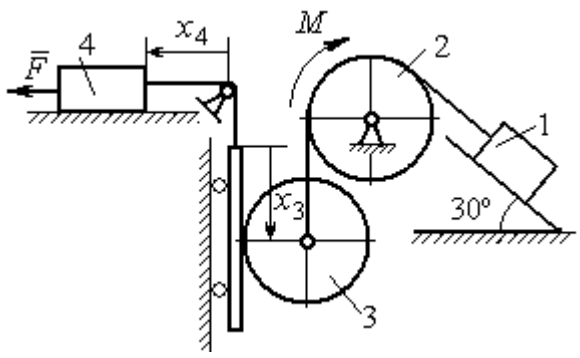
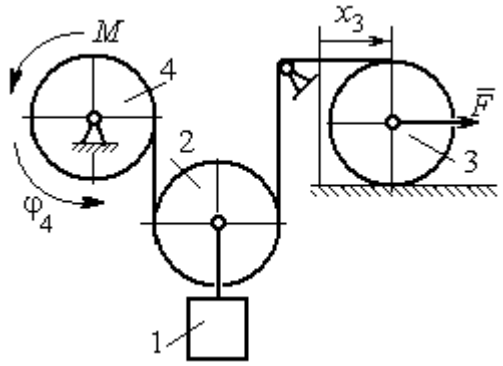
Варианты № 1, 11, 21	**Варианты № 2, 12, 22**
	
Варианты № 3, 13, 23	**Варианты № 4, 14, 24**
	
Варианты № 5, 15, 25	**Варианты № 6, 16, 26**
	

Рис. 6.13. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 1 – 6, 11 – 16, 21 – 26

Окончание вариантов задания Д8

Варианты № 7, 17, 27	**Варианты № 8, 18, 28**
	

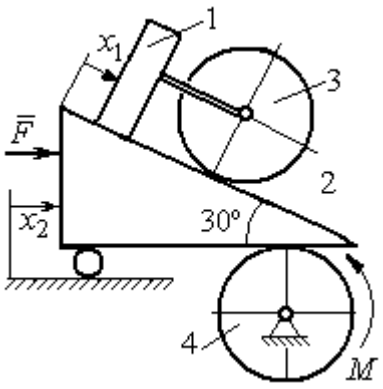
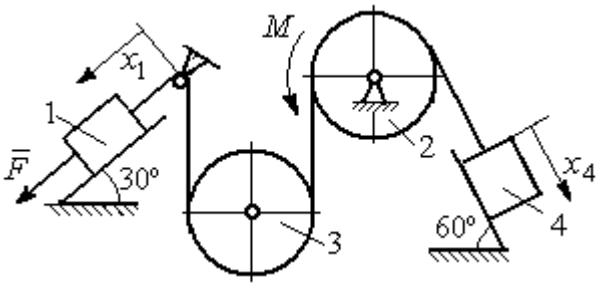
Варианты № 9, 19, 29	**Варианты № 10, 20, 30**
	

Рис. 6.14. Задание Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы. Номера вариантов задания 7 – 10, 17 – 20, 27 – 30

Таблица 6.3

Исходные данные задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Номер варианта задания	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
P_1, Н	P	$2P$	P	$1{,}5P$	P	$3P$	P	$1{,}2P$	$3P$	P	$2P$	P	P	$2P$	P
P_2, Н	$3P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	$4P$	$3P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$
P_4, Н	$2P$	P	P	$2P$	$3P$	$3P$	P	P	$2P$	P	P	P	$2P$	$2P$	$2P$
R, м	$2r$	$1{,}5r$	$2{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	r	$1{,}5r$	r	$2r$	r	$1{,}5r$	$1{,}2r$	$2r$	$2r$	$2r$
F, Н	P	$2P$	P	$3P$	P	P	$2P$	$4P$	P	$2P$	P	$2P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$
M, Н·м	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$4Pr$	$3Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Окончание табл. 6.3

Номер варианта задания	**16**	**17**	**18**	**19**	**20**	**21**	**22**	**23**	**24**	**25**	**26**	**27**	**28**	**29**	**30**
P_1, Н	$4P$	$1{,}5P$	P	$2P$	P	P	$1{,}5P$	$1{,}5P$	$2P$	P	P	$2P$	$1{,}2P$	$3P$	$1{,}2P$
P_2, Н	$2P$	$2P$	$2P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$4P$	$3P$	$2P$	$2P$	$1{,}2P$	$2P$	$3P$	$2P$
P_3, Н	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	$3P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	$2P$	P	P	$3P$
P_4, Н	$1{,}5P$	$2P$	$3P$	P	$2P$	$2P$	$2P$	P	$2P$	$3P$	P	P	$2P$	P	$2P$
R, м	$1{,}5r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}5r$	$2r$	r	$1{,}2r$	$2r$
F, Н	$2P$	$2P$	P	$3P$	$4P$	$2P$	$3P$	$2P$	$3P$	P	$3P$	$1{,}5P$	$4P$	$2P$	$3P$
M, Н·м	$3Pr$	$2Pr$	$4Pr$	Pr	$4Pr$	$4Pr$	$2Pr$	Pr	$4Pr$	$2Pr$	$4Pr$	$2Pr$	$2Pr$	$3Pr$	$2Pr$

Пример выполнения задания Д8. Исследование движения механической системы с двумя степенями свободы

Платформа 3 лежит горизонтально на катке 5 и блоке 4 одинакового радиуса R (рис. 6.15). На платформу действует горизонтальная сила $\vec{F}$. К блоку 4, вращающемуся вокруг неподвижной оси, приложена пара сил с моментом M. Каток 5 катится по горизонтальной поверхности. К краю платформы одним концом прикреплена горизонтальная нить, а к другому концу, перекинутому через невесомый блок, прикреплён груз 6, движущийся вертикально. На платформе 3 установлен каток 2 радиуса R. К центру катка прикреплена нить, расположенная параллельно платформе и натянутая грузом 1, движущимся вертикально (см. рис. 6.15). Движение системы началось из состояния покоя. Качение тел без проскальзывания. Определить уравнения движения системы в обобщённых координатах, если $R = 2r$, веса тел $P_1 = P_6 = P$, $P_3 = 3P$, $P_4 = P_5 = P_2 = 2P$, $F = P$, $M = 3Pr$.

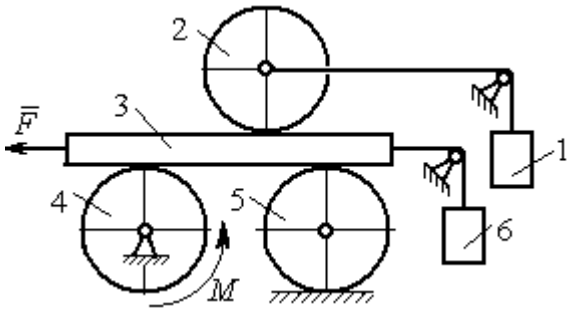


Рис. 6.15. Механическая система с двумя степенями свободы

Решение

Рассматриваемая механическая система, включающая катки 2, 5, платформу 3, блок 4 и грузы 1, 6, имеет две степени свободы, так как перемещение

катка 2 относительно платформы 3 не зависит от перемещения самой платформы. За обобщенные координаты выберем перемещение x_2 центра масс катка 2 относительно края платформы и перемещение x_3 платформы 3 относительно произвольной неподвижной вертикальной плоскости (рис. 6.16). Обобщенные скорости – скорость $\dot{x}_2$ центра масс катка 2 относительно края платформы и скорость платформы $\dot{x}_3$ относительно неподвижной вертикали. Уравнения Лагранжа II рода, описывающие движение системы:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_2}=Q_{x_2}, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right)-\frac{\partial T}{\partial x_3}=Q_{x_3},$$

где T – кинетическая энергия системы; Q_{x_2}, Q_{x_3} – обобщенные силы, соответствующие указанным обобщенным координатам.

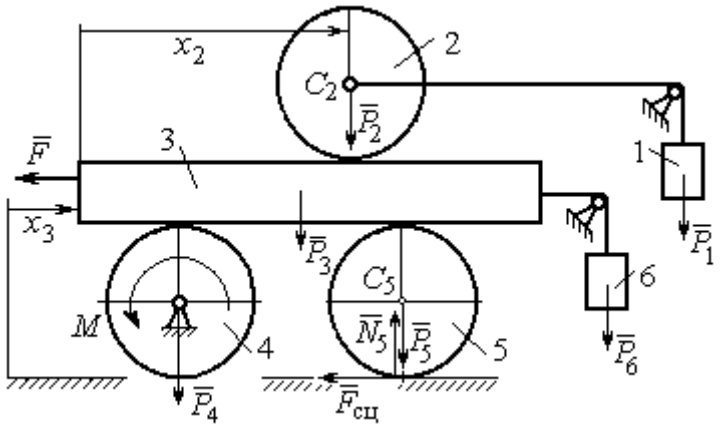


Рис. 6.16. Действующие силы
и обобщённые координаты механической системы

Вычислим кинетическую энергию системы как сумму кинетических энергий тел.

Платформа 3 совершает поступательное движение. Кинетическая энергия платформы $T_3=\frac{P_3}{2g}V_3^2$, где V_3 – скорость платформы, причём, в соответствии с выбором обобщённых координат и скоростей, $V_3=\dot{x}_3$.

Блок 4 вращается вокруг неподвижной оси. Энергия вращательного движения блока $T_4=\frac{1}{2}J_4\omega_4^2$, где J_4, ω_4 – осевой момент инерции блока 4 и его угловая скорость. Угловая скорость блока 4 $\omega_4=\frac{V_3}{R_4}=\frac{\dot{x}_3}{2r}$.

Каток 5 совершает плоскопараллельное движение, его кинетическая энергия вычисляется по формуле: $T_5 = \frac{1}{2}\frac{P_5}{g}V_{C_5}^2 + \frac{1}{2}J_5\omega_5^2$, где J_5 – момент инерции катка относительно оси вращения, проходящей через его центр масс; ω_5, V_{C_5} – угловая скорость и скорость центра масс катка 5. Для определения скорости центра масс катка 5 заметим, что точка касания катка с платформой имеет скорость, равную скорости платформы, а точка *K* касания катка с неподвижной горизонтальной поверхностью является его мгновенным центром скоростей. Следовательно, скорость центра катка равна половине скорости платформы: $V_{C_5} = \frac{1}{2}V_3 = \frac{1}{2}\dot{x}_3$. Угловая скорость катка 5 $\omega_5 = \frac{V_3}{2R_5} = \frac{\dot{x}_3}{4r}$ (рис. 6.17, *a*).

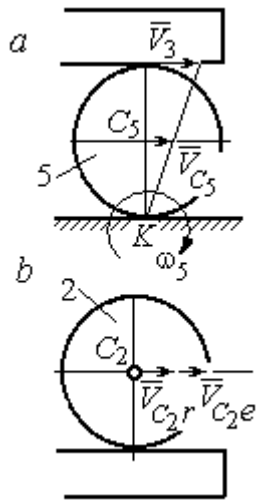


Рис. 6.17. Скорости центров катков 2 и 5

При расчёте кинетической энергии катка 2 необходимо учитывать, что каток совершает сложное движение. Качение катка по поверхности платформы является относительным движением, перемещение его вместе с платформой – переносным. Абсолютная скорость V_{C_2} центра масс катка 2 представляется в виде векторной суммы $\vec{V}_{C_2} = \vec{V}_{C_2r} + \vec{V}_{C_2e}$ (рис. 6.17, *b*), где $\vec{V}_{C_2e}$ – вектор переносной скорости катка, равный по модулю скорости платформы, $V_{C_2e} = V_3 = \dot{x}_3$; $\vec{V}_{C_2r}$ – вектор относительной скорости центра масс катка, равный по величине скорости центра масс катка 2 относительно края платформы, $V_{C_2r} = \dot{x}_2$. Модуль абсолютной скорости центра масс катка 2 равен сумме $V_{C_2} = V_{C_2r} + V_{C_2e} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$ (рис. 6.17, *b*).

Угловая скорость переносного движения катка 2 равна нулю, поскольку переносное движение катка – это поступательное движение платформы. В результате угловая скорость катка 2 равна его угловой скорости в относительном

движении: $\omega_2 = \dfrac{V_{C_2 r}}{R_2} = \dfrac{\dot{x}_2}{2r}$. Кинетическая энергия катка 2 рассчитывается по формуле: $T_2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{P_2}{g}V_{C_2}^2 + \dfrac{1}{2}J_2\omega_2^2$, где J_2 – осевой момент инерции катка 2; ω_2 – угловая скорость катка; V_{C_2} – абсолютная скорость центра масс катка 2.

Движение грузов 1 и 6 поступательное, их кинетические энергии вычисляются по формулам: $T_1 = \dfrac{P_1}{2g}V_1^2$, $T_6 = \dfrac{P_6}{2g}V_6^2$. При этом скорость груза 1 равна абсолютной скорости центра катка 2: $V_1 = V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, а скорость груза 6 равна скорости платформы: $V_6 = V_3 = \dot{x}_3$.

Выразим кинетическую энергию системы через обобщённые скорости. Кинетическая энергия:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 =$$

$$= \frac{P_1}{2g}V_1^2 + \frac{1}{2}\frac{P_2}{g}V_{C_2}^2 + \frac{1}{2}J_2\omega_2^2 + \frac{P_3}{2g}V_3^2 + \frac{1}{2}J_4\omega_4^2 + \frac{1}{2}\frac{P_5}{g}V_{C_5}^2 + \frac{1}{2}J_5\omega_5^2 + \frac{P_6}{2g}V_6^2,$$

где значения скоростей: $V_1 = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $V_{C_2} = \dot{x}_2 + \dot{x}_3$, $\omega_2 = \dfrac{\dot{x}_2}{2r}$, $V_3 = \dot{x}_3$, $\omega_4 = \dfrac{\dot{x}_3}{2r}$, $V_{C_5} = \dfrac{1}{2}\dot{x}_3$, $\omega_5 = \dfrac{\dot{x}_3}{4r}$, $V_6 = \dot{x}_3$. Значения осевых моментов инерции катков: $J_2 = \dfrac{P_2 R_2^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$, $J_4 = \dfrac{P_4 R_4^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$, $J_5 = \dfrac{P_5 R_5^2}{2g} = \dfrac{4Pr^2}{g}$. Подставляя значения скоростей, моментов инерции и данные задачи, получим выражение кинетической энергии системы в виде

$$T = \frac{P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_2}{2r}\right)^2 + \frac{3P}{2g}\dot{x}_3^2 +$$

$$+\frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2r}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{2P}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{2}\right)^2 + \frac{1}{2}\cdot\frac{4Pr^2}{g}\left(\frac{\dot{x}_3}{4r}\right)^2 + \frac{P}{2g}\dot{x}_3^2 =$$

$$= \frac{1}{2}\frac{P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{2g}(\dot{x}_2 + \dot{x}_3)^2 + \frac{23P}{8g}\dot{x}_3^2 = \frac{2P}{g}\dot{x}_2^2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_2\dot{x}_3 + \frac{35P}{8g}\dot{x}_3^2.$$

Дадим системе возможное перемещение по координате x_3, оставляя координату x_2 без изменения: $\delta x_3 > 0, \delta x_2 = 0$ (рис. 6.18). При таком перемещении каток 2 стоит на платформе и движется поступательно вместе с ней. В этом случае работа сил тяжести $\vec{P}_2$, $\vec{P}_5$, $\vec{P}_3$ катков 2, 5 и платформы 3 равна нулю, так как перемещения точек приложения этих сил перпендикулярны векторам сил (см. рис. 6.18). Работа силы тяжести $\vec{P}_4$ равна нулю, так как точка приложения силы лежит на неподвижной оси вращения блока 4.

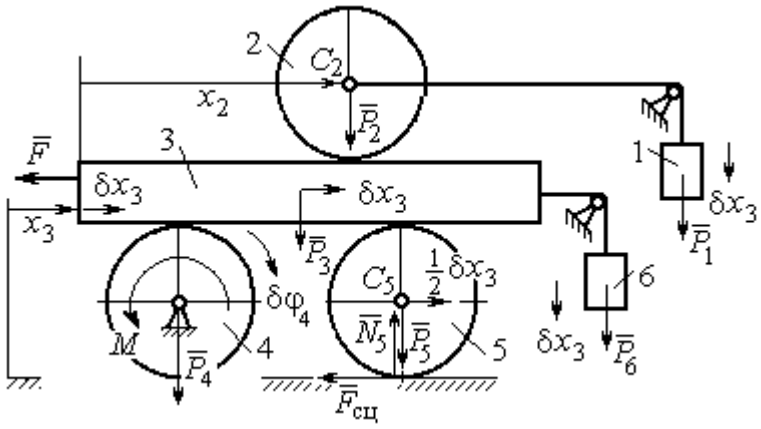


Рис. 6.18. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_3 > 0$, $\delta x_2 = 0$

Работу будут производить сила $\vec{F}$, пара сил с моментом M и силы тяжести грузов $\vec{P}_1$ и $\vec{P}_6$. Суммарная работа сил на перемещении δx_3: $\delta A = -F\delta x_3 - M\delta\varphi_4 + P_1\delta x_3 + P_6\delta x_3$.

Представим полученное ранее соотношение $\omega_4 = \dfrac{\dot{x}_3}{2r}$ в дифференциальном виде: $d\varphi_4 = \dfrac{dx_3}{2r}$. Поскольку дифференциалы координат также являются возможными перемещениями, получим нужное соотношение $\delta\varphi_4 = \dfrac{\delta x_3}{2r}$. Теперь элементарную работу сил на возможном перемещении δx_3 с учётом значений сил можно представить в виде:

$$\delta A = -P\delta x_3 - 3Pr\frac{\delta x_3}{2r} + P\delta x_3 + P\delta x_3 = -\frac{1}{2}P\delta x_3,$$

отсюда обобщённая сила, соответствующая координате x_3: $Q_{x_3} = -\dfrac{1}{2}P$.

Дадим системе другое независимое перемещение – по координате x_2, оставляя координату x_3 без изменения: $\delta x_2 > 0, \delta x_3 = 0$ (рис. 6.19).

При этом возможном перемещении вся система стоит, кроме катка 2, который катится по поверхности неподвижной платформы, и груза 1, который опускается вертикально вниз. Работу совершает только сила тяжести груза 1. Выражая работу в виде $\delta A = P_1 \delta x_2 = P \delta x_2$, найдём обобщённую силу, соответствующую координате x_2: $Q_{x_2} = P$.

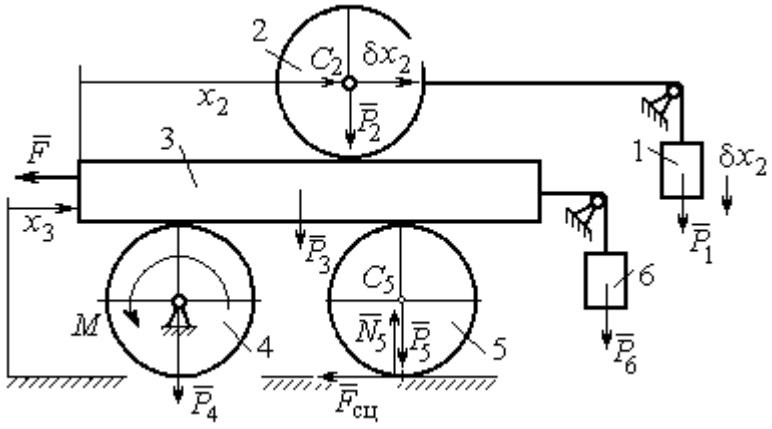


Рис. 6.19. Возможное перемещение системы при вариации обобщённых координат $\delta x_2 > 0$, $\delta x_3 = 0$

Составим уравнения Лагранжа. С этой целью вычислим частные производные от кинетической энергии по обобщенным скоростям $\dot{x}_3$ и $\dot{x}_2$:

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3} = \frac{3P}{g}\dot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\dot{x}_3, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2} = \frac{4P}{g}\dot{x}_2 + \frac{3P}{g}\dot{x}_3$$

и по обобщённым координатам: $\frac{\partial T}{\partial x_3} = 0, \frac{\partial T}{\partial x_4} = 0.$

Определим полные производные по времени от частных производных кинетической энергии по скоростям:

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_3}\right) = \frac{3P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{35P}{4g}\ddot{x}_3, \quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial \dot{x}_2}\right) = \frac{4P}{g}\ddot{x}_2 + \frac{3P}{g}\ddot{x}_3.$$

Подставляя результаты расчётов в уравнения Лагранжа с учётом вычисленных значений обобщённых сил, получим систему дифференциальных уравнений, описывающих движение системы в обобщённых координатах:

$$12\ddot{x}_2 + 35\ddot{x}_3 = -2g, \quad 4\ddot{x}_2 + 3\ddot{x}_3 = g.$$

Алгебраическим решением системы служат значения ускорений:

$$\ddot{x}_3 = -\frac{5}{26}g = -0{,}19g \quad \text{и} \quad \ddot{x}_2 = \frac{41}{104}g = 0{,}39g.$$

Полученные выражения представляют собой дифференциальные уравнения, проинтегрировав которые дважды с нулевыми начальными условиями (движение началось из состояния покоя), найдём уравнения абсолютного движения платформы и относительного движения центра масс катка 2:

$$x_3 = -0{,}095gt^2, \quad x_2 = 0{,}195gt^2.$$

Отрицательное значение координаты x_3 означает, что движение платформы происходит в отрицательном направлении оси x_3 (см. рис. 6.16).

Абсолютное движение центра катка 2 представляется суммой относительного и переносного движений: $x_{C_2} = x_2 + x_3 = 0{,}1gt^2$.

Уравнение вращательного движения катка 2 находится на основании выражения $\varphi_2 = \frac{1}{R_2}x_2 = \frac{1}{2r}x_2 = 0{,}097\frac{gt^2}{r}$. Вращение блока 4 описывается уравнением $\varphi_4 = \frac{1}{R_4}x_3 = \frac{1}{2r}x_3 = -0{,}047\frac{gt^2}{r}$.

Движение катка 5 описывается двумя уравнениями: уравнением движения центра масс катка $x_{C_5} = \frac{1}{2}x_3 = -0{,}047gt^2$ и уравнением вращательного движения катка $\varphi_5 = \frac{x_3}{2R_5} = -0{,}024\frac{gt^2}{r}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бать М. И., *Джанелидзе Г. Ю.*, *Кельзон А. С.* Теоретическая механика в примерах и задачах. Т. 1–2.– СПб.: Лань, 2010.

Бутенин Н. В., *Лунц Я. Л.*, *Меркин Д. Р.* Курс теоретической механики: в 2-х томах.– М.: Наука, 2009.

Вебер Г. Э., *Ляпцев С. А*. Лекции по теоретической механике. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики: учебн. для втузов. – М.: Высшая школа, 2010.

Учебное издание

Евгений Борисович Волков
Юрий Михайлович Казаков

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

сборник заданий для расчетно-графических работ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной работы студентов

Редактор *Л.В. Устьянцева*

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 9,75 Уч. изд. л. 6,5 Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

4. ДИНАМИКА ТОЧКИ 73
4.1. Дифференциальные уравнения движения точки. 73
4.2. Задание Д1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки.... 73
4.3. Колебания материальной точки 80
4.4. Задание Д2. Исследование колебаний точки 84
4.5. Теорема об изменении кинетической энергии точки. 95
4.6. Задание Д3. Исследование движения точки
с применением теоремы об изменении кинетической энергии 96
5. ДИНАМИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ 103
5.1. Описание движений твёрдых тел на основе общих теорем динамики системы . 103
5.2. Задание Д4. Динамический расчет механической системы 104
5.3. Теорема об изменении кинетической энергии системы. 112
5.4. Задание Д5. Исследование движения механической системы
с применением теоремы об изменении кинетической энергии 114
6. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА 124
6.1. Принципы механики. Общее уравнение динамики 124
6.2. Задание Д6. Исследование механической системы
с применением общего уравнения динамики 126
6.3. Уравнения Лагранжа II рода 136
6.4. Задание Д7. Исследование механической системы с одной степенью свободы
с применением уравнений Лагранжа 137
6.5. Задание Д8. Исследование механической системы с двумя степенями свободы 145
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 155

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Автор: Дружинин А.В., доцент, канд. техн. наук

Одобрены на заседании кафедры

Информатики
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Дружинин А.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 16.09.2021
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 07.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические рекомендации необходимы для студентов специалистиата по направлению подготовки 21.05.04 – «Горное дело» при организации самостоятельной работы по дисциплине «Прикладное программное обеспечение» в рамках подготовки и защиты контрольной работы.

В методических рекомендациях содержатся особенности организации подготовки контрольной работы в виде реферата, требования к его оформлению, а также порядок защиты и критерии оценки.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения студентом 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 студент может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

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.

Студент для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Студенту 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 студенту 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).
   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).

} Основная часть

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, 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 помарки 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 студентом 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 реферата 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 (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей 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. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Олейник А. Н. Институциональная Горное дело: учебное пособие. М.: ИНФРА-М, 2011. 416 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: «Под трансакцией понимается обмен какими-либо благами, услугами или информацией между двумя агентами» [10, С. 176].

В списке использованных источников:

10. *Сухарев О. С.* Институциональная Горное дело: учебник и практикум для специалистиата и магистратуры /О.С. Сухарев. М.: Издательство Юрайт, 2016. 501 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 студента на вопросы преподавателя.

3.Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы студенту:

- 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 КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

1. 1. Хост-компьютеры.
2. Локальные сети и персональные компьютеры.
3. Каналы связи.
4. Хранение и предоставление доступа к информации.
5. Управление передачей сообщений.
6. Каналы связи, обеспечивающие взаимодействие между хост-компьютерами.
7. Обмен информацией между абонентами сети.
8. Использование баз данных сети.
9. Классификация прикладного программного обеспечения.
10. Пакеты прикладных программ.
11. Методо-ориентированные пакеты.
12. Системы реального времени.
13. Офисные приложения.
14. Инструменты электронных таблиц для решения экономических задач.
15. Классификация баз данных (БД).
16. Системы управления базами данных (СУБД). Классификация СУБД.
17. Локальные и глобальные сети. Intranet и Internet. Сетевые службы.
18. Поисковые системы: Яndex, Rambler, Google, ПОИСК@mail.ru.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ (РЕФЕРАТА)

Проверяемые компетенции: ОПК-5

Знать:

- офисные приложения;
- основы создания баз данных;
- принципы работы в разных поисковых системах интернет и в системах коммуникации.

Уметь:

- использовать офисные приложения;
- создавать базы данных средствами офисных приложений;
- использовать электронную почту и другие средства коммуникаций с помощью Интернета.

Владеть:

- инструментарием офисных приложений;
- технологией разработки баз данных;
- навыками работы в разных поисковых системах интернет и в системах коммуникации.

Критерии оценивания:

достижение поставленной цели и задач исследования (новизна и актуальность поставленных в реферате проблем, правильность формулирования цели, определения задач исследования, правильность выбора методов решения задач и реализации цели; соответствие выводов решаемым задачам, поставленной цели, убедительность выводов);

уровень эрудированности автора по изученной теме (знание автором состояния изучаемой проблематики, цитирование источников, степень использования в работе результатов исследований);

личные заслуги автора реферата (новые знания, которые получены помимо основной образовательной программы, новизна материала и рассмотренной проблемы, научное значение исследуемого вопроса);

культура письменного изложения материала (логичность подачи материала, грамотность автора);

культура оформления материалов работы (соответствие реферата всем стандартным требованиям);

знания и умения на уровне требований стандарта данной дисциплины: знание фактического материала, усвоение общих понятий и идей;

степень обоснованности аргументов и обобщений (полнота, глубина, всестороннее раскрытие темы, корректность аргументации и системы доказательств, характер и достоверность примеров, иллюстративного материала, наличие знаний интегрированного характера, способность к обобщению);

качество и ценность полученных результатов (степень завершенности реферативного исследования, спорность или однозначность выводов);

использование профессиональной терминологии;

использование литературных источников.

Правила оценивания:

Каждый показатель оценивается в 1 балл

Критерии оценки:

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»;
7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»;
5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»;
0-4 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

Приложение

Образец оформления титульного листа контрольной работы (реферата)

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

Инженерно-экономический факультет

Кафедра информатики

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА (РЕФЕРАТ)

по дисциплине
«Прикладное программное обеспечение»

на тему:

УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕДАЧЕЙ СООБЩЕНИЙ

Руководитель:
Дружинин А.В.
Студент гр. Х-20
Артёмова Елена Юрьевна

Екатеринбург – 2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ПРИКЛАДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Автор: Дружинин А.В., доцент, канд. техн. наук

Одобрены на заседании кафедры

Информатики
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Дружинин А.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 16.09.2021
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией

Факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол №2 от 07.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

Оглавление

ЧАСТЬ I. ПОНЯТИЕ ППП.....3
Тема 1.1 Введение в предмет. Понятие ППП.....4
Тема 1.2 Структура и основные компоненты ППП.....10
Тема 1.3 Эволюция ППП. Примеры современных ППП.....13
ЧАСТЬ II. ППП MS OFFICE.....22
Тема 2.1 Структура и состав MS Office. Основные приложения 23
Тема 2.2 Введение в офисное программирование.....29
Тема 2.3 Макросы. Использование макрорекордера.....34
Тема 2.4 Среда разработки
VBA.....38

ЧАСТЬ I. ПОНЯТИЕ ППП
ТЕМА 1.1 ВВЕДЕНИЕ В ПРЕДМЕТ. ПОНЯТИЕ ППП

Цели и задачи дисциплины

- Изучение основных принципов, используемых в разработке интегрированных программных продуктов.
- Изучение структуры, состава и назначения компонентов интегрированного ПО, а также средств организации взаимодействия между компонентами и инструментальных средств расширения функциональности.
- Формирование навыков работы со средствами автоматизации решения прикладных задач.
- Формирование навыков использования встроенных средств разработки.
- Требования к уровню освоения дисциплины
- В результате изучения дисциплины студенты должны:
- знать принципы построения прикладных информационных систем
- уметь использовать современные программные средства для обработки разнородной информации;
- уметь автоматизировать процесс решения прикладных задач с помощью встроенных языков программирования;
- иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития рынка прикладного ПО.

Основные понятия и определения

Информационная система (ИС) - организационно упорядоченная совокупность документов (массивов документов) и информационных технологий, в том числе с использованием средств вычислительной техники и связи, реализующих информационные процессы. Информационные системы предназначены для хранения, обработки, поиска, распространения, передачи и представления информации.

Автоматизированная (информационная) система (АС) - совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и/или управления данными и ин-

формацией и производства вычислений и управляемая человеком-оператором (в этом главное отличие автоматизированной системы от автоматической).

Многоуровневое представление ИС - модель представления информационной системы в виде совокупности взаимосвязанных уровней, разделенных по функциональному назначению (рис. 1).

Рис. 1. Многоуровневое представление информационных систем.

Аппаратное обеспечение ИС - комплекс электронных, электрических и механических устройств, входящих в состав информационной системы или сети.

Программное обеспечение (ПО) — совокупность программ и данных, предназначенных для решения определенного круга задач и хранящиеся на машинных носителях.

Программа — последовательность формализованных инструкций, представляющих алгоритм решения некоторой задачи и предназначенная для исполнения устройством управления вычислительной машины. Инструкции программы записываются при помощи машинного кода или специальных языков программирования. В зависимости от контекста термин «программа» может относится к исходным текстам, при помощи которых записывается алгоритм, или к исполняемому машинному коду.

Программист - специалист, занимающийся разработкой и проверкой программ. Различают системных и прикладных программистов.

Пользователь - человек, принимающий участие в управлении объектами и система ми некоторой предметной области и являющийся составным элементом автоматизированной системы.

Прикладное программное обеспечение - программное обеспечение, ориентированное на конечного пользователя и предназначенное для решения пользовательских задач.

Прикладное ПО состоит из:

- отдельных прикладных программ и пакетов прикладных программ, предназначенных для решения различных задач пользователей;
- автоматизированных систем, созданных на основе этих пакетов.

Пакет прикладных программ - комплект программ, предназначенных для решения задач из определенной проблемной области. Обычно применение пакета прикладных программ предполагает наличие специальной документации: лицензионного свидетельства, паспорта, инструкции пользователя и т.п.

Классификация программного обеспечения

Любая классификация подразумевает выбор некоторого группировочного признака (или нескольких), на основании которого и производится отнесение объектов к тому или иному классу. Так, при классификации программного обеспечения по способу распространения можно выделить следующие категории список не полный):

- Commercial Software - коммерческое (с ограниченными лицензией возможностями на использование), разрабатываемое для получения прибыли.
- Freeware - свободное ПО, распространяемое без ограничений на использование, модификацию и распространение.
- Shareware - условно-бесплатное ПО, с частичными ограничениями при работе в ознакомительном режиме (например, определенное количество запусков программы).
- Abandonware - «заброшенное» ПО, поддержка которого непосредственным разработчиком прекращена, но продолжается третьими лицами (например, партнерами или энтузиастами).
- Adware - ПО, в код которого включены рекламные материалы. Такое ПО распространяется бесплатно, но для отключения рекламных блоков необходима оплата.
- Careware - «благотворительное» ПО, оплату за которое разработчик (или распро странитель) просит переводить на благотворительные нужды.

При классификации программного обеспечения по назначению в качестве критерия используют уровень представления ИС, на который ориентирована та или иная программа.

Соответственно выделяют следующие классы ПО:

1. Системное ПО - решает задачи общего управления и поддержания работоспособности системы в целом. К этому классу относят операционные системы, менеджеры загрузки, драйверы устройств, программные кодеки, утилиты и программные средства защиты информации.
2. Инструментальное ПО включает средства разработки (трансляторы, отладчики, интегрированные среды, различные SDK и т.п.) и системы управления базами данных (СУБД).
3. Прикладное ПО - предназначено для решения прикладных задач конечными пользователями.

Прикладное ПО - самый обширный класс программ, в рамках которого возможна дальнейшая классификация, например, по предметным областям. В этом случае группировочным признаком является класс задач, решаемых программой. Приведем несколько примеров:

- Офисные приложения - предназначены для автоматизации офисной деятельности (текстовые редакторы и процессоры, электронные таблицы, редакторы презентаций и т.п.)
- Корпоративные информационные системы - бухгалтерские программы, системы корпоративного управления, системы управления проектами (Project Management), инструменты автоматизации документооборота (EDM-системы) и управления архивами документов (DWM-системы)
- Системы проектирования и производства - системы автоматизированного проектирования (САПР, CAD/CAM-системы), системы управления технологическими (SCADA) и производственными (MES) процессами
- Научное ПО - системы математического и статистического расчета, анализа и моделирования
- Геоинформационные системы (ГИС)
- Системы поддержки принятия решений (СППР)
- Клиенты доступа к сетевым сервисам (электронная почта, веб-браузеры, передача сообщений, чат-каналы, клиенты файлообменных сетей и т.п.)
- Мультимедийное ПО - компьютерные игры, средства просмотра и редактирования аудио- и видеоинформации, графические редакторы и вьюеры, анимационные редакторы и т.п.

С точки зрения конечного пользователя такая классификация оправданна и наглядна, для разработчика же более значимым фактором является структура прикладной программы, в общем случае состоящей из нескольких компонентов. Назначение этих компонентов, связи между ними и способность к взаимодействию определяют интеграцию прикладного ПО. Чем теснее связаны программные компоненты, тем выше степень интеграции.

В зависимости от степени интеграции многочисленные прикладные программные средства можно классифицировать следующим образом[1]:

1. отдельные прикладные программы;
2. библиотеки прикладных программ;
3. пакеты прикладных программ;
4. интегрированные программные системы.

Отдельная прикладная программа пишется, как правило, на некотором высокоуровневом языке программирования (Pascal, Basic и т.п.) и предназначается для решения конкретной прикладной задачи. Такая программа может быть реализована в виде набора модулей, каждый из которых выполняет некоторую самостоятельную функцию (например, модуль пользовательского интерфейса, модуль обработки ошибок, модуль печати и т.п.).
При этом доступ к функциям модулей из внешних программ невозможен.

Библиотека представляет собой набор отдельных программ, каждая из которых решает некоторую прикладную задачу или выполняет определенные вспомогательные функции (управление памятью, обмен с внешними устройствами и т.п.). Библиотеки программ зарекомендовали себя эффективным средством решения вычислительных задач. Они интенсивно используются при решении научных и инженерных задач с помощью ЭВМ.
Условно их можно разделить на библиотеки общего назначения и специализированные библиотеки.

Пакет прикладных программ (ППП) - это комплекс взаимосвязанных программ, ориентированный на решение определенного класса задач. Формально такое определение не исключает из числа пакетов и библиотеки программ, однако у ППП, как отдельной категории, есть ряд особенностей, среди которых: ориентация на решение классов задач, унифицированный интерфейс, наличие языковых средств.

[1] Следует отметить отсутствие безусловных границ между перечисленными формами прикладного программного обеспечения

Интегрированная программная система - это комплекс программ, элементами которого являются различные пакеты и библиотеки программ. Примером служат системы автоматизированного проектирования, имеющие в своем составе несколько ППП различного назначения. Часто в подобной системе решаются задачи, относящиеся к различным классам или даже к различным предметным областям.

Понятие пакета прикладных программ

Итак, пакет прикладных программ (ППП) – это комплекс взаимосвязанных программ для решения определенного класса задач из конкретной предметной области. На текущем этапе развития информационных технологий именно ППП являются наиболее востребованным видом прикладного ПО. Это связано с упомянутыми ранее особенностями ППП. Рассмотрим их подробней:

- Ориентация на решение класса задач. Одной из главных особенностей является ориентация ППП не на отдельную задачу, а на некоторый класс задач, в том числе и специфичных, из определенной предметной области. Так, например, офисные пакеты ориентированы на офисную деятельность, одна из задач которой - подготовка документов (в общем случае включающих не только текстовую информацию, но и таблицы, диаграммы, изображения). Следовательно, офисный пакет должен реализовывать функции обработки текста, представлять средства обработки табличной информации, средства построения диаграмм разного вида и первичные средства редактирования растровой и векторной графики.
- Наличие языковых средств. Другой особенностью ППП является наличие в его составе специализированных языковых средств, позволяющих расширить число задач, решаемых пакетом или адаптировать пакет под конкретные нужды. Пакет может представлять поддержку нескольких входных языков, поддерживающих различные парадигмы. Поддерживаемые языки могут быть использованы для формализации исходной задачи, описания алгоритма решения и начальных данных, организации доступа к внешним источникам данных, разработки программных модулей, описания модели предметной области, управления процессом решения в диалоговом режиме и других целей. Примерами входных языков ППП являются VBA в пакете MS Office, AutoLISP/VisualLISP в Autodesk AutoCAD, StarBasic в OpenOffice.org

- Единообразие работы с компонентами пакета. Еще одна особенность ППП состоит в наличии специальных системных средств, обеспечивавших унифицированную работу с компонентами. К их числу относятся специализированные банки данных, средства информационного обеспечения, средства взаимодействия пакета с операционной системой, типовой пользовательский интерфейс и т.п.
-

ТЕМА 1.2 СТРУКТУРА И ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ППП

Несмотря на разнообразие конкретных пакетных разработок, их обобщенную внутреннюю структуру можно представить в виде трех взаимосвязанных элементов1 (рис. 2):

1. входной язык (макроязык, язык управления) - представляет средство общения пользователя с пакетом;
2. предметное обеспечение (функциональное наполнение) - реализует особенности конкретной предметной области;
3. системное обеспечение (системное наполнение) - представляет низкоуровневые средства, например, доступ к функциям операционной системы.

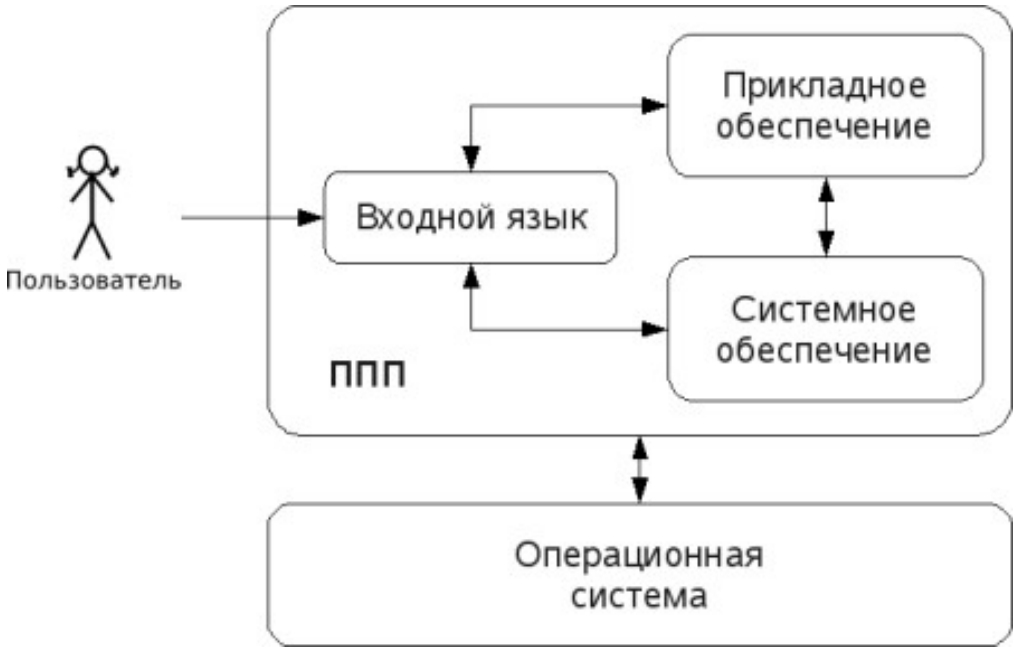


Рис. 2. Структура ППП.

Входной язык - основной инструмент при работе пользователя с пакетом прикладных программ. В качестве входного языка могут использоваться как универсальные (Pascal, Basic и

т.п.), так и специализированные, проблемно-ориентированные языки программирования (Cobol - для бизнес-приложений, Lisp - списочные структуры данных, Fortran и MathLAB - математические задачи и т.п.).

Развитый пакет может обладать несколькими входными языками, предназначенными для выполнения различных функций в рамках решаемого класса задач. Так, например, в пакете OpenOffice.org поддерживаются языки StarBasic, Python, JavaScript и Java. StarBasic является основным входным языком, предназначенным для автоматизации работы с пакетом, для этого языка имеется интегрированная среда разработки и встроенный отладчик. Скрипты на языках Python и JavaScript загружаются и исполняются из внешних файлов. На Java (через SDK и функции API OpenOffice) можно создавать модули расширения и полнофункциональные приложения-компоненты.

Входные языки отражают объем и качество предоставляемых пакетом возможностей, а также удобство их использования. Таким образом, именно входной язык является основным показателем возможностей ППП. Однако стоит отметить, что в современных пакетах обращение пользователя к языковым средствам обычно происходит косвенно, через графический интерфейс.

Предметное обеспечение отражает особенности решаемого класса задач из конкретной предметной области и включает:

- программные модули, реализующие алгоритмы (или их отдельные фрагменты) прикладных задач;
- средства сборки программ из отдельных модулей.

Наиболее распространено в настоящее время оформление программных модулей в виде библиотек, подключаемых статически или динамически. В зависимости от использованного разработчиками подхода к проектированию и реализации ППП такие библиотеки содержат встроенные классы и описания их интерфейсов (при использовании объектно-ориентированного программирования). При использовании парадигмы структурного программирования в библиотечных модулях содержатся процедуры и функции, предназначенные для решения некоторых самостоятельных задач. В обоих случаях библиотеки связаны с другими модулями пакета лишь входной и выходной информацией.

Системное обеспечение представляет собой совокупность низкоуровневых средств (программы, файлы, таблицы и т.д.), обеспечивающих определенную дисциплину работы

пользователя при решении прикладных задач и формирующих окружение пакета. К системному обеспечению ППП относят следующие компоненты:

- монитор - программа, управляющая взаимодействием всех компонентов ППП;
- транслятор(ы) с входных языков - для ППП характерно использование интерпретируемых языков;
- средства доступа к данным - драйверы баз данных и/или компоненты, представляющие доступ через унифицированные интерфейсы (ODBC, JDBC, ADO, BDE и т.п.);
- информационно-справочный модуль - предоставляет функции поддержки, среди которых информационные сообщения, встроенная справочная системы и т.п.

различные служебные программы, выполняющие низкоуровневые операции (автосохранение, синхронизация совместно используемых файлов и т.д.)

Приведенная логическая структура ППП достаточна условна и в конкретном ППП может отсутствовать четкое разделение программ на предметное и системное обеспечение. Например, программа планирования вычислений, относящаяся к прикладному обеспечению, может одновременно выполнять и ряд служебных функций (информационное обеспечение, связь с операционной системой и т.п.).

Кроме того, одни и те же программы в одном пакете могут относиться к предметному обеспечению, а в другом - к системному. Так, программы построения диаграмм в рамках специализированного пакета машинной графики естественно отнести к предметному обеспечению. Однако те же программы следует считать вспомогательными и относящимися к системному обеспечению, например, в пакете решения вычислительных задач.

ТЕМА 1.3 ЭВОЛЮЦИЯ ППП. ПРИМЕРЫ СОВРЕМЕННЫХ ППП

Этапы развития ППП

Первые ППП представляли собой простые тематические подборки программ для решения отдельных задач в той или иной прикладной области, обращение к ним выполнялось с помощью средств оболочки ОС или из других программ. Современный пакет является сложной программной системой, включающей специализированные системные и языковые средства. В относительно короткой истории развития вычислительных ППП можно выделить *4 основных поколения* (класса) пакетов. Каждый из этих: классов характеризуется определенными

особенностями входящих состав ППП компонентов - входных языков, предметного и системного обеспечения.

Первое поколение

В качестве входных языков ППП первого поколения использовались универсальные языки программирования (Фортран, Алгол-60 и т.п.) или языки управления заданиями соответствующих операционных систем. Проблемная ориентация входных языков достигалась за счет соответствующей мнемоники в идентификаторах. Составление заданий на таком языке практически не отличалось от написания программ на алгоритмическом языке.

Предметное обеспечение первых ППП, как правило, было организовано в форме библиотек программ, т.е. в виде наборов (пакетов) независимых программ на некотором базовом языке программирования (отсюда впервые возник и сам термин «пакет»). Такие ППП иногда называют *пакетами библиотечного типа*, или *пакетами простой структуры*.

В качестве системного обеспечения пакетов первого поколения обычно использовались штатные компоненты программного обеспечения ЭВМ: компиляторы с алгоритмических языков, редакторы текстов, средства организации библиотек программ, архивные системы и т.д. Эти пакеты не требовали сколько-нибудь развитой системной поддержки, и для их функционирования вполне хватало указанных системных средств общего назначения. В большинстве случаев разработчиками таких пакетов были прикладные программисты, которые пытались приспособить универсальные языки программирования к своим нуждам.

Второе поколение

Разработка ППП второго поколения осуществлялась уже с участием системных программистов. Это привело к появлению специализированных входных языков на базе универсальных языков программирования. Проблемная ориентация таких языков достигалась не только за счет использования определенной мнемоники, но также применением соответствующих языковых конструкций, которые упрощали формулировку задачи и делали ее более наглядной. Транслятор с такого языка представлял собой препроцессор (чаще всего макропроцессор) к транслятору соответствующего алгоритмического языка.

В качестве модулей в пакетах этого класса стали использоваться не только программные единицы (т.е. законченные программы на том или ином языке программирования), но и такие объекты, как последовательность операторов языка программирования, совокупность данных, схема счета и др.

Существенные изменения претерпели также принципы организации системного обеспечения ППП. В достаточно развитых пакетах второго поколения уже можно выделить элементы системного обеспечения, характерные для современных пакетов: монитор, трансляторы с входных языков, специализированные банки данных, средства описания модели предметной области и планирования вычислений и др.

Третье поколение

Третий этап развития ППП характеризуется появлением самостоятельных входных языков, ориентированных на пользователей-непрограммистов. Особое внимание в таких ППП уделяется системным компонентам, обеспечивающим простоту и удобство. Это достигается главным образом за счет специализации входных языков и включения в состав пакета средств автоматизированного планирования вычислений.

Четвертое поколение

Четвертый этап характеризуется созданием ППП, эксплуатируемых в интерактивном режиме работы. Основным преимуществом диалогового взаимодействия с ЭВМ является возможность активной обратной связи с пользователем в процессе постановки задачи, ее решения и анализа полученных результатов. Появление и интенсивное развитие различных форм диалогового общения обусловлено прежде всего прогрессом в области технических средств (графическая подсистема ЭВМ и средства мультимедиа, сетевые средства). Развитие аппаратного обеспечения повлекло за собой создание разнообразных программных средств поддержки диалогового режима работы (диалоговые операционные системы, диалоговые пакеты программ различного назначения и т. д.).

Прикладная система состоит из *диалогового монитора* - набора универсальных программ, обеспечивающих ведение диалога и обмен данными, и базы знаний об области. Информация о структуре, целях и форма диалога задает сценарий, в соответствии с который монитор управляет ходом диалога. Носителями процедурных знаний о предметной области являются прикладные модули, реализующие функции собственной системы. Таким образом, создание прикладной системы сводится к настройке диалогового монитора на конкретный диалог, путем заполнения базы знаний. При этом программировать в традиционном смысле этого слова приходится лишь прикладные модули, знания о диалоге вводятся в систему с помощью набора соответствующих средств - редактора сценариев. Логично требовать, чтобы редактор сценариев также представлял собой диалоговую программу, отвечавшую

рассмотренным выше требованиям. Благодаря готовому универсальному монитору программист может сосредоточиться на решении чисто прикладных задач, выделение же знаний о диалоге в сценарий обеспечивает в значительной степени необходимая гибкость программного продукта.

Большое внимание в настоящее время уделяется проблеме создания *«интеллектуальных ППП»*. Такой пакет позволяет конечному пользователю лишь сформулировать свою задачу в содержательных терминах, не указывая алгоритма ее решения. Синтез решения и сборка целевой программы производятся автоматически. При этом детали вычислений скрыты от пользователя, и компьютер становится интеллектуальным партнером человека, способным понимать его задачи. Предметное обеспечение подобного ППП представляет собой некоторую базу знаний, содержащую как процедурные, так и описательные знания. Такой способ решения иногда называют концептуальным программированием, характерными особенностями которого является программирование в терминах предметной области использование ЭВМ уже на этапе постановки задач, автоматический синтез программ решения задачи, накопление знаний о решаемых задачах в базе знаний.

Краткий обзор некоторых ППП

Для иллюстрации ранее рассмотренных материалов приведем несколько примеров современных пакетов прикладных программ из различных предметных областей. Учитывая, что постоянно появляются новые версии программных продуктов, здесь будут рассматриваться не возможности конкретных версий, а лишь основные структурные компоненты, входящие в состав того или иного пакета.

Autodesk AutoCAD

Основное назначение ППП AutoCAD - создание чертежей и проектной документации. Современные версии этого пакета представляют существенно большие возможности, среди которых построение трехмерных твердотельных моделей, инженерно-технические расчеты и многое другое.

Первые версии системы AutoCAD, разрабатываемой американской фирмой Autodesk, появились еще в начале 80-х годов двадцатого века, и сразу же привлекли к себе внимание своим оригинальным оформлением и удобством для пользователя. Постоянное развитие системы, учет замечаний, интеграция с новыми продуктами других ведущих фирм сделали

AutoCAD мировым лидером на рынке программного обеспечения для автоматизированного проектирования.

Языковые средства

В основе языковых средств ППП AutoCAD - технология Visual LISP, базирующаяся на языке AutoLISP (подмножество языка LISP) и используемая для создания приложений и управления в AutoCAD. Visual LISP представляет полное окружение, включающее:

- Интегрированную среду разработки, облегчающую написание, отладку и сопровождение приложений на AutoLISP
- Доступ к объектам ActiveX и обработчикам событий
- Защиту исходного кода
- Доступ к файловым функциям операционной системы
- Расширенные функции языка LISP для обработки списочных структур данных.

Для разработчиков совместимых приложений в AutoCAD включена поддержка ObjectARX. Это программное окружение представляет объектно-ориентированный интерфейс для приложений на языках C++, C# и VB.NET и обеспечивает прямой доступ к структурам БД, графической подсистеме и встроенным командам пакета.

Кроме того, в AutoCAD имеется поддержка языка Visual Basic for Applications (VBA), что позволяет использовать этот пакет совместно с другими приложениями, в частности, из семейства Microsoft Office.

Предметное обеспечение

К предметному обеспечению пакета в первую очередь относятся функции построения примитивов - различных элементов чертежа. Простые примитивы - это такие объекты как точка, отрезок, круг (окружность) и т.д. К сложным примитивам относятся: полилиния, мультилиния, мультитекст (многострочный текст), размер, выноска, допуск, штриховка, вхождение блока или внешней ссылки, атрибут, растровое изображение. Кроме того, есть пространственные примитивы, видовые экраны и пр. Операции построения *большей части* примитивов могут быть выполнены через пользовательский интерфейс, *все* - через команды языка.

Высокоуровневые средства представлены расширениями и приложениями AutoCAD для конкретных предметных областей. Например в машиностроении используется Autodesk

Mechanical Desktop - предназначенный для сложного трехмерного моделирования, в том числе валов и пружин. Для проектирования деталей из листовых материалов предназначена система Copra Sheet Metal Bender Desktop (разработчик - Data-M Software GmbH). Моделирование динамики работы механизмов может выполняться в системе Dynamic Designer (Mechanical Dynamics). В числе известных архитектурных и строительных приложений можно отметить системы АРКО (АПИО-Центр), СПДС GraphiCS (Consistent Software), ArchiCAD. Для проектирования промышленных объектов может использоваться система PLANT-4D (CEA Technology). Это лишь некоторые из областей использования AutoCAD.

Системное обеспечение

Среди системного обеспечения следует отметить основной формат файлов AutoCAD .dwg, который стал стандартом «де факто» для прочих САПР.

К системному же обеспечению относятся типовые и специализированные библиотеки деталей и шаблонов, использование которых позволяет существенно ускорить процесс проектирования. Здесь же упомянем требования отраслевых и государственных стандартов, которым должны соответствовать чертежи и спецификации.

Конфигурация и настройки различных режимов AutoCAD устанавливаются через т.н. системные переменные. Изменяя их значения можно задавать пути к файлам, точность вычислений, формат вывода и многое другое.

Adobe Flash

Adobe (ранее Macromedia) Flash - это технология и инструментарий разработки интерактивного содержания с большими функциональными возможностями для цифровых, веб- и мобильных платформ. Она позволяет создавать компактные, масштабируемые анимированные приложения (ролики), которые можно использовать как отдельно, так и встраивая в различное окружение (в частности, в веб-страницы). Эти возможности обеспечиваются следующими компонентами технологии: языком Action Script, векторным форматом .swf и видеоформатом .flv, всевозможными flash-плейерами для просмотра и редакторами для создания.

Рассмотрим интегрированную среду Adobe Flash как основное средство создания flash-приложений. При этом отметим, что языковые и системные средства относятся не только к этому пакету, а к технологии в целом.

Язык ActionScript

ActionScript — объектно-ориентированный язык программирования, который добавляет интерактивность, обработку данных и многое другое в содержимое Flash-приложений. Синтаксис ActionScript основан на спецификации ECMAScript (сюда же относятся языки JavaScript и JScript). Библиотека классов ActionScript, написанная на C++, представляет доступ к графическим примитивам, фильтрам, принтерам, геометрическим функциям и пр.

ActionScript как язык появился с выходом 5 версии Adobe (тогда еще Macromedia) Flash, которая стала первой программируемой на ActionScript средой. Первый релиз языка назывался ActionScript 1.0. Flash 6 (MX). В 2004 году Macromedia представила новую версию ActionScript 2.0 вместе с выходом Flash 7 (MX 2004), в которой было введено строгое определение типов, основанное на классах программирование: наследование, интерфейсы и т. д. Также Macromedia была выпущена модификация языка Flash Lite для программирования под мобильные телефоны. ActionScript 2.0 является не более чем надстройкой над ActionScript 1.0, то есть на этапе компиляции ActionScript 2.0 осуществляет некую проверку и превращает классы, методы ActionScript 2.0 в прежние прототипы и функции ActionScript 1.0.

В 2005 году вышел ActionScript 3.0 в среде программирования Adobe Flex, а позже в Adobe Flash 9.

ActionScript 3.0 (текущая версия на момент подготовки этого материала) представляет, по сравнению с ActionScript 2.0 качественное изменение, он использует новую виртуальную машину AVM 2.0 и дает взамен прежнего формального синтаксиса классов настоящее классовое (class-based) Объектно-ориентированное программирование. ActionScript 3.0 существенно производительней предыдущих версий и по скорости приблизился к таким языкам программирования, как Java и C++.

С помощью ActionScript можно создавать интерактивные мультимедиа-приложения, игры, веб-сайты и многое другое.

Системное обеспечение

ActionScript исполняется виртуальной машиной (ActionScript Virtual Machine), которая является составной частью Flash Player. ActionScript компилируется в байткод, который включается в SWF-файл.

SWF-файлы исполняются Flash Player-ом. Flash Player существует в виде плагина к веб-браузеру, а также как самостоятельное исполняемое приложение. Во втором случае возможно создание исполняемых exe-файлов, когда swf-файл включается во Flash Player.

Для создания и просмотра видеофайлов в формате flv используются программные кодеки, поддерживающие этот формат.

Прикладное обеспечение

К прикладному обеспечению в рамках технологии Flash относятся средства создания роликов в форматах .swf, .flv и .exe. Основным инструментом является среда среда Adode Flash, включающая различные средства для создания и редактирования мультимедийного содержания, в т.ч. видео- и аудиофайлов, интегрированную среду разработки на ActionScript и множество дополнительных функций упрощения процесса создания роликов.

Пакет MatLab

MatLab (сокращение от англ. «Matrix Laboratory») — пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений, и язык программирования, используемый в этом пакете. По данным фирмы-разработчика, более 1000000 инженерных и научных работников используют этот пакет, который работает на большинстве современных операционных систем, включая GNU/Linux, Mac OS, Solaris и Microsoft Windows.

Язык MatLab

MATLAB как язык программирования был разработан Кливом Моулером (англ. Cleve Moler) в конце 1970-х годов. Целью разработки служила задача использования программных математических библиотек Linpack и EISPACK без необходимости изучения языка Фортран. Акцент был сделан на матричные алгоритмы.

Программы, написанные на MATLAB, бывают двух типов — функции и скрипты. Функции имеют входные и выходные аргументы, а также собственное рабочее пространство для хранения промежуточных результатов вычислений и переменных. Скрипты же используют общее рабочее пространство. Как скрипты, так и функции не компилируются в машинный код, а сохраняются в виде текстовых файлов. Существует также возможность сохранять так называемые pre-parsed программы — функции и скрипты, приведенные в вид, удобный для машинного исполнения и, как следствие, более быстрые по сравнению с обычными.

Системное обеспечение

Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки, объектно-ориентированные возможности и интерфейсы к программам, написанным на других языках программирования. Имеются интерфейсы для получения доступа к внешним данным, клиентам и серверам, общающимся через технологии Component Object Model (COM) или Dynamic Data Exchange (DDE), а также периферийным устройствам, которые взаимодействуют напрямую с MATLAB. Многие из этих возможностей известны под названием MATLAB API.

Встроенная среда разработки позволяет создавать графические интерфейсы пользователя с различными элементами управления, такими как кнопки, поля ввода и другими. С помощью компонента MATLAB Compiler эти графические интерфейсы могут быть преобразованы в самостоятельные приложения.

Для MATLAB имеется возможность создавать специальные наборы инструментов (англ. toolbox), расширяющие его функциональность. Наборы инструментов представляют собой коллекции функций, написанных на языке MATLAB для решения определенного класса задач.

Прикладное обеспечение

MATLAB предоставляет удобные средства для разработки алгоритмов, включая высокоуровневые с использованием концепций объектно-ориентированного программирования. В нем имеются все необходимые средства интегрированной среды разработки, включая отладчик и профайлер.

MATLAB предоставляет пользователю большое количество (несколько сотен) функций для анализа данных, покрывающие практически все области математики, в частности:

- Матрицы и линейная алгебра — алгебра матриц, линейные уравнения, собственные значения и вектора, сингулярности, факторизация матриц и другие.
- Многочлены и интерполяция — корни многочленов, операции над многочленами и их дифференцирование, интерполяция и экстраполяция кривых и другие.
- Математическая статистика и анализ данных — статистические функции, статистическая регрессия, цифровая фильтрация, быстрое преобразование Фурье и другие.

- Обработка данных — набор специальных функций, включая построение графиков, оптимизацию, поиск нулей, численное интегрирование (в квадратурах) и другие.
- Дифференциальные уравнения — решение дифференциальных и дифференциально-алгебраических уравнений, дифференциальных уравнений с запаздыванием, уравнений с ограничениями, уравнений в частных производных и другие.
- Разреженные матрицы — специальный класс данных пакета MATLAB, использующийся в специализированных приложениях.

В составе пакета имеется большое количество функций для построения графиков, в том числе трехмерных, визуального анализа данных и создания анимированных роликов, функции для создания алгоритмов для микроконтроллеров и других приложений.

ЧАСТЬ II. ППП MS OFFICE

ТЕМА 2.1 СТРУКТУРА И СОСТАВ MS OFFICE. ОСНОВНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ

Структура MS Office и назначение компонентов

ППП Microsoft Office - это совокупность программных средств автоматизации офисной деятельности. В состав пакета входит множество приложений, каждое из которых предназначено для выполнения определенных функций и может быть использовано автономно и независимо от остальных. Весь набор офисных приложений можно разделить на *основные* и *дополнительные*.

Основные компоненты Microsoft Office

Список и назначение основных компонентов, входящих в состав Microsoft Office приведен в таб. 1.

Таблица 1. Основные компоненты Microsoft Office

Название приложения	Функциональное назначение приложения
Microsoft Word	Текстовый процессор
Microsoft Excel	Табличный процессор
Microsoft PowerPoint	Система подготовки презентаций
Outlook	Система управления персональной информацией

Microsoft Access	Система управления базами данных
Microsoft Binder	Система управления подшивками
Microsoft FrontPage	Система управления Web-узлами
Microsoft PhotoDraw	Графический редактор
Microsoft Publisher	Настольная издательская система
Microsoft Project	Система управления проектами
Microsoft Team Manager	Система управления персоналом

Дополнительные компоненты MS Office

Кроме основных компонентов, в семейство Microsoft Office входит большое количество вспомогательных приложений, которые устанавливаются (или не устанавливаются) вместе с основными. Ими можно воспользоваться из основных приложений или вызвать независимо. В таб. 2 перечислены некоторые из вспомогательных приложений.

Таблица 2. Некоторые вспомогательные приложения Microsoft Office

Название приложения	**Функциональное назначение приложения**
Microsoft Query	Интерпретатор запросов к внешним базам данных
Microsoft Organization Chart	Программа рисования блок-схем
Microsoft WordArt	Программа создания фигурных текстов
Microsoft Equation	Редактор математических формул
Microsoft Map	Программа отображения данных на географических картах
Microsoft Graph	Программа построения диаграмм
Microsoft Photo Editor	Графический редактор
Microsoft Draw	Средство рисования
Microsoft Find Fast	Служба индексации документов
Microsoft Extended Finder	Средство поиска документов в папках файловой системы и электронной почты
Microsoft Script Editor	Редактор сценариев
Microsoft ClipArt	Коллекция картинок и клипов

Панель Microsoft Office	Средство быстрого доступа к приложениям Office

Кроме основных и вспомогательных приложений, могут быть установлены и использованы различные расширения (надстройки). Их можно условно разделить на три группы:

1. *Самостоятельные приложения*, разработанные фирмой Microsoft, которые являются компонентами семейства Microsoft Office, но формально не входят в состав пакета. Примерами являются приложения Microsoft Project и Microsoft Team Manager.
2. *Надстройки* над компонентами Microsoft Office, разработанные фирмой Microsoft и представляющие собой дополнительные функции. Как правило, надстройки оформляются не в виде готовых к выполнению программ, а в виде документов специального типа: шаблонов, рабочих книг, библиотек динамической компоновки (DLL) и т.п.
3. *Приложения третьих фирм*, разработанные для пользователей Microsoft Office. В этот класс попадают как продукты сторонних фирм, так и собственные разработки пользователей. Сюда можно отнести средства распознавания текстов (OCR), автоматического перевода текста, средства управления большими массивами документов (перечисленные задачи не реализованы или слабо развиты в самом пакете MS
   Office).

Приведенный перечень основных компонентов носит условный характер, поскольку состав пакета зависит от следующих факторов:

1. *Устанавливаемый комплект (или редакция) пакета*. Пакет выпускается в нескольких редакциях, и состав приложений в разных редакциях различен.
2. *Источник установки. Установка* может быть выполнена с компакт-диска или с сетевого сервера. Наборы файлов, которые устанавливаются на компьютер, существенно различаются.
3. *Операционная система*. Microsoft Office может работать под управлением различных ОС: MS Windows и Mac OS. Эти операционные системы могут иметь разные версии и модификации, что также влияет на состав устанавливаемых компонентов.

4. *Наличие на компьютере в момент установки предшествующих версий*. Некоторые компоненты старых версий автоматически включаются в состав обновляемой версии Microsoft Office (если они уже установлены на компьютере).
5. *Параметры, заданные при установке*. В случае так называемой выборочной (т.е. по выбору пользователя) установки, можно указать несколько десятков независимых параметров, влияющих на состав пакета.

Несмотря на большое число различных приложений в составе пакета, все они в совокупности образуют единое целое. Для каждого из приложений MS Office характерно наличие следующих отличительных признаков:

1. совместимость по данным;
2. унифицированный интерфейс;
3. единые средства программирования.

Документы Microsoft Office

Единица данных самого верхнего уровня структуризации в Microsoft Office называется **документом**.

Документы классифицируются по типам в зависимости от того, какого сорта информация в них хранится. Как правило, документы разных типов обрабатываются разными приложениями Microsoft Office. Основные типы документов, с которыми работают программы Microsoft Office, перечислены в таб. 3.

Таблица 3. Основные типы документов Microsoft Office

Название	Расширение	Приложение	Краткое описание
Документ	.doc	Word	Основной тип документов Word. Содержит форматированный текст, т.е. текст с дополнительной информацией о шрифтах, отступах, интервалах и т.п., а также рисунки, таблицы и другие элементы
Рабочая книга	.xls	Excel	Основной тип документов Excel. Содержит данные различных типов: формулы, диаграммы и макросы
База данных	.mdb	Access	Основной тип документов Access. Содержит как собственно базу данных, то есть совокупность таблиц, так и соответствующие запросы, макросы, модули, формы и отчеты

Презентация	.ppt	PowerPoint	Основной тип документов PowerPoint. Содержит презентацию, состоящую из набора слайдов, заметок выступающего, раздаточных материалов и другой информации
Публикация	.pub	Publisher	Основной тип документов Publisher. Как и Word, содержит форматированный текст, рисунки, таблицы и т.п.
План проекта	.mpp	Project	Основной тип документов Project. Содержит календарный план проекта, описание задач, ресурсов и их взаимосвязи

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующий вывод: входящие в состав пакета MS Office приложения способны тесно взаимодействовать при решении прикладных задач; они создают единую информационную среду и позволяют обмениваться объектами. Документы Microsoft Office являются частными примерами объектов. Поэтому Microsoft Office является *документо-ориентированным пакетом* (средой).

Программная среда

Основным средством разработки приложений в MS Office является комплексное решение на основе языка Visual Basic, а именно - Visual Basic for Application (VBA). Эта технология включает макрорекордер, интерпретатор Visual Basic, интегрированную среду разработки с встроенным отладчиком, библиотеки времени выполнения (runtime library) и библиотеки типов, представляющие объекты пакета. Эти средства позволяют расширять функциональность пакета и адаптировать его к решению специализированных задач.

Интерфейс MS Office

Приложения Microsoft Office имеют унифицированный интерфейс, суть которого заключается в следующем: сходные функции имеют одинаковое обозначение (название команды или значок на кнопке), а несходные функции имеют различные обозначения.

В большей степени унификация коснулась интерфейсов таких приложений, как Microsoft Word, Microsoft Excel и Microsoft PowerPoint.

Одним из достоинств пакета Microsoft Office является последовательное использование графического интерфейса пользователя (Graphical User Interface, GUI), представляемого операционной системой и различных элементов управления. Как

правило, отдельные элементы группируются в более крупные конструкции, такие как окна, панели инструментов, меню. Рассмотрим характеристику каждой из этих групп.

Оконный интерфейс

Оконный интерфейс - такой способ организации пользовательского интерфейса программы, когда каждая интегральная часть располагается в *окне* — собственном субэкранном пространстве, находящемся в произвольном месте «над» основным экраном. Несколько окон одновременно располагающихся на экране могут перекрываться, находясь
«выше» или «ниже» друг относительно друг

В MS Office использует окна четырех типов:

- окно приложения;
- окно документа; • диалоговое окно;
- форма.

Панели инструментов

Панели инструментов - это элементы пользовательского интерфейса, на которых могут располагаются такие элементы управления, как кнопки быстрого вызова и раскрывающиеся списки. Панели инструментов разных приложений могут содержать кнопки, сходные по функциям и внешнему виду, что упрощает освоение интерфейса Microsoft Office.

Панели инструментов могут быть:

- пристыкованными вдоль границы окна приложения;
- плавающими, т.е. находится в любой части окна приложения;
- представленными в отдельных окнах; в этом случае форму и размеры панели инструментов можно менять произвольно.

Меню

Меню представляет доступ к иерархическим спискам доступных команд. Результатом выбора команды из меню может быть:

- непосредственное выполнение некоторого действия;
- раскрытие еще одного меню;

- раскрытие диалогового окна или формы.

Меню интерфейса Microsoft Office, кроме строки меню любого приложения, можно разделить (по способу перехода к ним) на раскрывающиеся и контекстные (или всплывающие).

Элементы управления

Элементы управления - это объекты оконного интерфейса, реализующие типовые операции с интерфейсом: щелчок мышью, выбор из списка, выбор вариантов, прокрутка и т.п. К элементам управления относятся следующие: кнопки, текстовые поля (или поля ввода), флажки, переключатели, списки и раскрывающиеся списки, полосы прокрутки, палитры, счетчики и прочие, специфичные для некоторых приложений или условий.

ТЕМА 2.2 ВВЕДЕНИЕ В ОФИСНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Офисное программирование — это процесс разработки приложений, предназначенных для автоматизации офисной деятельности с использованием специализированных пакетов (MS Office, OpenOffice.org или подобных).

Офисное программирование имеет ряд особенностей, отличающих его от программирования в общем смысле:

- цели разработки;
- область применения;
- макроязык;
- среда разработки;
- поддержка объектно-ориентированного программирования.

Рассмотрим эти особенности на примере MS Office.

Цели разработки

В офисной среде *программный проект неразрывно связан с документом*, хранится как часть документа и не может существовать независимо от него. *Документ, а не программа, является целью разработки.*

Стандартные возможности среды по работе с документами велики. Однако возможность изменить типовой документ, снабдив его дополнительными функциями – это одна из важнейших задач офисного программирования. Для ее решения офисная среда представляет совокупность библиотек классов, которые составляют каркас (Framework)

текстовых документов, электронных таблиц, презентаций, баз данных и приложений на основе этих документов. Всякий раз, когда создается новый документ, его каркас составляют объекты библиотек, заданные по умолчанию. Этот каркас можно существенно изменить, добавив в документ новые свойства. Расширение каркаса не требует от программиста значительных усилий – достаточно включить в него необходимые библиотеки классов.

Область применения

Область применения офисного программирования широка – от настройки отдельных документов до решения задач автоматизации офисной деятельности масштаба предприятия, в т.ч. ориентированных на совместную работу в глобальной сети.

Visual Basic for Application

Visual Basic для приложений (Visual Basic for Application, VBA) – это инструмент разработки приложений, который позволяет создавать программные продукты, решающие практически все задачи, встречающиеся в среде Windows. Эти продукты можно использовать, например, для оформления документов (подготовки текстов) или анализа данных таблиц (электронных таблиц). VBA – уникальное приложение, поскольку оно встраивается в другое приложение и расширяет его функциональные возможности.

Visual Basic for Application (VBA) - стандартный макроязык пакета Microsoft Office, предназначенный для расширения функциональных возможностей приложения в котором используется.

С помощью VBA можно:

- создать собственное диалоговое окно и придать ему требуемый внешний вид;
- создать макросы, расширяющие функциональные возможности приложения, в которое встроен VBA;
- изменить меню приложения Microsoft Office;
- управлять другим приложением Microsoft Office или принадлежащими ему данными;
- объединить данные из нескольких приложений Microsoft Office в одном документе;
- автоматически создавать или изменять страницы Web, совместно используя приложения Microsoft Office и VBA.

Для разработчика доступны следующие инструменты и средства, которые используются при создании проекта VBA:

- отладка приложений без предварительной компиляции;
- средства Win32 API;
- SQL и объекты доступа к данным для управления данными и извлечения их из внешних источников данных, таких как Microsoft SQL Server;
- построение и проверка элементов интерфейса непосредственно в среде разработки VBA (Integrated Development Environment, IDE);
- связывание программ и процедур с событиями, которые возникают в приложениях VBA.

Среда разработки

Среда приложений Office ориентирована в первую очередь на пользователей, а не на программистов и в ней можно создавать документы без всякого программирования. Поэтому программист обычно начинает работать с документами не на пустом месте, а с их заготовками, созданными пользователями, т.е. и сам программист может выступать в роли пользователя. Средства совместной работы над документами Office обеспечивают одновременную работу программистов и пользователей.

Среда MS Office предлагает два способа создания программ, отличающихся подходом к процессу: использование макрорекордера и ручное кодирование (на языке VBA). Эти подходы ориентированы на разные категории: непосредственно пользователей и программистов соответственно.

Макрорекордер (MacroRecorder) – это программный инструмент, записывающий действия пользователя при работе с документами и приложениями, с сохранением записи в виде макроса -исходного кода на языке VBA. При вызове сохраненного макроса воспроизводится вся сохраненная последовательность действий.

Макрорекордер представляет возможность создания программного проекта или, по крайней мере, его отдельных компонентов автоматически, без программирования. Для записи и воспроизведения макроса не требуется специальных знаний, поэтому пользователь может самостоятельно создавать программы (макросы), в общем случае даже не представляя себе, как они работают.

Для программиста макрорекордер полезен тем, что позволяет создавать фрагменты программы автоматически, тем самым увеличивая скорость разработки и уменьшая время отладки.

Интегрированная среда разработки на VBA (Visual Basic Environment, VBA) - встроенное в MS Office средство для написания, тестирования и отладки приложений на VBA. Среда VBA представляет все возможности для создания законченных офисных приложений, включая средства визуального проектирования пользовательского интерфейса. VBA ориентирована на использование программистами для разработки офисных приложений (это отнюдь не означает, что пользователи не могут применять VBA).

Поддержка ООП

Разработка приложений для MS Office тесно связана с парадигмой объектно-ориентированного программирования. Все документы (более того, сами компоненты пакета) в MS Office - суть объекты, наделенные собственными наборами свойств (характеристик объекта), методов (подпрограмм управления свойствами) и событий (подпрограмм, обрабатывающих изменения состояния объекта в результате некоторых действий). Соответственно, для обеспечения более полной интеграции с пакетом, входной язык (VBA) также поддерживает ООП.

Все объекты приложения MS Office образуют иерархическую структуру, которая определяет связь между ними и способ доступа. Такая структура называется объектной моделью (object model). За рамки объектной модели выходят, но также могут использоваться в офисных приложениях, внешние объекты, поддерживающие технологии DDE, OLE/ActiveX и ряд других.

В объектно-ориентированную концепцию удачно вписывается технология *визуального программирования*. Все отображаемые элементы графического интерфейса, такие как формы, элементы управления, меню и панели инструментов являются объектами, наделенными набором свойств и методов и способными реагировать на события (например, щелчки мыши, нажатия клавиш и т.п.). При визуальном подходе не требуется программного задания (хотя это и возможно) их основных свойств (например, ширина или высота, цвет фона и т.п.). Эти свойства можно задать при помощи мыши (например, ширину и высоту формы путем операции "перетаскивания" маркеров) или

установить их в окне свойств (название формы, цвет фона формы и т. д.). Таким образом, визуальное программирование делает проектирование интерфейса программы более наглядным и быстрым. При этом сохраняется возможность управлять всеми объектами и программно.

Преимущества офисного программирования

Преимущества, которые получает конечный пользователь, использующий программируемые офисные документы:

- Пользователь получает документы, обладающие новыми функциями и способные решать задачи, характерные для проблемной области пользователя.
- Пользователь находится в единой офисной среде независимо от того, с каким документом он работает в данный момент и какой программист разрабатывал этот документ.
- Большинство доступных при работе с документами функций являются общими для всех документов, поскольку их предоставляет сама офисная среда. Единый стиль интерфейса разных документов облегчает работу с ними.
- Пользователь сам, не будучи программистом, способен создавать простые виды программируемых офисных документов, постепенно совершенствуясь в этой деятельности.

Преимущества, которые получает программист, работающий в Office:

- В распоряжении программиста находится мощная интегрированная среда. Для него эта среда представлена в виде совокупности хорошо организованных объектов, доступных в языке программирования и по принципу работы ничем не отличающихся от встроенных объектов языка или объектов, создаваемых самим программистом.
- Большинство повседневных задач становятся для него простыми, – чтобы их решить, зачастую достаточно стандартных средств.
- Там, где стандартных средств не хватает, где у документа должны появиться новые функциональные возможности, где необходимо создать документ по заказу, вступает в силу язык программирования – VBA, существенная особенность которого – возможность работы с объектами любого из приложений Office.

- Офисное программирование позволяет применять на практике идеи компонентного программирования. Компонентный подход предполагает взаимодействие компонентов, создаваемых в разных программных средах, на разных языках, на разных платформах и находящихся на разных машинах. Работа с компонентами (DLL, ActiveX, AddIns, ComAddIns) является неотъемлемой частью офисного программирования.

ТЕМА 2.3 МАКРОСЫ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАКРОРЕКОРДЕРА

Макросы

Независимо от используемых операционной системы и программных приложений MS Office пользователь часто выполняет одни и те же последовательности команд для многих рутинных задач. Вместо повторения последовательности команд каждый раз, когда необходимо выполнить какую-либо задачу, можно создать макрос (macro), который вместо пользователя будет выполнять эту последовательность. Термин macro произошел от греческого слова, означающего расширенный или растянутый.

Макрос – это программа (в контексте офисного программирования - созданная автоматически), состоящая из списка команд, которые должны быть выполнены приложением.

Основными преимуществами использования макросов являются:

- повышение точности и скорости работы, поскольку компьютеры лучше приспособлены для выполнения повторяющихся задач, чем человек;
- при выполнении макросов обычно нет необходимости в присутствии человека-оператора; в случае, если макрос очень длинный и выполняет операции, требующие значительного времени (например, поиск в базе данных и сортировка), пользователь может переключиться на другое приложение.

Макрос служит для объединения нескольких различных действий в одну процедуру, которую можно легко вызвать. Этот список команд состоит в основном из макрокоманд, которые тесно связаны с приложением, в котором создается макрос – т.е. с командами Word, Excel или других приложений Microsoft Office.

Можно выделить *три основные разновидности макросов*:

1. *Командные макросы* – это наиболее распространенные макросы, обычно состоящие из операторов, эквивалентным тем или иным командам меню или параметрам диалоговых окон. Основным предназначением такого макроса является выполнение действий, аналогичных командам меню – т.е. изменение окружения и основных объектов приложения.
2. *Пользовательские функции* – работают аналогично встроенным функциям приложения. Отличие этих функций от командных макросов состоит в том, что они используют значения передаваемых им аргументов, производят некоторые вычисления и возвращают результат в точку вызова, но не изменяют среды приложения.
3. *Макрофункции* – представляют сочетание командных макросов и пользовательских функций. Они могут использовать аргументы и возвращать результат, подобно пользовательским функциям, а также могут изменять среду приложения, как и командные макросы. Чаще всего эти макросы вызываются из других макросов, и активно используются для модульного программирования.

Поддержка макросов позволяет порой обойтись вообще безо всякого программирования: достаточно включить автоматическую запись выполняемых пользователем действий и в результате получить готовый макрос, а затем назначить ему кнопку на панели инструментов или новую команду меню, которые будут использоваться для вызова. Простые макросы удается создавать, не написав вручную ни одной строки программного кода.

Для разработки же серьезных приложений приходится программировать.

Таким образом, различают 2 способа разработки макроса:

- автоматическое создание, с использованием макрорекордера;
- написание макроса "с нуля", используя язык программирования VBA.

Отметим, что возможен и комбинированный подход: фрагменты будущей программы записываются автоматически, а затем они корректируются и дополняются "рукописным" кодом.

Для записи макросов из приложений Microsoft Office используется **макрорекордер**. Это встроенный инструмент, который фиксирует все действия пользователя, включая ошибки и неправильные запуски. При выполнении макроса интерпретируется каждая

записанная макрорекордером команда точно в такой последовательности, в которой пользователь выполнял их во время записи.

Для **записи макроса** в приложении Microsoft Office можно использовать меню "Сервис/Макрос/Начать запись" или выбрать кнопку "Записать макрос" на панели инструментов Visual Basic. До начала записи нужно указать имя макроса и определить, где он будет храниться и как будет доступен. Затем выполнить действия, которые требуется сохранить в макросе. Для завершения записи нужно на панели инструментов "Остановка записи" щелкнуть кнопку "Остановить запись".

Для **выполнения макроса** необходимо:

1. Установить курсор в место вставки выполнения макроса.
2. Выбрать пункт меню "Сервис/Макрос/Макросы".
3. В появившемся диалоговом окне "Макрос" выбрать имя нужного макроса и выбрать "Выполнить".

Чтобы **просмотреть код** записанного макроса, надо выбрать меню "Сервис/Макрос/Макросы". В появившемся диалоговом окне выбрать имя нужного макроса и щелкнуть кнопку "Изменить". Исходный код указанного макроса будет загружен в окно редактора Visual Basic.

Структура записанного макроса

Макросы, создаваемые макрорекордером MS Office, сохраняются в специальной части файла данных, называемой *модулем*. Модуль VBA содержит исходный код программы на языке VBA. Фактически макрос является подпрограммой (а точнее, процедурой) VBA. Записанный макрос имеет строго определенную структуру. Ниже представлен исходный код простого макроса, созданного в Microsoft Word.

Листинг 1. Пример макроса

```
Sub Hello()
' Макрос изменяет размер, начертание шрифта, выравнивание абзаца и
' выводит надпись в активный документ MS Word
'
    Selection.Font.Size = 24
    Selection.Font.Bold = wdToggle
    Selection.ParagraphFormat.Alignment = wdAlignParagraphCenter
```

```
    Selection.TypeText Text:="Hello, World!"
End Sub
```

В общем виде структуру кода макроса можно представить следующим образом[2]:

```
Sub имяМакроса ()
' текст комментария
    Оператор1
    Оператор2 ...
    ОператорN
End Sub
```

Каждый макрос VBA начинается с ключевого слова Sub, за которым следует имя макроса. Строку, содержащую ключевое слово Sub и имя макроса, называют *строкой объявления (declaration)* макроса. За именем макроса всегда следуют пустые круглые скобки (т.к. макрос является процедурой VBA без параметров).

За строкой объявления макроса следуют строки комментариев. *Комментарий (comment)* – это строка в макросе VBA, которая не содержит инструкций, являющихся частью этого макроса. Каждая строка комментария начинается с символа апострофа ('). Комментарии содержат имя макроса и текст, который был введен пользователем в текстовое поле "Описание" ("Description") диалогового окна "Запись макроса" ("Record Macro") в момент записи этого макроса.

Сразу за объявлением макроса следует *тело макроса (body)*. Каждая строка в теле макроса состоит из одного или более операторов VBA. *Оператор VBA (statement)* – это последовательность ключевых слов и других символов, которые вместе составляют одну полную инструкцию для VBA. Макрос VBA состоит из одного или нескольких операторов.

Конец макроса выделяется ключевой строкой End Sub, завершающей тело макроса.

ТЕМА 2.4 СРЕДА РАЗРАБОТКИ VBA

Visual Basic for Application (VBA) – это система программирования, которая используется как единое средство программирования во всех приложениях Microsoft

[2] Локализованные версии пакета MS Office позволяют использовать в макросах символы национальных алфавитов (например, в идентификаторах). Однако не следует пользоваться этой сомнительной возможностью во избежании сложностей с отладкой и портированием приложений на VBA.

Office. Всякая система программирования включает в себя, по меньшей мере, три составные части:

1. Язык (или языки) программирования.
2. Среду разработки, т.е. набор инструментов для написания программ, редактирования, отладки и т.п.
3. Библиотеку (или библиотеки) стандартных программ, т.е. набор готовых программ (процедур, функций, объектов и т.д.), которые можно использовать как готовые элементы при построении новых программ.

Для создания офисных приложений в MS Office имеется *интегрированная среда разработки* (Integrated Development Environment, *IDE*) с унифицированным интерфейсом. VBA IDE – это набор инструментов разработки программного обеспечения, таких как редактор Visual Basic (Visual Basic Editor, VBA), средства отладки, средства управления проектом и т.д.

Вызов VBA IDE из любого приложения выполняется через комбинацию клавиш Alt+F11 или меню "Сервис/Макрос/Редактор Visual Basic".

Структура VBA

VBA – это стандартное интерфейсное окно, содержащее меню, панели инструментов, другие окна и элементы, которые применяются при создании проектов VBA. Общий вид окна редактора Visual Basic представлен на рис. 3.

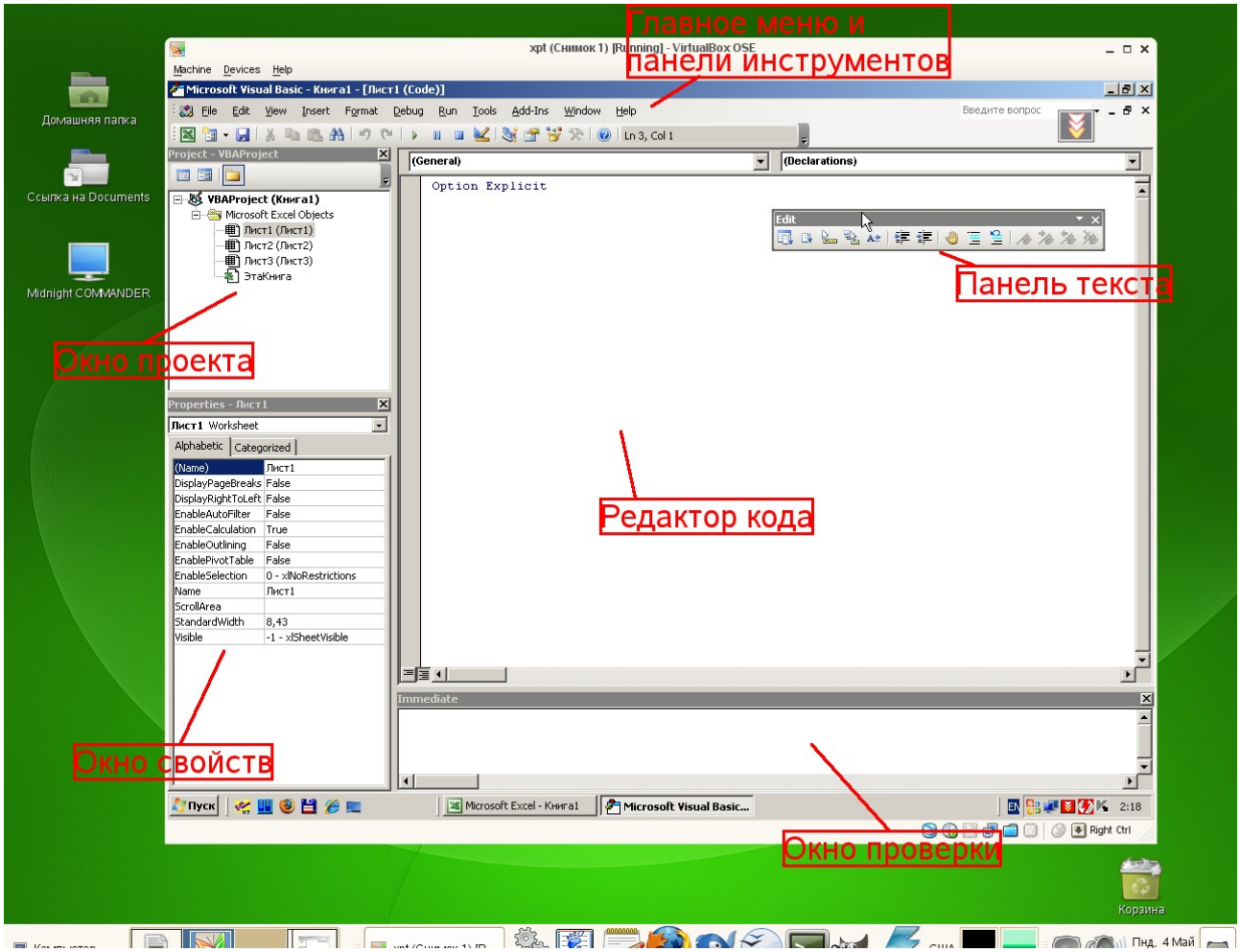


Рисунок 3. Окно редактора Visual Basic

Основными (открывающимися по умолчанию) являются три окна: окно проекта, окно свойств и окно редактирования кода. Краткое описание этих и некоторых других компонентов VBA приведено в таб. 4. Все они доступны через команды, представленные в меню "Вид".

Таблица 4. Назначение компонентов VBA

Наименование окна	**Описание**
Project (Проект)	Предназначено для отображения всех открытых проектов, а также их составляющих: модулей, форм и ссылок на другие проекты
Toolbox (Панель элементов)	Содержит элементы управления для конструирования форм
UserForm	Используется для создания форм путем размещения на них элементов

Наименование окна	Описание
	управления
Code (Программа)	Предназначено для просмотра, написания и редактирования программы на языке VBA. Поскольку среда разработки является многооконной, то для каждого модуля проекта можно открыть отдельное окно
Properties (Свойства)	Отображает свойства выделенных объектов. В этом окне можно задавать новые значения свойств формы и элементов управления
Object Browser (Просмотр объектов)	Отображает классы, свойства, методы, события и константы различных библиотек объектов. Используется для быстрого получения информации об объектах
Immediate (Проверка)	Предназначено для быстрого выполнения вводимых в него инструкций. В данном окне также выводятся результаты выполнения вводимых инструкций
Locals (Локальные переменные)	Автоматически показывает все переменные данной процедуры
Watches (Контрольные значения)	Применяется при отладке программ для просмотра значений выражений

Характеристики компонентов VBA

Окно проекта (Project)

Проект – это совокупность всех программных модулей, связанных с документом Microsoft Office. Окно *Project (Проект)* предназначено для быстрого получения информации о различных составляющих проекта.

Проект может содержать модули следующих видов:

- *Объекты основного приложения*. Проекты VBA выполняются совместно с другими приложениями. Приложение, в котором разрабатывается и выполняется проект VBA, называется основным.
- *Модули форм*. В VBA имеется возможность создавать пользовательские формы, предназначенные для ввода или вывода данных, а также процедуры обработки событий, возникающие в этих формах.

- *Модули кода*. Модульность - один из основных принципов парадигмы структурного программирования. Каждый модуль, как правило, содержит подпрограммы, сход-

  ные по назначению. Небольшие модули проще отлаживать и использовать повторно. В частности, в VBA имеются средства импорта/экспорта готового кода.
- *Модули классов*. VBA позволяет создавать и использовать собственные объекты. Описание объектов включается в модули класса. Каждый модуль класса содержит полную информацию об одном типе объекта.

С помощью окна проекта можно добавить или удалить какой-либо объект из проекта. Модули кода добавляются в проект командой "Вставить/Модуль". Формы создаются командой "Вставить/UserForm", а модули класса командой "Вставить/Модуль класса".

Окно проекта можно использовать также для быстрой навигации по формам проекта и программному коду. Для этого необходимо выбрать в контекстном меню соответственно команды "Объект" или "Программа".

Окно свойств (Properties)

Список свойств выделенного объекта выводится в окне Properties (Свойства). Для того чтобы выделить объект, необходимо с помощью окна проекта выбрать форму и перейти в режим конструктора, используя команду "View Object". Свойства объекта можно упорядочить в алфавитном порядке (Alphabetic (По алфавиту)) или по категориям (Categorized (По категориям)), выбрав соответствующую вкладку. Предусмотрена также возможность получения быстрой справки по какому-либо свойству объекта. Для этого достаточно установить курсор на нужное свойство и нажать клавишу F1.

Окно просмотра объектов(Object Browser)

Окно Object Browser (Просмотр объектов) предназначено для просмотра объектов, доступных при создании программы. Точнее, в этом окне отображаются не сами объекты, а структура соответствующего класса объектов. Окно просмотра объектов может использоваться для поиска метода или свойства объекта.

Окно Code (Окно редактирования кода)

Окно Code (Программа) представляет собой текстовый редактор, предназначенный для написания и редактирования кода процедур приложения. Это окно появляется на экране, например, при создании нового модуля. Код внутри модуля организован в виде отдельных разделов для каждого объекта, программируемого в модуле. Переключение между разделами выполняется путем выбора значений из списка "Object" ("Объект"), который находится в левом верхнем углу окна. Каждый раздел может содержать несколько процедур, которые можно выбрать из списка "Procedure" ("Процедура") в правом верхнем углу.

Интеллектуальные возможности редактора кода:

1. При написании кода пользователю предлагается список компонентов, логически завершающих вводимую пользователем инструкцию.
2. На экране автоматически отображаются сведения о процедурах, функциях, свойствах и методах после набора их имени.
3. Автоматически проверяется синтаксис набранной строки кода сразу после нажатия клавиши Enter. В результате проверки выполняется выделение определенных фрагментов текста:
   - красным цветом – синтаксические ошибки; • синим цветом – зарезервированные ключевые слова;
   - зеленым цветом – комментарии.
4. Если курсор расположить на ключевом слове VBA, имени процедуры, функции, свойства или метода и нажать клавишу F1, то на экране появится окно со справочной информацией об этой функции.

Окно редактирования форм (UserForm)

Для создания диалоговых окон, разрабатываемых приложений VBA, используются формы. Редактор форм является одним из основных средств визуального программирования. При добавлении формы в проект (команда "Insert" – "UserForm" ("Вставить" – "UserForm")) на экран выводится незаполненная форма с панелью инструментов Toolbox (Панель элементов).

Используя панель инструментов Toolbox (Панель элементов) из незаполненной формы конструируется требуемое для приложения диалоговое окно. Размеры формы и

размещаемых на ней элементов управления можно изменять. Также окно редактирования форм поддерживает операции буфера обмена. Кроме того, команды меню "Format" ("Формат") автоматизируют и облегчают процесс выравнивания элементов управления как по их взаимному местоположению, так и по размерам.

Окна отладочной информации

Окно Immediate (Проверка) позволяет ввести инструкцию и выполнить ее. При этом инструкция должна быть записана в одну строку, директивы которой будут выполнены после нажатия клавиши Enter. Данное окно можно использовать для быстрой проверки действий, выполняемой той или иной инструкцией. Это позволяет не запускать всю процедуру, что удобно при отладке программ.

Окно Locals (Локальные переменные) автоматически отображает все объявленные переменные текущей процедуры и их значения.

Окно Watches (Контрольные значения) применяется при отладке программ для просмотра значений выражений.

МИНОБРНАУКИ РФ
Уральский государственный горный университет

Н.В. Рубан, И. А. Антонова

ОСНОВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям по дисциплине «Основы гидрогеологии и инженерной геологии» для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

Часть 1

Екатеринбург 2017

МИНОБРНАУКИ РФ

Уральский государственный горный университет

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
факультета геологии
и геофизики УГГУ
13 апреля 2017 г.
Председатель комиссии
_____
проф. В. И. Бондарев

Н.В. Рубан, И. А. Антонова

ОСНОВЫ ГИДРОГЕОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Учебно-методическое пособие по практическим занятиям по дисциплине «Основы гидрогеологии и инженерной геологии» для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

Часть 1

Екатеринбург

2017

Содержание

1. Основы гидрогеологической стратификации ____ *4*

2. Изучение режима подземных вод ____ *11*

3. Водные свойства горных пород ____ *14*

3.1. Определение коэффициента фильтрации глинистых и песчаных горных пород ____ **14**

3.1.1. Водопроницаемость горных пород ____ 14

3.1.2. Определение коэффициента фильтрации песчаных грунтов ____ 16

4. Химический состав подземных вод ____ *18*

4.1. Обработка результатов химического анализа подземных вод ____ **19**

4.2. Графическое изображение результатов химических анализов ____ **22**

4.3. Оценка качества питьевых вод ____ **28**

5. Построение и анализ карт гидроизогипс ____ *32*

7. Построение и анализ гидрогеологических разрезов ____ *37*

Список литературы ____ *41*

1. Основы гидрогеологической стратификации

Гидрогеологическая стратификация – это расчленение геологического разреза на элементы, существенно отличающиеся в гидрогеологическом отношении.

По Г. Н. Каменскому «гидрогеологический элемент – это некоторый объем геологической среды, выделенный на основе гидрогеологических признаков и не подвергающийся дельнейшему членению».

Главный принцип гидрогеологической стратификации основан на учете стратиграфических и гидрогеологических признаков системы «вода-порода». При этом основное расчленение геологического разреза выполняется с учетом геолого-структурных особенностей территории, а литолого-фациальный анализ рассматривается как база для определения исходных гидрогеологических свойств. По этим признакам в разрезе выделяют водонасыщенные и неводонасыщенные, водопроницаемые и водонепроницаемые слои и пласты и пр.

Гидрогеологический слой (тело) – это одновозрастные породы, характеризующиеся выдержанностью по мощности и распространению, и обладающие относительно одинаковыми фильтрационными и емкостными свойствами. Выделяют следующие типы слоев: водоносный, водоупорный, относительно водоупорный, неводонасыщенный проницаемый, слабопроницаемый, непроницаемый.

Водоносный горизонт (зона) – проницаемое гидрогеологическое тело, постоянно содержащее подземные воды и отличающееся преимущественно однородным составом пород, характером питания, транзита и разгрузки подземных вод. Водоносная зона отличается от водоносного горизонта пространственной локализацией повышенной трещиноватости (тектонической или экзогенной) и проницаемости пород.

Относительно водоносный горизонт (зона) – слабопроницаемое гидрогеологическое тело, содержащее подземные воды.

Относительно водоупорный горизонт (зона) – весьма слабопроницаемое гидрогеологическое тело, содержащее подземные воды преимущественно в связанном виде и характеризующееся замедленной, вертикальной фильтрацией при возникновении градиента напора между смежными водоносными подразделениями.

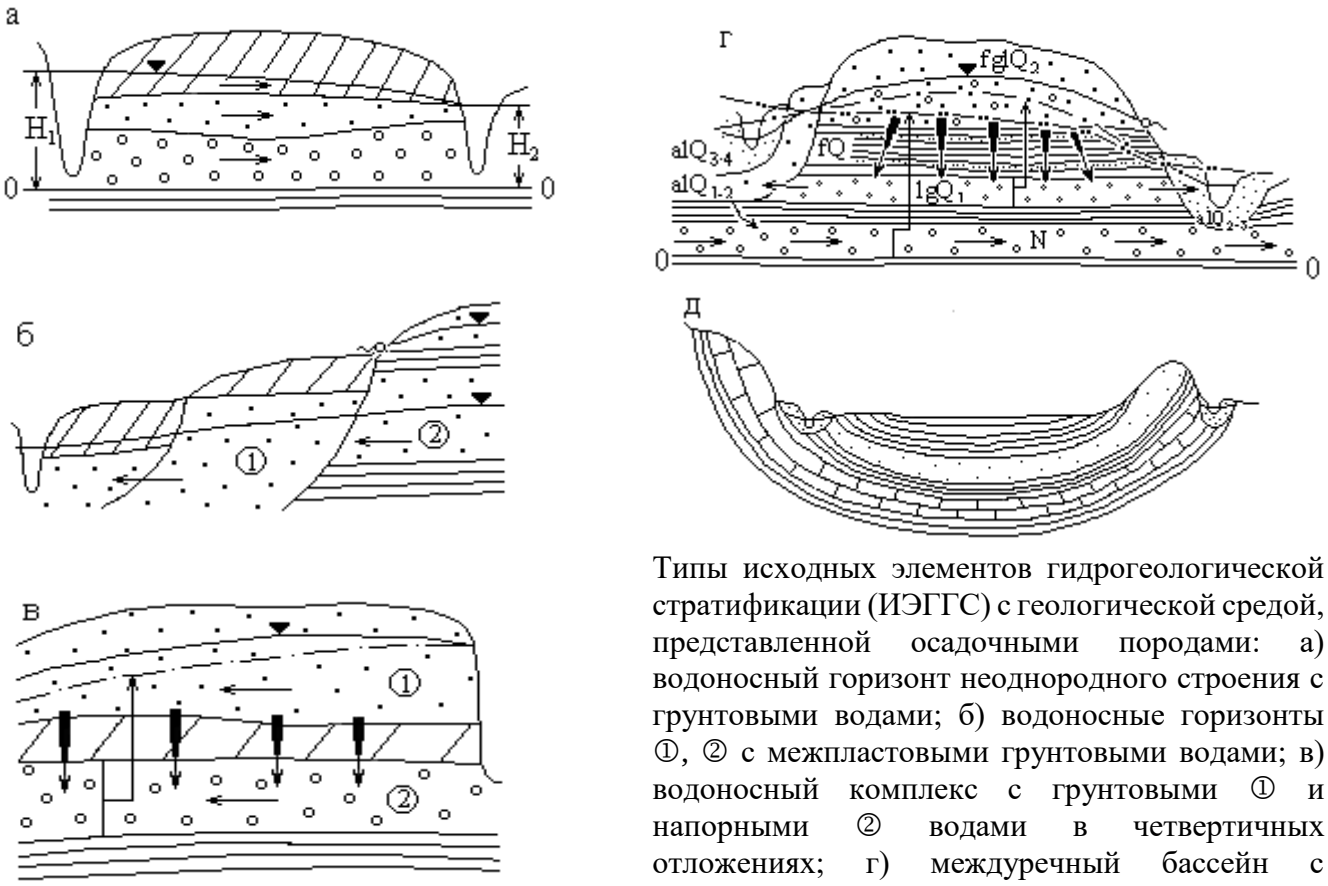
Водоупорный горизонт (зона) – практически водонепроницаемое гидрогеологическое тело.

Водоносный (относительно водоносный) комплекс – гидрогеологическое тело, состоящее из нескольких гидравлически взаимосвязанных водоносных (относительно водоносных) горизонтов или зон и разделяющих их локально или относительно водоупорных горизонтов (зон).

Водоносный этаж - система водоносных горизонтов (зон) и комплексов, характеризующаяся общими условиями водообмена и формирования подземных вод. Водоносный этаж подстилается входящим в его состав региональным водоупорным горизонтом, повсеместно развитым в границах гидрогеологической структуры.

Гидрогеологический бассейн – совокупность нескольких водоносных, водоупорных и относительно водоупорных горизонтов и (или) комплексов, характеризующихся в целом, общностью геологического развития и формирования гидродинамических, гидрохимических и гидрогеотермических процессов.

Гидрогеологическая система – совокупность нескольких гидрогеологических бассейнов, характеризующихся в целом общностью формирования ресурсов подземных вод.



Типы исходных элементов гидрогеологической стратификации (ИЭГГС) с геологической средой, представленной осадочными породами: а) водоносный горизонт неоднородного строения с грунтовыми водами; б) водоносные горизонты ①, ② с межпластовыми грунтовыми водами; в) водоносный комплекс с грунтовыми ① и напорными ② водами в четвертичных отложениях; г) междуречный бассейн с межпластовыми напорными водами в неогеновых, четвертичных отложениях и грунтовыми водами в аллювиальных и флювиогляциальных отложениях; д) артезианский бассейн с напорными водами.

Рис. 1.1. Элементы гидрогеологической стратификации

Выделение гидрогеологических элементов по условиям залегания.

Факторы, определяющие условия залегания подземных вод:

- Геологические (структурно-тектонические, литолого-фациальные и генетические типы отложений);
- Геоморфологические (тип, форма рельефа, характер и степень его эрозионной расчлененности, влияющие на условия питания и разгрузки подземных вод);
- Физико-географические или ландшафтные (определяют характер связи подземных вод с атмосферой, реками и т. п., величину питания и режим подземных вод, их запасы и ресурсы, качество).

По условиям залегания выделяют два вида подземных вод: грунтовые (безнапорные ①) и артезианские (напорные②), рис. 1.2.

По степени и характеру водонасыщенности выделены в разрезе 3 зоны: А – неполного (аэрации); Б – полного насыщения капельножидкой водой пор и трещин водовмещающих пород; и В – диссипации (где вода может находиться в диссоциированном состоянии). Для каждой зоны характерны преобладающие виды подземных вод по условиям нахождения и движения в горных породах. В зоне А – инфильтрационная и физически связанная вода, основная форма ее движения – инфильтрация (или влагоперенос). В зоне Б – свободная гравитационная вода, основная форма движения – фильтрация (или миграция подземных вод); в зоне В – физически- и химически связанная вода.

В таблице 1.1 приведена систематизация основных факторов, при анализе которых выделяются гидрогеологические системы по условиям залегания, а в таблице 1.2 приведены основные виды гидрогеологических систем с грунтовыми и напорными водами.

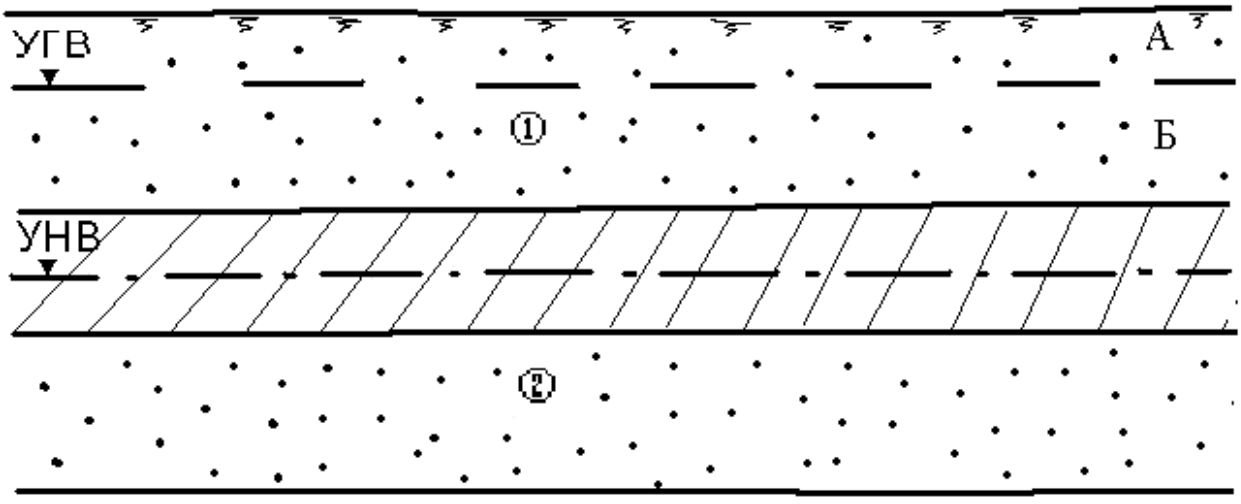


Рис. 1.2. Виды подземных вод по условиям залегания

Таблица 1.1

Факторы, определяющие выделение гидрогеологических систем в гидролитосфере по условиям залегания

Зона	Вид подземный воды	Признак				
		гидрогеологический	структурный	морфологический	литолого-генетический	гидротермодинамический
Аэрации	Инфильтрационная, физически связанная	Локальные зоны, потоки	-	-	-	Влагоперенос
Насыщения	Грунтовая (гравитационная)	Бассейны, потоки	Платформы, геосинклинали Впадины, прогибы, щиты, синклинали, антиклинали, разрывные структуры и др.	Речные долины, междуречья, конусы выноса, предгорные равнины, мелкосопочник, озы, камы	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы Недислоцированные, дислоцированные Терригенные, карбонатные Аллювий, пролювий, делювия	Фильтрация Миграция а) конвекция, б) гидродисперсия, в) диффузия, г) сорбция, д) растворение и др.
	Напорная (гравитационная)	Бассейны, склоны, потоки	Платформы, геосинклинали Впадины, прогибы, щиты, синклинали, антиклинали, разрывные структуры и др.	Виды складчатых структур Виды разрывных нарушений	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы Недислоцированные, дислоцированные Терригенные, карбонатные Аллювий, пролювий, делювия	Фильтрация Миграция а) конвекция, б) гидродисперсия, в) диффузия, г) сорбция, д) растворение и др.
	Глубинная (физически и химически связанная, свободная)	Потоки	Крупные разломы линеаменты и др.	-	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы	Миграция
Диссипации	мономолекулярная	- » -	Системы глобальных разломов	-	-	

Таблица 1.2

Систематизация гидрогеологических систем по условиям залегания

<table>
<tr><td>Зоны гидролитосферы</td><td>Виды подземных вод</td><td colspan="7">Виды гидрогеологических систем по условиям залегания</td></tr>
<tr><td>Неполного насыщения</td><td>Инфильтрационная, капиллярная и гравитационная</td><td colspan="7">Инфильтрующаяся вода (локальные потоки)
Зона с капиллярно-подвешенной водой
Верховодка (локальный бассейн)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Полного насыщения</td><td rowspan="2">Грунтовые (гравитационные)</td><td colspan="5">А. Грунтовые потоки и бассейны вне криолитозоны и молодой вулканической деятельности</td><td>Б. Грунтовые бассейны и потоки криолитозоны</td><td>В. грунтовые бассейны и потоки зон молодой вулканической деятельности</td></tr>
<tr><td>I. Потоки речных долин:
1) потоки в аллювии равнинных рек;
2) подрусловые потоки;
3) потоки в погребенных долинах</td><td>II. Бассейны и потоки междуречных пространств:
1) в осадочных отложениях, недисло-цированных;
2) то же, дислоцированных;
3) в изверженных и метаморфических породах;
4) то же, с зонами разломов;
5) в вулканических лавах.</td><td>III. Потоки конусов выноса, предгорных равнин:
1) поток грунтовых вод головной части конуса выноса;
2) поток грунтово-напорных вод слоистых толщ.</td><td>IV. Бассейны синклинальных структур:
1) горных сооружений;
2) мелко-сопочника.</td><td>V. Бассейны и потоки с линзами пресных вод:
1) под-песчаными;
2) под-такырными;
3) при-канальными, приречными.</td><td>С наличием зон высокотемпературных полей, гейзеров, фумарол и др. в отложениях речных долин, междуречных пространств синклинальных структур, горных сооружений</td><td>С наличием зон многолетних мерзлых пород в отложениях речных долин, междуречных пространств, синклинальных структур горных сооружений</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 1.2.

Зоны гидролитосферы	Виды подземных вод	Виды гидрогеологических систем по условиям залегания						
	Напорные (гравитационные)	I. Артезианские бассейны: 1) платформ; 2) меж-горных впадин, краевых прогибов; 3) наложенные бассейны; 4) бассейны горных сооружений в осадочных отложениях, лагунах, вулканогенах	II. Артезианские склоны: 1) моноклиналей; 2) асимметричных структур; 3) выклинивания.	III. Субартезианские бассейны: 1) в осадочных отложениях на щитах; 2) в осадочных породах на платформах; 3) в дислоцированных породах горных сооружений.	IV. Бассейны междуречных пространств с межпластовыми напорными водами: 1) в четвертичных ледниковых отложениях; 2) в горизонтально залегающих четвертичных и более древнего возраста осадочных отложениях.	V. Потоки напорных вод крупных разломов: 1) вне криолитозоны и молодой вулканической деятельности; 2) в криолитозоне; 3) в зоне молодой вулканической деятельности.		
Диссипации	Глубинные (химически и физически связанные, гравитационные)	Сосредоточенные потоки напорных вод систем глобальных нарушений						

2. Изучение режима подземных вод

Режим подземных вод – процесс изменения во времени основных показателей подземных вод под влиянием различных факторов в данной естественноисторической обстановке.

Основными характеристиками режима называют числовые значения, характеризующие главные морфологические особенности хронологических графиков изменения показателей режима. Хронологическими называют графики изменения уровня, расхода, минерализации, температуры подземных вод во времени. К основным характерным параметрам режима относят (рис. 2.1): амплитуде А и период Т колебаний, экстремальные точки (минимумы, максимумы), средние, минимальные, максимальные и другие значения уровня, расхода, минерализации и т. п. С помощью этих характеристик можно более компактно в числовом виде представить хронологические графики показателей режима и тем самым уменьшить объем исходной информации.

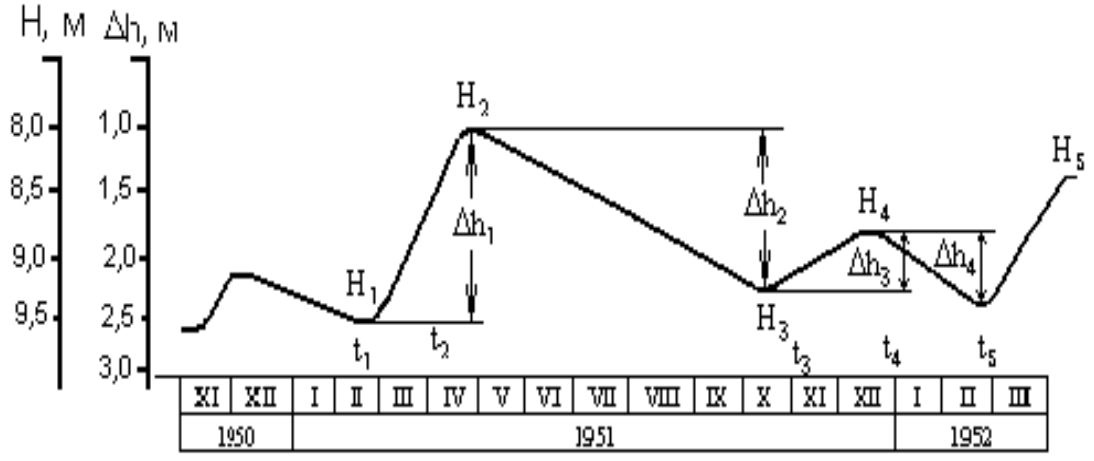


Рис. 2.1. Основные показатели сезонного изменения уровня подземных вод (по М. А. Шинкаревскому)

Определяют минимальные и максимальные значения суточных, декадных, месячных, весенних, летних, зимних, многолетних амплитуд,

подъемов, спадов (для уровней), температур, минерализации воды и других показателей режима. За эти интервалы времени вычисляют средние значения показателей:

$$\ddot{I}_{\tilde{n}\partial} = \frac{\sum_{1}^{n} \ddot{I}_{i}}{n},$$

где $П._i$ – значение показателя; n – число имеющихся показателей за рассматриваемый интервал времени.

К экстремальным точкам графиков относят максимум и минимум уровня, температуры, минерализации и соответственно дату его наступления (см. рис. 2.1). Амплитуды характеризуют разность между максимальным $П_{max}$ и минимальным $П._{min}$ значениям каждого из этих показателей за выделенный период времени

$$A = П_{max} - П._{min}$$

При нарушенном режиме вычисляют характерные показатели от действия техногенных факторов, например, амплитуду многолетнего подъема уровня воды под влиянием орошения или амплитуду снижения уровня воды под влиянием откачки и т. п.

Период колебаний T характеризует интервал времени между двумя значениями какого-либо показателя режима

$$T = t_2 - t_1$$

Чаще всего это интервал между временем наступления максимального и минимального значений показателя.

Задача. В предгорной части долины реки в толще аллювиальных песчано-глинистых отложений оборудованы створ наблюдательных скважин и гидрометрический пост на реке (рис.2.2). Провести первичную обработку наблюдений, пользуясь фактическими данными (таблица 2.1). Для этого выполнить следующее:

1) построить хронологические графики колебаний уровня воды в реке и скважинах; предварительно вычислить отметки уровня воды, зная, что отметки устьев скважины равны: скв.1 – 211,7 м, скв.2 – 211,65 м, скв 3. – 211,63 м, отметка “0” на гидропосте равна 209,5 м;
2) по графикам определить основные параметры режима подземных вод;
3) установить наличие и характер связи с рекой, для этого нанести на геологический разрез (рис. 2.2) положение уровня грунтовых вод на минимальные и максимальные даты.

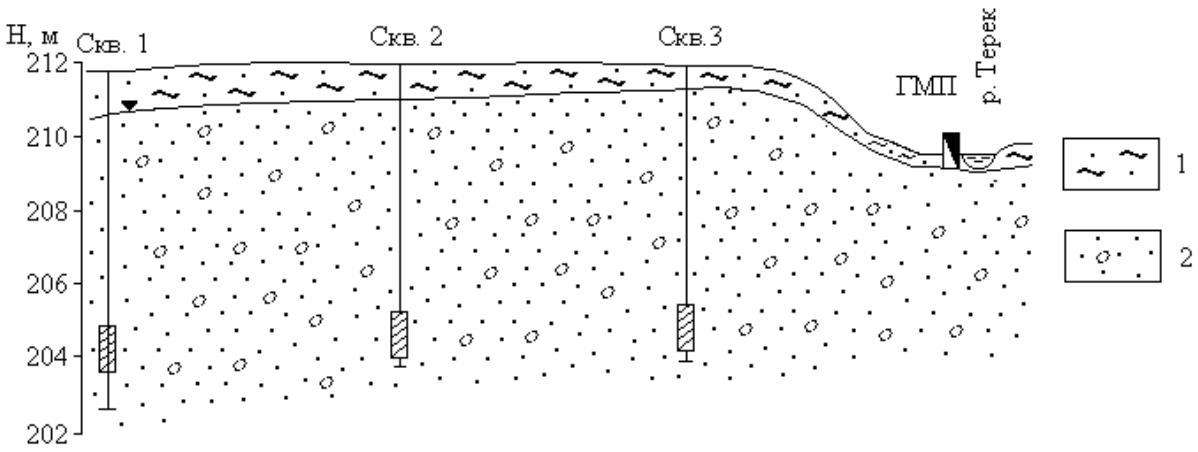


Рис. 2.2. Гидрогеологический створ в предгорной части долины р. Терека (alQ_4): 1 – супесчаный почвенный слой; 2 – гравийно-галечниковые отложения; ГМП – гидрометрический створ

Таблица 2.1

Данные наблюдений за уровнями грунтовых вод и реки

Дата наблюдений	Глубина залегания уровня от поверхности земли, м			
	Скв.1	Скв.2	Скв.3	Река

I/I 2002 г.	6,05	6.55	7.05	0.50
15/I	6,02	6.52	7.02	0.50
I/II	6,06	6.56	7.16	0.50
15/II	6,10	6.60	7.10	0.50
I/III	6,10	6.60	7.10	0.50
15/III	6,10	6.60	7.10	0.50
I/IV	6,10	6.60	7.10	0.60
15/IV	6,10	6.60	7.10	0.60
I/V	6,10	6.60	7.10	1.00
15/V	6,00	6.50	7.05	0.70
I/VI	5,90	6.40	6.90	1.00
15/VI	5,80	6.30	6.80	0.80
I/VII	5,80	6.30	6.80	1.00
15/VII	5,30	5.90	6.50	1.00
I/IX	4,50	5.00	5.90	1.00
15/IX	4,40	4.90	5.90	0.60
I/X	4,40	4.90	5.90	10.45
I/XI	4,40	4.90	6.0	0.50
15/XI	4,85	5.35	6.10	0.45
I/XII	4,90	5.40	6.13	0.50
I/I 2003 г.	5.00	5.30	6.15	0.50
15/I	5.90	6.40	6.90	0.45

3. Водные свойства горных пород

3.1. Определение коэффициента фильтрации песчаных горных пород

3.1.1. Водопроницаемость горных пород

Процесс фильтрации – это механическое движение свободной воды под действием градиента напора в порах и трещинах горных пород в условиях их полного заполнения этой водой. Водопроницаемость горных пород – это способность их пропускать через себя воду.

Водопроницаемость зависит от размера сообщающихся между собой пор и трещин в горных породах и характеризуется коэффициентом фильтрации, имеющим размерность скорости (см/с, м/с, м/сут).

Такая размерность получается из закона линейной фильтрации – закона Дарси, согласно которому количество фильтрующей воды в единицу времени

прямо пропорционально коэффициенту фильтрации $К_ф$, площади фильтрации F и гидравлическому градиенту J:

$$Q = K \cdot F \cdot J \qquad (1)$$

Разделив правую и левую части этого уравнения на F, получим

$$\frac{Q}{F} = K \cdot J, \text{ где } \frac{\text{Q}}{\text{F}} = V \qquad (2)$$

Из формулы (2) следует, что коэффициент фильтрации есть скорость фильтрации при градиенте, равном единице.

$$V = \text{К при J} = 1 \qquad (3)$$

Формулой (3) определяется скоростная размерность коэффициента фильтрации горных пород.

Следует отметить, что расчетная скорость фильтрации отличается от истинной скорости движения воды в породах, так как жидкость движется не через всю площадь, а через площадь поровых и трещинных пространств.

Величина коэффициента фильтрации зависит от физических свойств горных пород (гранулометрический состав, плотность сложения и др.).

Средние значения $К_ф$ для различных горных пород приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Классификация пород по водопроницаемости

Группа	$К_ф$, м/сут	Примеры пород
Весьма проницаемые	>100	Крупный гравий, закарстованные сильнотрещиноватые известняки, галечник с песчаным заполнителем.
Хорошо проницаемые	100 – 10	Гравийно-галечниковые отложения, крупнозернистые пески, сильнотрещиноватые породы.
Проницаемые	10 – 1	Пески разной зернистости, трещиноватые породы.
Слабопроницаемые	$1 – 10^{-1}$	Мелко- и тонкозернистые пылеватые пески, супеси, слабо трещиноватые породы.

Группа	$К_ф$, м/сут	Примеры пород
Весьма слабопроницаемые	10^{-1}- 10^{-3}	Мелкие и средние суглинки, песчаные породы.
Относительно водоупорные	10^{-3}	Средние глины, плотные суглинки.

В лабораторных условиях коэффициент фильтрации определяется с помощью специальных приборов на образцах естественного и нарушенного сложения.

3.1.2. Определение коэффициента фильтрации песчаных грунтов

Определение коэффициент фильтрации песчаных пород с помощью прибора, называющегося трубкой СпецГео, в основе работы которого лежит принцип трубки Дарси, и который дает возможность вести испытания пород при постоянном гидравлическом градиенте.

В состав трубки Спецгео входит:

1) фильтрационная трубка, состоящая из прямого цилиндра с площадью поперечного сечения 25 $см^2$ и высотой 100 мм с заостренными краями, перфорированного дна с отверстиями размером 2х2 мм и муфты с латунными сетками;
2) мерный стеклянный баллон со шкалой объемом 100 $см^3$;
3) приспособление для насыщения грунта водой и регулирования градиента напора, состоящее из подставки, подъемного винта, планки со шкалой градиентов напора от 0,1 до 1.

Последовательность определения.

1. Заполняют цилиндр испытуемым грунтом.

При испытании пород естественного сложения заостренным концом рабочего цилиндра вырезают образец грунта.

При испытании пород нарушенного сложения с высушенным до воздушно-сухого состояния грунтом проводят 2 опыта: в предельно рыхлом и предельно плотном сложении. В 1-ом случае наполнение цилиндра производится насыпанием грунта до необходимой высоты без уплотнения, во 2-ом – цилиндр наполняется слоями грунта толщиной 1-2 см с уплотнением каждого слоя трамбованием.

2. Насыщение грунта водой.

В корпус наливают воду и вращением подъемного винта поднимают подставку до упора. Устанавливают цилиндр с грунтом на подставку, медленно погружают в воду до отметки градиента напора 0,8 и оставляют его в таком положении до тех пор, пока грунт увлажнится. В процессе водонасыщения грунта поддерживают постоянный уровень воды у верхнего края корпуса. Породу водонасыщают снизу, чтобы не произошло защемление воздуха. На полное водонасыщение укажет появившаяся на поверхности грунта пленка воды.

3. После водонасыщения грунта на образец помещают латунную сетку, на цилиндр одевают муфту. Вращением винта устанавливают цилиндр с грунтом до совмещения отметки необходимого градиента напора на пленке с верхним краем крышки корпуса и доливают воду в корпус до верхнего его края.

Замеряют температуру воды, заполняют его мерный стеклянный баллон и, закрывая пальцем его отверстие, быстро опрокидывают отверстием вниз и укрепляют в муфте фильтрационной трубки так, чтоб его горлышко соприкасалось с латунной сеткой.

После установки мерного баллона в него начинают равномерно подниматься мелкие пузырьки воздуха, что указывает на начало фильтрации. Если в баллон прорываются крупные пузырьки воздуха, то его необходимо опустить глубже, добившись появления мелких пузырьков.

Отметив уровень воды в стеклянном баллоне, заметить соответствующее этому уровню время по секундомеру. Следить за скоростью фильтрации воды.

Замеры расхода воды произвести несколько раз (не менее четырех) и вычислить среднее значение.

4. Обработка результатов. Данные опыта занести в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Журнал для определения Кф в трубке СпецГео

№ опыта	Описание породы	Площадь поперечного сечения трубки	Градиент напора	Температура воды	Объем профильтрованной воды	Время фильтрации	$К_ф$ по отдельным замерам	Средний коэффициент фильтрации

Коэффициент фильтрации $К_{10}$, м/сут, приведенный к условиям фильтрации при температуре воды 10 ^{0}С, вычисляют по формуле:

$$K_{10} = \frac{864 \cdot V}{t \cdot A \cdot T \cdot J},$$

где V – объем профильтровавшейся воды при одном замере, см^3;

t- время фильтрации;

А – площадь поперечного сечения цилиндра с грунтом, см^2;

J - градиент напора;

$T=0,7+0,03T_ф$ – температурная поправка,

где $T_ф$ - фактическая температура воды при опыте;

864 – переводной коэффициент (из см/сек в м/сут).

4. Химический состав подземных вод

Природные воды являются растворами сложного состава и разнообразной минерализации, колеблющейся в пределах от единиц миллиграммов до сотен граммов в литре.

Формирование химического состава природных вод происходит в результате выщелачивания, испарения, конденсации, ионного обмена, поглощения и выделения газов, органической жизни и продуктов ее

деятельности и других физико-химических процессов взаимодействия вод с породами, почвами и газами. Растворяющая способность воды делает ее важнейшим агентом в геохимических процессах перераспределения элементов в земной коре.

В практике гидрогеологических работ исследование химического состава природных вод решает следующие задачи:

1. Изучение закономерностей формирования и распространения природных вод различного состава.
2. Исследование природных вод как поискового критерия на месторождения полезных ископаемых.
3. Оценка природных вод как химического сырья для получения йода, брома, бора, меди и др. веществ.
4. Оценка состава и свойств природных вод для питьевого, технического, сельскохозяйственного, лечебного и других видов использования.
5. Оценка загрязненности природных вод под воздействием антропогенных факторов.

С целью определения химического состава растворенных в воде веществ производят химический анализ воды.

В зависимости от задач и целей исследований полнота и характер анализа могут быть различными. В практике применяются общие, сокращенные и специальные анализы воды, производимые в полевых и стационарных условиях.

4.1. Обработка результатов химического анализа подземных вод

Ионно-солевой состав воды принято выражать в виде содержания в воде отдельных ее компонентов ионов.

Результаты химического анализа вод могут быть представлены в различных формах. Различают ионно-весовую, эквивалентную и процент-эквивалентную формы выражения химических анализов.

Ионно-весовая форма – основная форма выражения результатов анализа, представляет собой выражение ионно-солевого состава подземных вод в виде

весовых количеств отдельных ионов в миллиграммах или граммах на 1 л воды, а для минерализованных вод и рассолов – на 1 кг воды.

Однако, для полной характеристики свойств воды ионная форма выражения анализа недостаточна. Поэтому наряду с ионной формой пользуются мг/экв формой выражения анализа, наиболее полно отражающей внутреннюю химическую природу входящих в состав воды веществ и ее важнейшие свойства.

Эквивалентная форма основана на том положении, что ионы в растворе реагируют между собой не в равных весовых количествах, а в эквивалентных количествах, зависящих от массы иона и их валентности. Эквивалентным весом иона называется частное от деления его ионной массы на валентность, например: эквивалент Na^+ равен 23/1; Cl^- - 35,5/1; Ca^{2+} - 40/2. Следовательно, при реакции реагируют на 1 г Na с 1 граммом Cl^-, а 1 эквивалент Na^+ с 1 эквивалентом Cl^-.

Для перехода от ионно-весовой формы к мг/экв–форме необходимо число миллиграммов каждого иона разделить на его эквивалентный вес, или умножить на коэффициент, представляющий величину, обратную эквивалентному весу. В таблице 4.1. представлены пересчетные коэффициенты для наиболее распространенных в подземных водах ионов.

Таблица 4.1

Таблица эквивалентных масс и пересчетных коэффициентов

Анионы А	Эквивалентная масса	Пересчетный коэффициент	Катионы К	Эквивалентная масса	Пересчетный коэффициент
Cl^-	35,457	0,02820	Na^+	22,997	0,04348
SO_4^{2-}	48,033	0,02082	K^+	39,098	0,02558
HCO_3^-	61,018	0,01639	Mg^{2+}	12,160	0,08224
CO_3^{2-}	30,005	0,03333	Ca^{2+}	20,040	0,04990
NO_2^-	46,008	0,02174	NH_4^+	18,040	0,05543
NO_3^-	62,008	0,01613	Fe^{2+}	27,925	0,03581
PO_4^{3-}	31,658	0,03159	Fe^{3+}	18,617	0,05371

Если содержание какого-либо иона выражают в эквивалентной форме, то перед символом ставят знак “r” (реагирующая величина).

Согласно правилу Фрезениуса, все химические соединения, растворенные в водном растворе, реагируют между собой в эквивалентных количествах, т. е.

$$\Sigma rK = \Sigma rA$$

Практически в полном анализе, когда все ионы определены аналитически, точного совпадения цифр ввиду погрешностей анализа не бывает.

Для сопоставления химического состава природных вод различной минерализации и более ясного представления о соотношениях между ионами одной и той же воды проводится пересчет результатов анализа воды в % - эквивалентную форму.

Для вычисления %-экв принимают сумму мг·экв анионов (ΣrA), содержащихся в 1л воды за 100% и вычисляют процент содержания каждого аниона в мг·экв по отношению к этой сумме. Аналогично поступают и с катионами:

$$\%-экв_{(илиК)}A = \frac{100 \cdot rA(илиК)}{\sum rA(илиК)}$$

Результат анализа ионов, выраженный в различных формах, представляют в виде таблицы 4.2:

Таблица 4.2

Пример выражения результатов химического анализа воды

Катионы	Содержание			Анионы	Содержание		
	мг/л	мг-экв/л	%-экв/л		мг/л	мг-экв/л	%-экв/л
Na^+	78	3,39	34	Cl^-	125	3,53	36
K^+	9	0,23	2	SO_4^{2-}	83	1,73	17
Ca^{2+}	89	4,44	44	NO_3^-	5	0,08	1
Mg^{2+}	24	1,97	20	HCO_3^-	282	4,62	46
Итого pH=7,6	200	10,03	100	Итого	495	9,96	100

Определение общей минерализации. Для определения общей минерализации находят сумму миллиграммов всех ионов, молекул и других соединений, содержащихся в воде согласно выполненному анализу. О

величине общей минерализации можно судит по сухому, или плотному остатку, полученному после выпаривания воды. Растворенные газы, летучие соединения, в том числе органические вещества, при выпаривании и высушивании улетучиваются, но могут идти процессы гидролиза и образования кристаллогидратов. Все это может приводить к значительным погрешностям в определении сухого остатка. Расхождение между экспериментальным определением сухого остатка и расчетной величиной общей минерализации не должно превышать 3 %.

Определение видов жесткости воды. Общая жесткость определяется как сумма миллиграмм-эквивалент в 1 л ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, карбонатная – как величина иона HCO_3^-, связанного с Ca^{2+} и Mg^{2+}. В случае, когда количество иона HCO_3^- превышает суммарное содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, вся жесткость считается карбонатной. Постоянную жесткость воды определяют как разницу между общей и карбонатной.

4.2. Графическое изображение результатов химических анализов

Формула Курлова (или формула состава воды) - прием наглядного изображения химического состава природной воды. Эта формула представляет собой псевдодробь, в числителе которой в убывающем порядке записывают процент-эквивалентное содержание анионов, в знаменателе катионов.

Перед дробью сокращенно указывают величину минерализации (М) в г/л с точностью до одного десятичного знака, и компоненты (в том числе и газы), придающие воде специфические свойства (CO_2, H_2S, Br, Y, радиоактивность и др.). Справа от дроби указывают показатели, характеризующие Eh, pH, T (ºC), при наличии данных – дебит Q скважины или источника в $м^3$/сут.

Ионы, присутствующие в количествах менее 10 %-экв/л в форму не вносят.

В наименование состава воды включаются анионы и катионы, содержание которых превышает 25 %-экв/л. Наименование состава воды дается в следующем порядке: по минерализации, по анионному, затем по катионному составу (в

порядке увеличения), по специфическим компонентам, по величине pH, по температуре.

В качестве примера рассмотрим формулу состава воды для приведенного выше результата химического анализа подземных вод.

$$M0,7\,\frac{HCO_3\,46Cl36SO_4\,17}{Ca44Na34Mg\,20}\,pH7,6$$

Т. е. вода хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциевая пресная, слабощелочная.

Существуют графические способы выражения химического состава природных вод, которые позволяют на небольшой по размерам схеме показать результаты сотен анализов. Рассмотрим 2 из них: метод треугольных координат и график–квадрат Толстихина.

Метод треугольных координат (графики-треугольники Фере). Применение равносторонних треугольников для отображения химического состава природных вод основано на общеизвестном их свойстве: общая длина перпендикуляров, восстановленная из любой точки равностороннего треугольника на его стороны, является величиной постоянной, т. е. перпендикуляры из каждой точки треугольника могут служить координатами (рис. 4.1).

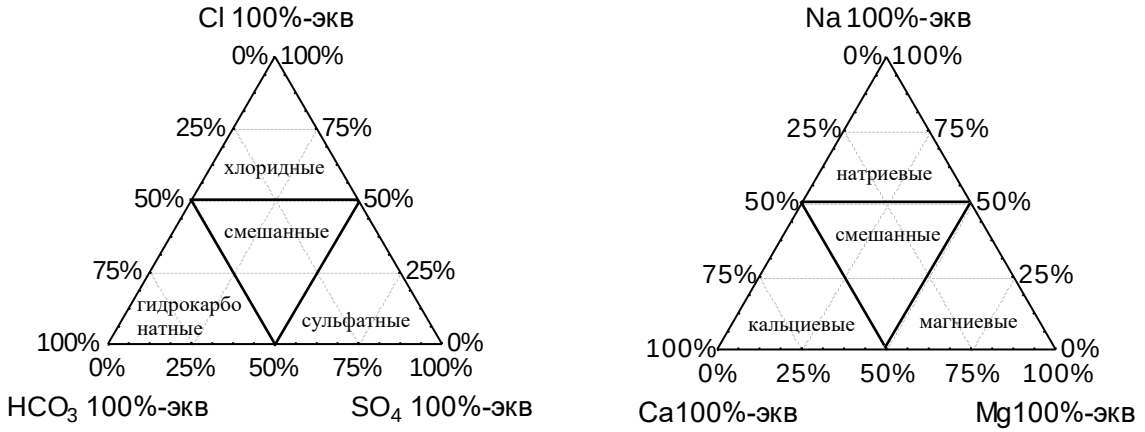
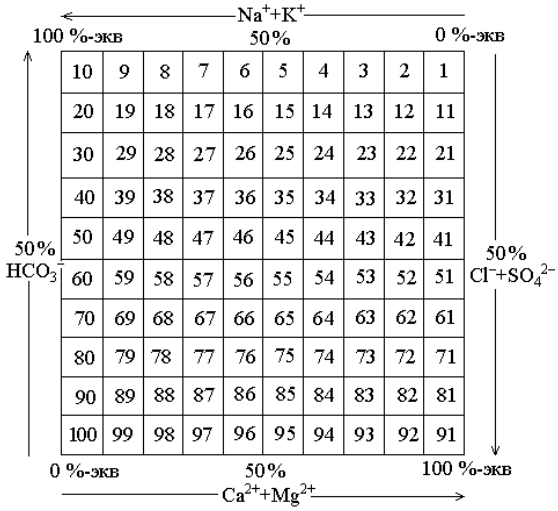


Рис. 4.1. Графическая систематизация химических анализов подземных вод по треугольникам Фере

Графики-треугольники Фере составляются отдельно для катионов и анионов, содержание которых дается в %-экв/л. В вершинах треугольников содержание ионов составляет 100 %-экв/л. Каждая сторона треугольника делится на 10 равных частей по 10 %-экв. Положение анализов определяется пересечением 3-х линий, параллельных основаниям треугольника.

Группировка анализов в вершинах треугольников указывает на преобладание в водах соответствующих ионов; в средней части располагаются смешанные по составу воды. Графики-треугольники дают возможность определения соотношений каждого иона, но сопоставление анализов затрудняется разобщенным изображением анионов и катионов.

График-квадрат Н. И. Толстихина. График-квадрат представляет собой квадрат, каждая сторона которого разделена на 10 равных частей – по 10 %-экв. По горизонтальным сторонам квадрата наносят количество катионов (%-экв), по вертикальным – количество анионов. На левой стороне квадрата сверху вниз откладывается эквивалентное содержание сумы ионов $Cl^-+SO_4^{2-}$; на правой - соответственно, снизу вверх HCO_3^-; на верхней стороне слева направо - $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ и тяжелые металлы (Me), внизу - Na^++K^+. Положение анализа на квадрате отмечается точкой и определяется пересечением 2-х осей координат (рис. 4.2).



10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41
60	59	58	57	56	55	54	53	52	51
70	69	68	67	66	65	64	63	62	61
80	79	78	77	76	75	74	73	72	71
90	89	88	87	86	85	84	83	82	81
100	99	98	97	96	95	94	93	92	91

Рис. 4.2. Графическая систематизация химических анализов подземных вод по квадрату Н. И. Толстихина

Группировка анализов в вершинах квадрата указывает на преобладание химического состава воды: если точка находится в верхнем правом углу квадрата, вода, как правило, имеет гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав; если в левом верхнем углу – гидрокарбонатный натриевый. В левом нижнем углу сосредоточены преимущественно хлоридные и сульфатные натриевые воды, а в правом нижнем – хлоридно-сульфатные магниево-кальциевые, в центре – смешанные по составу воды.

Недостатком использования графиков-квадратов является суммарное изображение ионов Cl^- и SO_4^{2}, Ca^{2+} и Mg^{2+}.

Задание. Обработать химический анализ подземный воды, приведенный в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Результаты химических анализов воды

№ п.п.	Водопункт	Температура воды, ^0C	pH	Своб. CO_2, мг/л	Сухой ост., мг/л	Анионы, мг/л				Катионы, мг/л			Примечание
						CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
1.	Скважина 1	8	7,2	0,8	298	-	115,9	107,4	8,9	12,9	52,1	15,2	NO_3 –1.4 мг/л
2.	Скважина 2	7	7,7	15,0	328	-	158,6	118,8	5,3	16,0	66,1	14,6	
3.	Скважина 3	6	7,1	49,5	278	-	134,2	71,1	7,1	8,5	50,1	12,1	$Fe_{общ}$ - 0,2 мг/л
4.	Шахтный водоотлив	15	7,8	21,0	3394	348,1	2041,0	4,1	585,0	1364,0	9,0	23,1	NO_3 -3,3 мг/л $Fe_{общ}$ – 0,2 мг/л
5.	Скважина 4	5	8,5	57,0	468	3,0	94,6	258,4	5,3	19,1	73,2	32,8	NO_2 – 0,02 мг/л NO_3 – 0,2 мг/л
6.	Скважина 5	7	7,3	1,6	798	-	405,7	261,2	24,8	170,1	50,1	36,4	NO_3 – 7,0 мг/л
7.	Шахтный водоотлив	10	7,6	33,3	1062	42,0	610,2	174,4	120,6	300,7	23,1	52,3	NO_3 –7,5 мг/л
8.	Скважина 6	8	7,7	88,0	211	-	58,0	93,4	10,6	9,4	30,1	15,8	NO_3 – 0,9 мг/л
9.	Шахтный водоотлив	13	7,3	12,4	3184	9,0	485,1	1564,7	280,1	465,3	244,5	198,2	NO_3 – 1,8 мг/л NO_2 – 1,2 мг/л
10.	Скважина 7	10	7,7	43,7	688	12,0	201,3	179,7	152,4	104,8	70,1	44,9	NO_3 – 0,9 мг/л
11.	Шахтный водоотлив	12	7,6	31,5	3164	24,0	521,7	811,8	921,8	826,5	86,2	149,6	NO_3 – 0,5 мг/л
12.	Скважина 8	9	7,1	8,8	390	-	67,1	206,1	7,1	14,9	62,1	21,8	NO_3 – 1,2 мг/л NH_4 –1,2 мг/л
13.	Скважина 9	9	7,1	19,2	332	-	259,3	68,8	7,5	16,3	70,1	20,6	NO_3 –1,8 мг/л Fe –0,9 мг/л

Продолжение табл. 4.3

№ п.п.	Водопункт	Температура воды, ^0C	pH	Своб. CO_2, мг/л	Сухой ост., мг/л	Анионы, мг/л				Катионы, мг/л			Примечание
						CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
14.	Шахта	14	7,7	10,5	2078	66,0	744,4	161,7	657,8	703,0	28,1	53,5	NO_3 – 4,0 мг/л
15.	Скважина 10	10	8,3	22,4	328	6,0	137,3	115,6	7,1	11,3	66,1	15,2	
16.	Скважина 11	8	7,9	38,9	447	-	94,6	245,7	7,1	9,4	75,2	31,6	NO_3 – 1,2 мг/л NH_4 – 2,0 мг/л
17.	Скважина 12	7	8,1	71,8	489	-	85,4	256,0	12,4	27,1	80,2	27,3	NO_3 -22,5 мг/л Fe –5,7 мг/л
18.	Скважина 13	8	8,0	13,3	304	-	125,1	104,1	14,2	29,9	56,1	7,9	NO_3 – 8,0 мг/л
19.	Шахта	13	7,3	46,0	1056	-	317,2	385,4	145,3	159,3	116,2	55,3	NO_3 – 1,2 мг/л
20.	Шахта	14	7,4	11,0	1250	-	283,7	503,6	138,2	143,4	134,2	74,1	NO_3 –0,5 мг/л
21.	Скважина 14	9	7,5	78,5	438	-	140,3	216,3	10,6	18,6	86,1	24,3	
22.	Шахта	13	7,9	28,0	1842	-	-	291,8	850,9	537,3	58,1	45,0	NH_4 –0,7 мг/л Fe –2,0 мг/л
23.	Скважина 15	10	6,4	21,1	617	-	30,5	393,4	7,1	19,8	78,2	49,8	NO_3 – 1,5 мг/л NH_4 – 1,0 мг/л Fe – 1,7 мг/л
24.	Скважина 16	8	7,1	36,5	295	-	36,6	141,1	26,6	18,8	47,1	15,2	NO_3 – 8,0 мг/л
25.	Скважина 17	9	7,6	15,4	367	-	244,0	1,0	9,0	46,3	35,3	6,0	

4.3. Оценка качества питьевых вод

При оценке подземных вод для питьевого водоснабжения пользуются следующими нормативными документами: ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Согласно этим документам, питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Безопасность воды в эпидемическом отношении определяют ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Микробиологические и паразитологические показатели качества воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформ-ные бактерии (ТТКБ)	число бактерий в 100 мл	отсутствие
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	число бактерий в 100 мл	-”-
Общее микробное число (ОМЧ)	число образующих колоний бактерий в 1 мл	не более 50
Колифаги	число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 мл	отсутствие
Цисты лямблий	число цист в 50 л	отсутствие

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по:

- обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (таблица 4.5);
- содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (таблица 4.6);

- содержанию вредных химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека (приложение 2 СанПиНа 2.1.1074-01).

Таблица 4.5

Обобщенные показатели и содержания вредных химических веществ в природных водах

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности*	Класс опасности
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	Ед. pH	в пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)**		
Жесткость общая	мг-экв/л	7,0 (10)**		
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0		
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5		
Фенольный индекс	мг/л	0,25		
Неорганические вещества				
Алюминий (Al^{3+})	мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba^{2+})	-“-	0.1	-“-	2
Бериллий (Be^{2+})	-“-	0,0002	-“-	1
Бор (B, суммарно)	-“-	0,5	-“-	2
Железо (Fe, суммарно)	-“-	0,3 (1,0)**	орг.	3
Кадмий (Cd суммарно)	-“-	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	-“-	0,1 (0,5)**	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	-“-	1,0	-“-	3
Молибден (Mo, суммарно)	-“-	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	-“-	0,05	-“-	2
Никель (Ni, суммарно)	-“-	0,1	-“-	3
Нитраты (по NO_3^-)	-“-	45,0	орг.	3
Ртуть (Hg, суммарно)	-“-	0,0005	-“-	1
Свинец (Pb, суммарно)	-“-	0,03	-“-	2
Селен (Se, суммарно)	-“-	0,01	-“-	2
Стронций (Sr^{2+})	-“-	7,0	-“-	2
Сульфаты (SO_4^{2-})	-“-	500	орг.	4
для климатических районов				
- I и II	-“-	1,5	с.-т.	2
- III	-“-	1,2	-“-	2

Продолжение табл. 4.5.

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности*	Класс опасности
Хлориды (Cl^-)	-“-	350	орг.	4
Хром (Cr^{6+})	-“-	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN^n)	-“-	0,035	-“-	2
Цинк (Zn^{2+})	-“-	5.0	орг.	3
Органические вещества***				
γ-ГХЦГ (линдан)	-“-	0,002	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	-“-	0,002	-“-	2
2,4-Д	-“-	0,03	-“-	2

Примечание: * - *лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: «с.-т.» - санитарно-токсикологический, «орг.» - органолептический;* ** - *величина, указанная в скобках, может быть установлено по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки;* *** - *нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.*

Таблица 4.6

Содержание вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор				
- остаточный свободный	мг/л	в пределах 0,3-0,5	орг.	3
- остаточный связанный	-“-	в пределах 0,8-1,2	-“-	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	-“-	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	-“-	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	-“-	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	-“-	2,0	-“-	2
Активированная кремнекислота (по Si)	-“-	10	-“-	2
Полифосфаты (по PO_4^{3-})	-“-	3,5	орг.	3
Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов	-“-	см. показатели «Алюминий» и «Железо» таблицы 4.5		

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + ... + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

Благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в таблице 4.7, а также нормативам содержания веществ, оказывающих влияние на органолептические свойства воды, приведенным в табл. 4.5 и 4.6 и в Приложении 2 СанПиН 2.1.4.1074-01.

Таблица 4.7

Нормируемые значения показателей органолептических свойств воды

Показатели	Единицы измерения	Норматив, не более
Запах	баллы	2
Привкус	-“-	2
Цветность	градусы	20 (35)*
мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	2,6 (3,5)* 1,5 (2,0)*

Примечание: * - *величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной систему водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.*

Не допускается присутствие в питьевой воде различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки.

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам по показателям общей α и β-активности, представленным в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Нормируемые показатели общей α и β-активности питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы	Показатель вредности
Общая α-активность	Бк/л	0,1	радиац.
Общая β-активность	Бк/л	1,0	- « -

5. Построение и анализ карт гидроизогипс

Грунтовые воды - подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом выдержанном водоупорном пласте.

Форма поверхности грунтовых вод определяется водопроницаемостью пород, условиями питания водоносного горизонта, конфигурацией берегов рек, к которым стекают грунтовые воды, понижением водоупора, мощностью водоносного пласта и т. д.

О форме их поверхности можно судить по карте изогипс.

Гидроизогипсами называют линии, соединяющие точки одинаковой абсолютной высоты поверхности грунтовых вод, или иначе - это линии - горизонтали зеркала грунтовых вод.

Для построения карты изогипс пользуются данными замеров глубин залегания уровней грунтовых вод в скважинах, шурфах, колодцах, горных выработках, отметками источников, сведениями водомерных постов на поверхностных водоемах.

Так как уровень грунтовых вод постоянно изменяется под влиянием различных природных и искусственных факторов, все данные, используемые при построении карт изогипс, должны быть взяты на одну дату, т. е. получены по одновременным замерам всех точек наблюдения, поэтому карты изогипс всегда датируются.

Карты изогипс составляют в масштабах от 1:10000 до 1:200000 в зависимости от характера и стадии гидрогеологических исследований. Сечение гидроизогипс выбирают в зависимости от принятого масштаба карты, пустоты пунктов наблюдений за уровнем грунтовых вод, уклона их поверхности. Обычно берут сечения 0,5, 1, 2, 5 и более м.

Глубина залегания грунтовых вод в каждой точке замера пересчитывается на абсолютные или относительные отметки:

$$H_в = H_з - h,$$

где $H_в$ - абсолютная отметка уровня грунтовых вод;

$H_з$ - абсолютная отметка поверхности земли;

h - глубина залегания подземных вод.

Вычисленные отметки уровня грунтовых вод наносятся на топографическую основу и методом интерполяции строят изогипсы.

Наиболее удобно интерполировать отметки по способу треугольников: все точки, по которым производятся замеры, соединяют линиями, образующими треугольники. При интерполяции этим методом должны соблюдаться следующие правила:

Линии, образующие треугольники, необходимо проводить так, чтобы длинная сторона была перпендикулярна к направлению падения потока.

Нельзя интерполировать точки, расположенные по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов. При наличии таких водотоков определять отметки урезов рек по водомерным постам и использовать их при интерполяции как точки выхода грунтовых вод на урезе реки (предварительно должен быть проанализирован характер дренирования грунтовых вод).

Не следует проводить интерполяцию между грунтами скважин, расположенных далеко друг от друга. Лучше проводить интерполяцию для каждой группы скважин отдельно, иначе можно исказить действительную форму поверхности грунтового потока.

При интерполяции удобно пользоваться палеткой на кальке в виде масштабной сетки, состоящей из системы параллельных линий, проведенных на расстоянии 2 - 5 мм. С помощью масштабной сетки пропорционально делят отрезки, соединяющие точки, отметки уровня которых подлежат интерполяции. После интерполяции соединяют точки с одинаковыми отметками; эти кривые и будут гидроизогипсами.

Необходимо отметить, что грунтовый поток обычно разбивается реками и поверхностными водоемами на отдельные, более мелкие потоки. Поэтому не следует интерполировать точки, расположенные по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов. При наличии таких водотоков необходимо определять отметки урезов рек по водомерным постам и использовать их при интерполяции как точки выхода грунтовых вод на урезе реки.

Кроме карт гидроизогипс для целей проектирования и строительства могут составляться карты глубин залегания поверхности грунтовых вод, или карты гидроизобат. **Гидроизобатами** называют линии, соединяющие точки с одинаковыми глубинами залегания грунтовых вод. Карты гидроизобат, так же как и гидроизогипс, строят методом интерполяции глубин залегания уровня грунтовых вод.

Чаще всего для решения различных практических задач, карты гидроизогипс и гидроизобат составляют на одной и той же топографической основе.

Анализ карт гидроизогипс позволяют составить краткую гидрогеохимическую характеристику участка. По карте гидроизогипс можно определить:

- Направление движения грунтовых вод на заданном участке.
- Глубину залегания грунтовых вод в любой точке или на любом участке.
- Уклон грунтового потока.

- Характер взаимосвязи грунтовых вод с поверхностными.
- Условия питания и разгрузки подземных вод.

Направление движения грунтовых вод определяется по нормам к 2-м смежным гидроизогипсам. Движение воды направлено от более высоких отметок уровня к более низким.

Глубину залегания грунтовых вод в любом заданном пункте определяют по разности отметок горизонтами рельефа и гидроизогипсы.

Уклон потока подземных вод (J) определяется для любого заданного участка карты делением сечения карты гидроизогипс на кратчайшие расстояния между двумя гидроизогипсами, взятые в масштабе карты:

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

где H_1 и H_2 – отметки уровня грунтовых вод в двух точках;

L – расстояние между этими точками в масштабе карты.

Для определения уклона грунтового потока выбирается участка с наиболее равномерным и прямолинейным распределением гидроизогипс.

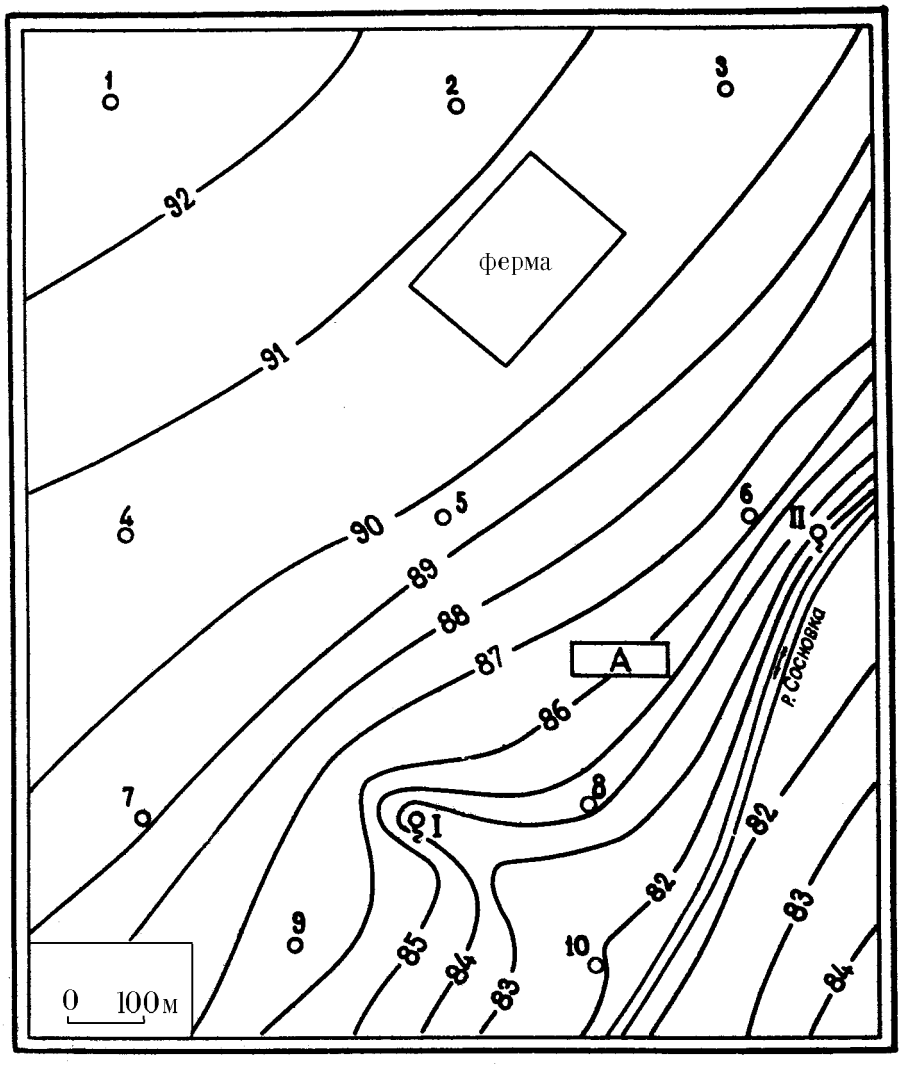
Связь грунтовых вод с поверхностными определяется по характеру сопряжения гидроизогипс с водоемами; если грунтовый поток направлен к реке, то он дренируется ею, если потоку грунтовых вод направлен от реки – река дренируется грунтовыми водами.

По соотношению и характеру изменения гидроизогипс могут быть выделены водоразделы подземных вод, участки их питания и разгрузки.

Участки замкнутых гидроизогипс с высокими отметками указывают на положение водоразделов грунтовых вод, где условия питания наиболее благоприятны.

Зоны с нулевой глубиной до воды указывают на участки выхода подземных вод на поверхность земли.

Задание. Построить карту гидроизогипс на топографической основе заданного масштаба, используя данные таблицы 5.1.



Данные для построения карты гидроизогипс:

№ скважины	Абсолютная отметка устья скважины, м	Глубина залегания грунтовых вод, м	Абсолютная отметка зеркала грунтовых вод, м
1		5,2	
2		4,5	
3		4,3	
4		5,0	
5		4,1	
6		2,0	
7		4,0	
8		1,0	
9		2,6	
10		0,5	

Необходимо:

1. Пользуясь приведенными данными по буровым скважинам, шурфам, колодцам, источникам и водомерному посту на реке – провести на карте гидроизогипсы через 1 м.
2. Определить направление движения подземных вод, показать его стрелками на карте, на характерных участках определить гидравлический уклон потока.
3. Определить по карте, на какой глубине можно встретить подземные воды, выделить зоны с различной глубиной (до 1 м, 1-3 м, 3-6 м, 6 м).
4. Охарактеризовать условия питания и разгрузки подземных вод.
5. Определить характер взаимосвязи реки и подземных вод, выявить влияние оврагов на поверхность подземных вод.

6. Построение и анализ гидрогеологических разрезов

Гидрогеологические разрезы – широко применяемая форма графической обработки и обобщения информации, разрезы характеризуют гидрогеологические условия территории в вертикальном разрезе.

Гидрогеологические разрезы характеризуют условия залегания и приуроченность подземных вод к различным горным породам, их связь с поверхностными водами, положение уровня подземных вод.

Построение разрезов выполняется в следующей последовательности:

1) выбирается наиболее информативный участок, где линия разреза пересекает различные геоморфологические элементы, зоны разломов, долины рек;
2) выбирается горизонтальный и вертикальный масштабы разреза. Горизонтальный масштаб должен соответствовать масштабу карты, вертикальный масштаб должен обеспечить четкое изображение

условий залегания и взаимосвязи водоносных горизонтов и комплексов, рек и т. п.;

3) строится гипсометрический профиль, на котором вертикальными линиями показывается местоположение скважин, отметки их устья и забоя, показывается рельеф поверхности земли. По данным бурения строят геолого-литологические колонки, проводят геологические и литологические границы пород, зоны разломов. Наносят положение уровня подземных вод по замерам в скважинах, колодцах, шурфах, источниках и др. На основании гидрогеологических данных выделяют водоносные горизонты и комплексы, разделяющие их водоупоры, указывают интервалы опробования, количественные показатели изученных свойств.

Для построения разреза необходимы топографическая карта, геологический и геоморфологический профили по выбранному направлению, геолого-литологические колонки скважин, шурфов и других выработок, находящихся на линии разреза или вблизи него, результаты наблюдений за уровнем подземных вод в скважинах, колодцах и др. выработках, результаты наблюдений на гидрометрических постах, специализированные исследования в скважинах и т. п.

Гидрогеологические разрезы анализируют в следующем порядке:

1. Устанавливают водоносные горизонты, условия их залегания, состав пород и данные об уровнях подземных и поверхностных вод.
2. Определяют мощность водоносного пласта как разность отметок его кровли и подошвы, величину напора над кровлей как разность отметок между пьезометрическим уровнем и кровлей пласта. Зоны, где поверхность земли располагается ниже пьезометрической кривой, выделяют как участки возможного самоизлива. Глубина безнапорных подземных вод определяется как разность отметок поверхности земли и уровня подземных вод, мощность - разностью отметок зеркала

подземных вод и водоупорной подошвой водоносного пласта; определяют мощность и строение зоны аэрации, устанавливают наличие относительно водоупорных прослоев в зоне аэрации, т. к. на них может формироваться верховодка, возможно создание и зон местного напора.

3. Характеризуют условия движения подземных вод; направление, уклон потока на разных участках.
4. Выделяют вид, условия питания и разгрузки подземных вод, местоположение областей питания и разгрузки.
5. Устанавливают характер и интенсивность взаимосвязи между водоносными горизонтами из литолого-фациального анализа разреза и соотношений напоров смежных водоносных горизонтов, характера изменения этих соотношений по разрезу.

Задание. Построить гидрогеологический разрез по карте гидроизогипс, используя данные таблицы 6.1.

Таблица 6.1

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по линии 1- 11 по карте гидроизогипс

№ слоя (сверху вниз)	Мощность слоя, м	Геолог. индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина выработки, м
			скважина 1	20
1	4,8	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	14,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	1,2	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 4	18
1	2,4	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	12,6	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	3,0	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 9	15
1	1,3	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	9,6	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	4,1	Q_{III}	глина плотная	
			Скважина 10	3
1	3,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
			Скважина 11	10
1	6,8	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
2	3,2	Q_{III}	глина плотная	

Примечание: скважина 11 намечается произвольно, на противоположном берегу, в нижнем правом углу карты на 84 горизонтали рельефа.

Список литературы

1. Гавич И. К., Лучшева А. А., Семенова-Ерофеева С. М. Сборник задач по общей гидрогеологии Уч. пос. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985, 412 с.
2. Гореев П. В., Шемелина В. А., Шулякова О. К. Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии: Уч. пос. для учащихся гидрогеологических специальностей геологоразведочных техникумов. М., Высш. школа, 1981, 152 с.
3. ГОСТ 25584-90. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
4. ГОСТ 9.602-89. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
5. Кирюхин В. А., Коротков А. И., Павлов А. Н. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. Л.: Недра, 1988, 359 с.
6. Методические разработки для лабораторных и практических работ по курсам «Гидрогеология» и «Инженерная геология» для специальностей 0108; 0101; 0105; и «Гидрогеология с основами инженерной геологии» для специальностей 0209; 0202; 0206. Часть 1. Свердловск, изд. СГИ, 1980, 45 с.
7. Основные положения по составлению серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200000 и 1:1000000. М.: МПР РФ, 2001, 15 с.
8. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

Н. В. Рубан

Основы гидрогеологии и инженерной геологии

**Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С. П. Тагильцев

«_13_» __апреля__ 2019 г.

Н. В. Рубан

Основы гидрогеологии и инженерной геологии

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Общие положения	4
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	7
	2.1. Повторение материала лекций	7
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	8
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	8
3.	Другие виды самостоятельной работы	8
	3.1. Подготовка к зачёту	8
4.	Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов	10
	Список литературы	14

Введение

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие *задачи:*

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;

- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;

- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;

- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;

- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);

- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1. Повторение материала лекций

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.2. Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий.

3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Подготовка к зачету

В комплекте оценочных средств представлен перечень тестовых заданий, теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к зачету:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

4.ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям.

Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники.

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть

обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть

студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля.

Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного этапа. В то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества, Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ направление подготовки специалитета 21.05.02 «Прикладная геология».
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г.

Учебное издание

Рубан Наталья Валентиновна

Основы гидрогеологии и инженерной геологии

Методические указания по организации самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки 21.05.02 – Прикладная геология
(специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»)

Редактор С. Н. Тагильцев

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60 х 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л.. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

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

В. Г. Жуков

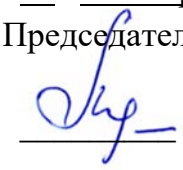
ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Методические указания
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности
21.05.02 – «Прикладная геология»
специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»
очного и заочного обучения

Екатеринбург
2023

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

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
инженерно-экономического факультета
«11» сентября 2023 г.
Председатель комиссии



доц. Л. А. Мочалова

В. Г. Жуков

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Методические указания
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности
21.05.02 – «Прикладная геология»
специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2023

УДК 338.45
Ж 8 5

Рецензент: О. Б. Позднякова, канд. экон. наук,
доцент кафедры экономики и менеджмента УГГУ

Методические указания рассмотрены на заседании
кафедры экономики и менеджмента «11» сентября 2023 г. (протокол № 1)
и рекомендованы для издания в УГГУ

Жуков В. Г.

Ж85 ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ: методические указания по выполнению курсовой работы для студентов специальности 21.05.02 – «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания очного и заочного обучения» / В. Г. Жуков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2023. – 39 с.

Методические указания, подготовленные в соответствии с рабочей программой дисциплины «Экономика и организация геологоразведочных работ», помогут студентам специальности 21.05.02 – «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» организовать свою работу по подготовке и написанию курсовой работы по дисциплине. В них представлены общие требования к курсовой работе, его структура и содержание, требования к оформлению, а также алгоритм написания и пример расчета сметы.

© Жуков В. Г., 2023
© Уральский государственный
горный университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ……..…….. 4

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ …….. 7
2. ОЦЕНКА ИЗУЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ ……. 8
3. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА (УЧАСТКА) РАБОТ ……. 8
4. СОСТАВ, ВИДЫ И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ …… 10
5. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗЫСКАНИЙ ……...…….. 13
6. СМЕТА И СМЕТНО-ФИНАНСОВЫЕ РАСЧЕТЫ ……... 16
   - 6.1. Общие указания ……...….... 16
   - 6.2. Порядок составления сметы на инженерно-геологические изыскания ……..…… 27
   - 6.3. Основные экономические показатели по объекту изысканий ….. 34

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ……...…….. 38

ВВЕДЕНИЕ

Рост объемов капитального строительства обуславливает увеличение изыскательских работ, поскольку с них начинается любое строительство объектов. В связи с чем вопросы ценообразования, экономики и организации производства должны стоять в центре внимания изыскательских организаций, а сметно-финансовые расчеты – определять размер материальных, трудовых и денежных ресурсов на выполнение проектируемых объемов работ.

В данных методических указаниях излагаются основные положении, которыми следует руководствоваться при составлении курсовой работы по дисциплине «Экономика и организация геологоразведочных работ» и экономической части выпускной квалификационной работы студентами специальности 21.05.02 – «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

Проект (программа) на проведение изыскательских работ составляется на основе технического задания заказчика. В зависимости от задания программа разрабатывается либо на комплекс изысканий (инженерно-геодезических, инженерно-геологических, инженерно-экологических и др.), либо на каждый вид изысканий отдельно.

В программе изысканий дается обоснование основных видов и объемов проектируемых работ, методики, техники и сроков их производства, а также категории сложности природных условий и условий производства работ, степени изученности территории и т. п. Виды и объемы изыскательских работ определяются на основе «Свода правил» по инженерно-геологическим изысканиям для строительства [1 – 8].

Стоимость изыскательской продукции (работ, услуг) – договорная цена – устанавливается в договоре (контракте) на создание изыскательской продукции по соглашению сторон: заказчика и исполнителя работ.

Базисная цена (стоимость) – определяется сметным расчетом в ценах на

01.01.1991 г. по Справочникам базовых цен 1999 г. на различные виды изыскательских работ Госстроя России [12], а на работы, отсутствующие в справочниках – по Сборнику цен на изыскательские работы для капитального строительства: М., 1982 (СУ и Р -82) [13] с применением к ним инфляционного индекса.

Порядок расчета инфляционного индекса рекомендован письмом Минстроя России от 17.12.1992 г. № БФ - 1060 / 9 и устанавливается «Временными рекомендациями по уточнению базовых цен, определяемых по Сборнику цен на изыскательские работы…, 1999 г.», в соответствии с которыми рассчитывается инфляционный индекс. Для приведения сметы к текущим ценам изыскательские организации используют инфляционные индексы, размер которых определяется и ежеквартально обновляется Письмом Минстроя РФ.

В изыскательских организациях программа на производство инженерно-геологических изысканий состоит из следующих разделов:

1. Общие сведения.

2. Оценка изученности территории.

3. Краткая физико-географическая характеристика района (участка) работ.

4. Состав, виды и объемы проектируемых работ.

5. Методы выполнения работ, в том числе: полевые работы; лабораторные работы; камеральные работы.

6. Контроль качества и приемка работ.

7. Требования по охране труда и технике безопасности при проведении работ.

8. Предоставляемые отчетные материалы.

9. Перечень нормативных документов

10. Список использованных материалов.

Приложение А (обязательное) – Техническое задание.

Приложение Б (обязательное) – Выписка из реестра членов саморегулируемой организации.

Приложение В (обязательное) – Сертификат о наличии Системы менеджмента качества.

В данную курсовую работу включены разделы Программы, необходимые для обоснования стоимости инженерных изысканий. К ним относятся первые четыре раздела Программы изысканий. Обоснование методики проведения изысканий не требуется (5 раздел), так как это является предметом изучения в специальных дисциплинах. Разделы 6–8 Программы изысканий в данном курсовом проекте можно не приводить. Перечень нормативных документов следует привести в списке используемой литературы.

Заключительным, и основным разделом данной курсовой работы является смета и сметно-финансовые расчеты.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В данном разделе необходимо привести следующие данные:

1. Наименование объекта изысканий.

2. Ссылка на договор с заказчиком и его реквизиты.

3. Сведения о саморегулируемой организации, членом которой является организация-исполнитель с регистрационным номером в реестре саморегулируемых организаций.

4. Сведения о сертификации системы менеджмента качества организации с указанием регистрационного номера сертификата.

5. Конфиденциальность полученной сторонами информации.

6. Цели и задачи инженерных изысканий.

7. Ссылка на нормативные документы, в соответствии с требованиями которых проводятся инженерные изыскания.

8. Стадия проектирования.

9. Технические характеристики проектируемых зданий и сооружений.

10. Номер и дата получения разрешения на производство изысканий.

2. ОЦЕНКА ИЗУЧЕННОСТИ ТЕРРИТОРИИ

Кратко, в объеме, необходимом для обоснования методики, видов и объемов проведения проектируемых изыскательских работ, **рассматриваются следующие вопросы:**

1. Обзор, анализ и оценка ранее проведенных работ в их хронологической последовательности; обеспеченность работ топографическими картами.

2. Приводятся сведения о местонахождении геологических материалов, степени их пригодности для повторного использования, даются указания по их использованию при производстве полевых работ и составлении технического отчета.

3. КРАТКАЯ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА (УЧАСТКА) РАБОТ

В данном разделе указываются: географическое и административное положения объекта, его положение относительно путей сообщения (железнодорожных, водных, шоссейных); экономическая освоенность и обжитость района (основные промышленные и сельскохозяйственные предприятия и населенные пункты); возможность набора рабочей силы, аренды зданий и помещений; топливно-энергетические ресурсы района; местные строительные и лесные материалы; водные ресурсы района и возможность их использования для питьевых и технических целей; удаленность участка работ от базы партии (экспедиции).

Описывается краткая характеристика природных условий района работ, в том числе:

1. Рельеф, макро- и микрорельеф, генезис, физико-геологические процессы и явления; инженерно-геологические процессы; характер растительности; условия проходимости.

2. Гидрографическая сеть района, основные водотоки, водоемы, их гидрологический режим.

3. Климат, температурный, ветровой, поляризационный режимы. Количество осадков в различные периоды года; глубина промерзания грунтов.

4. Геологическое строение, инженерно-геологические, гидрогеологические условия. Здесь приводятся данные о стратиграфии, тектонике района, условиях залегания, мощности, литологии, физико-механических свойствах грунтов; условиях залегания, питания, разгрузки водоносных горизонтов, водообильности водовмещающих пород, параметрах фильтрации, глубине залегания уровня грунтовых вод, химическом составе вод, взаимосвязи поверхностных и подземных вод, взаимодействии подземных горизонтов, режиме подземных вод.

Природные условия района работ должны быть охарактеризованы с детальностью, обеспечивающей выделение основных факторов, определяющих состав, объемы и методику проектируемых видов изысканий, а также условия проведения полевых работ, выбор норм и сметных расценок.

4. СОСТАВ, ВИДЫ И ОБЪЕМЫ ПРОЕКТИРУЕМЫХ РАБОТ

В данном разделе излагается краткая методика проведения работ по видам изысканий. *Этот раздел состоит из отдельных подразделов.*

В вводном подразделе указываются основные задачи комплекса или вида изысканий, вытекающие из особенностей природных условий, требований технического задания.

В подразделе «Инженерно-геодезические изыскания» обосновываются:

– методика и объемы геодезических работ (метод построения, плотность, геометрический вид сети, используемые инструменты, ожидаемая точность определения положения пунктов);

– методы и объемы планово-высотного обоснования;

– способы и объемы топографических съемок (масштаб и сечение рельефа горизонталями, составление планов и т. д.);

– виды и объемы специальных съемок (инженерных коммуникаций, транспортных сооружений и т. п.);

– объемы и виды линейных изысканий (методы и условия производства, выбор и обоснование трасс);

– типы и способы закрепления геодезических пунктов, точек съемочного обоснования, трасс и др. точек;

– вспомогательные работы (рубка леса и кустарника, строительные работы и т. п.).

В подразделе «Инженерно-геологические изыскания» обосновываются:

– задачи, методика и объемы рекогносцировки и инженерно-геологической съемки;

– задачи, состав, методы, объемы, аппаратура и условия проведения геофизических работ;

– задачи, состав, технология, объемы буровых и горнопроходческих работ (число и место расположения выработок, их глубина, способ проходки, конструкция и т. п.);

– методика отбора проб грунтов и воды, наблюдений за уровнем грунтовых вод;

– задачи, методы и объемы полевых испытаний грунтов (состав, число опытов, глубина и технология испытаний);

– задачи, методика и объемы гидрогеологических работ (наливы, нагнетания, экспресс-откачки, одиночные и кустовые откачки, число опытных скважин и кустов, их местоположение, схема расположения наблюдательных скважин в кусте, оптимальное значение дебита, продолжительность откачек, конструкция опытных и наблюдательных скважин, методика производства наблюдений в процессе откачки, организация наблюдательной сети, цикличность и продолжительность стационарных наблюдений);

– методика и объемы лабораторных определений свойств грунтов;

– методика камеральной обработки материалов по видам работ.

В подразделе «Гидрологические изыскания» в соответствии с задачами проектирования обосновываются:

Состав, методика и объемы полевых гидрологических работ (исследование водотоков, водосборов, организация водопостов, виды наблюдений, их периодичность и продолжительность и т. д.).

Методика камеральных работ (определение основных гидрологических характеристик расчетным путем, по данным наблюдений, с использованием аналогов и т. д.)

Эффективность затрат на изыскательские работы в значительной степени зависит от принятой методики работ.

Поэтому в этом разделе необходимо выбрать такой вариант методики, который бы обеспечил решение задачи изысканий при минимальных затратах на их проведение.

В заключении раздела приводится сводная таблица видов и объемов работ по принятому варианту методики и сроки их выполнения по форме табл. 4.1.

Таблица 4.1

Виды и объемы работ

Наименование вида работ	Объемы работ	Сроки выполнения работ по месяцам года		Продолжительность неблагоприятного периода, мес.
		начало	окончание	

Сроки выполнения изыскательских работ определяются в соответствии с разработанным календарным планом работ и увязываются с Едиными нормами времени на изыскательские работы [15, 16].

По каждому виду изыскательских работ определяется продолжительность неблагоприятного периода года в соответствии с прил. 2 Справочника базовых цен [12].

5. ОРГАНИЗАЦИЯ ИЗЫСКАНИЙ

В данном разделе курсовой работы необходимо определить следующие показатели:

1. Затраты времени на выполнение каждого вида работ.

2. Исходя из этого, составить календарный план выполнения работ на объекте изысканий.

3. Обосновать количество производственных единиц (станков, единиц оборудования, бригад и т. п.) и численность работников на каждом виде работ.

4. Рассчитать среднесписочную численность работников на объекте изысканий.

Затраты времени на выполнение основных видов изыскательских работ могут быть определены по временным нормам, действующим в данной изыскательской организации, или по опыту её работы. Могут быть использованы нормативные документы, разработанные др. министерствами и ведомствами, например, – Сборники сметных норм на геологоразведочные работы [14].

При отсутствии действующих нормативных документов, в учебных целях, могут быть использованы не актуализированные Единые нормы времени на изыскательские работы [15, 16].

Все нормы времени ($Н_{вр}$) приводятся для нормальных условий проведения работ. При отклонении от нормальных условий должны вводиться поправочные коэффициенты.

Нормы времени ($Н_{вр)}$ рассчитаны на 7-часовой рабочий день на поверхностных работах и на 6-часовой рабочий день – при работах в подземных выработках.

Далее приводится сводный календарный план выполнения всего комплекса изысканий на объекте. Пример и форма составления календарного плана показаны в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Календарный план производства изыскательских работ

Виды работ	Объем работ	Сроки выполнения работ: начало-окончание	Месяцы				
			январь	февраль	март	апрель	май
Сбор, обработка материалов изысканий прошлых лет, %	100	01.01.2023 – 20.01.2023	—				
Полевые работы, всего в том числе:		20.01.2023 – 30.04.2023	—	—	—	—	
Рекогносцировочное (маршрутное) обследование, км	65	20.01.2023 – 15.02.2023	—	—			
Бурение скважин, п. м.	1200	16.02.2019-31.03.2023		—	—		
И т. д. прочие работы							
Камеральные работы, %	100	01.05.2023 – 31.05.2023					—

Среднесписочная численность работников, задействованных при выполнении запроектированного комплекса работ, определяется на основе сводного расчета затрат труда ИТР и рабочих, который составляется в соответствии с продолжительностью каждого вида работ по календарному плану в днях и численностью работников, участвующих в выполнении этого вида работ.

Сводный расчет затрат труда составляется по форме таблицы 5.2.

В итоге расчетов получаем сумму затрат труда в чел.-днях.

Затем определяется фонд рабочего времени одного работающего за календарный период выполнения работ на объекте:

$$T_ф = (T_к – T_{пр} – T_{вых} – T_{отп})\ \ 0{,}96,$$

где $T_ф$ – фонд рабочего времени одного работающего за рассматриваемый период, дн.;

$T_к$ – сроки выполнения запроектированного объема работ, дн. (общее количество календарных дней работы на объекте);

$T_{пр}$ – число праздничных дней за рассматриваемый период, дн.;

Таблица 5.2

Затраты труда на работы, по объекту изысканий, чел.-дн.

Вид работ	Затраты времени, дн.	Численность работников, чел.	Затраты труда, чел.-дн.
Сбор, обработка материалов изысканий прошлых лет	20	1	20
Рекогносцировочное (маршрутное) обследование	25	2	50
Бурение скважин	44	3	132
Камеральные работы	31	2	62
И т. д.			
			∑ =

$T_{вых}$ – число выходных дней, дн.;

$T_{отп}$ – число дней отпуска, дн. (определяется исходя из двух дней отпуска за один месяц работы);

0,96 – коэффициент, учитывающий невыходы на работу по уважительным причинам.

При делении суммарных затрат труда в чел.-днях на фонд рабочего времени одного работающего получаем среднесписочную численность трудящихся за весь период выполнения комплекса изыскательских работ на объекте.

6. СМЕТА И СМЕТНО-ФИНАНСОВЫЕ РАСЧЕТЫ

6.1. Общие указания

Смета составляется на весь комплекс и объемы изыскательских работ независимо от того, одним или несколькими отделами они проводятся.

При составлении сметы следует пользоваться Справочником базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства [12].

Справочник базовых цен [12] предназначен для применения организациями различных организационно-правовых форм, выполняющими изыскательские работы и имеющими лицензию на их проведение.

Справочник содержит базовые цены:

– на рекогносцировочное (маршрутное) обследование и маршрутные наблюдения;

– буровые работы;

– горнопроходческие работы;

– опытно-фильтрационные работы, полевые исследования грунтов и отбор проб;

– лабораторные работы и исследования;

– камеральные работы;

– разные работы и услуги;

– вспомогательные работы.

Цены рассчитаны в соответствии с составом, объемом и технологией производства полевых и камеральных работ, обеспечивающих создание отчетной документации, удовлетворяющей требования ГОСТ и действующих нормативных документов (утвержденных и согласованных Госстроем России), и являются оптимальными для определения стоимости этих работ.

Цены на полевые работы предусмотрены для выполнения работ в экспедиционных условиях, т. е. с выплатой работником командировочных или полевого довольствия.

Цены по камеральной обработке материалов изысканий и производству лабораторных работ предусмотрены для использования их в условиях стационара.

Цены даны в рублях на измеритель (единицу физического объема работ) и на отдельные виды работ приведены в виде дроби: над чертой – цена полевых работ, под чертой – цена камеральных работ. В остальных случаях цены предусмотрены отдельно для полевых и камеральных работ.

Первичная обработка материалов изысканий, выполняемая в экспедиционных условиях, учтена в ценах на полевые работы.

Кроме того, в ценах учтены расходы:

а) на получение технического задания на производство изысканий;

б) согласование с заказчиком программы (предписания) изысканий и подготовку договорной документации;

в) подготовку, поверку приборов, инструментов, оборудования и метрологическое обеспечение единства и точности средств измерений;

г) внутренние контроль и приемку изыскательских материалов;

д) сдачу отчетных материалов изысканий заказчику.

В ценах не учтены и определяются дополнительно по соответствующим таблицам (нормативам) настоящего Справочника базовых цен [12] и включаются в сметы следующие расходы:

а) по внутреннему транспорту;

б) внешнему транспорту;

в) организации и ликвидации работ на объекте;

г) отбору монолитов, валовых проб и проб для анализа на загрязненность по химическим и бактериологическим показателям;

д) составлению и согласованию с заказником программы (предписания)

изысканий, а также составлению и выдаче заказчику технического отчета (заключения);

е) подготовке и выдаче заказчику промежуточных материалов инженерных изысканий;

ж) разным вспомогательным работам (геотехнический контроль, радиометрические работы, геодезические работы и др.);

з) оформлению разрешений (регистрации) на производство инженерных изысканий;

и) рекультивации земель;

к) содержанию (аренде) изыскательских баз и радиостанций;

л) монтажу, демонтажу и содержанию (аренде) специального изыскательского оборудования.

Цены рассчитаны для условий производства изысканий в средней полосе европейской части Российской Федерации (по уровню заработной платы), благоприятного периода года и нормального режима проведения изыскательских работ.

При определении сметной стоимости изысканий, выполняемых в др. районах Российской Федерации, а также в неблагоприятный период года, к ценам применяются соответствующие коэффициенты:

а) при выполнении изысканий в горных и высокогорных районах к ценам применяются коэффициенты, приведенные в табл. 6.1.

б) при выполнении изысканий в пустынных и безводных районах к ценам на эти изыскания применяются коэффициенты, приведенные в прил. 1 Справочника базовых цен [12];

в) при выполнении изысканий на территориях со специальным режимом к ценам на полевые работы применяется коэффициент 1,25, а в районах с радиоактивностью более 1 $м^3$ в/год или 0,1 бэр/год – коэффициент от 1,25 ÷ 1,5, в зависимости от уровня радиоактивности, оцениваемого в соответствии с Нормами радиационной безопасности НРБ-96 (ГН 2.6.1.054-96).

Таблица 6.1

Коэффициенты к ценам за выполнение работ в горных и высокогорных районах

Параграф	Наименование района	Коэффициент
	Горный и высокогорный с абсолютными высотами поверхности участка над уровнем моря, м.	
I	1500 ÷ 1700	1,1
2	1700 ÷ 2000	1,15
3	2000 ÷ 3000	1,20
4	Свыше 3000	1,25

Примечание. К территориям со специальным режимом относятся районы и участки, где по обстановке или установленному режиму неизбежны перерывы или затруднения. связанные с потерями рабочего времени при изысканиях: пограничные районы, полигоны, аэродромы, строительные площадки, на которых производятся взрывные работы, участки с сильной запыленностью воздуха (стройплощадки, карьеры и т. п.), экологически вредные территории, внутренние территории взрывоопасных, вредных и горячих цехов предприятий оборонной, химической, металлургической, угольной и горнодобывающей промышленностей, действующие электрические станции и подстанции, открытые распределительные устройства электрических станций, полосы шириной до 200 м действующих линий электропередачи напряжением 500 кВ и выше. Полотно железных и автомобильных дорог, магистральных улиц (проспектов) городов, территории ж. д. станций, портов и др., где неизбежны задержки и перерывы в работе, вызываемые интенсивным движением транспорта и т. п.

г) при выполнении полевых изыскательских работ в неблагоприятный период года в соответствующих районах (согласно прил. 2, Справочника [12]) к их стоимости применяются коэффициенты, приведенные в табл. 6.2;

д) при выполнении изысканий в районах Российской Федерации, для которых в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации (согласно прил. 3, 4 Справочника базовых цен [12]) к заработной плате работников, занятых на изысканиях, установлены районные коэффициенты, к итогу сметной стоимости этих изысканий применяются коэффициенты, приведенные в табл. 6.3.

Таблица 6.2

Коэффициенты к ценам за выполнение полевых работ в неблагоприятный период года

Параграф	Продолжительность неблагоприятного периода, мес.	Коэффициент
1	2 – 3,5	1,1
2	4 – 5,5	1,2
3	6 – 7,5	1,3
4	8 – 9,5	1,4

е) при выполнении изысканий организациями, производящими выплаты, связанными с предоставлением льгот лицам, работающим в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях (согласно прил. 5 Справочника базовых цен [12]), а также в др. районах, установленных действующим законодательством, к итогу сметной стоимости изысканий применяются соответствующие коэффициенты:

1,50 – при выполнении изысканий в районах Крайнего Севера;

1,25 – то же, в местностях, приравненных к районам Крайнего Севера;

1,15 – в южных районах Иркутской области, Красноярского края и Дальнего Востока (Амурская область, Приморский и Хабаровский края), в Архангельской и Читинской областях, Республиках Бурятия, Карелия, Коми (за исключением районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера).

Примечание. При одновременном применении коэффициентов, указанных в пунктах «д» и «е», общий повышающий коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий определяется путем суммирования единицы с дробными частями соответствующих коэффициентов таблицы 6.3 и пункта «е».

Расходы по внутреннему транспорту определяются по табл. 6.4 в процентах от сметной стоимости полевых изыскательских работ (с учетом коэффициентов,

приведенных в подпунктах а, б, в, г), включая расходы по содержанию баз, радиостанций, а также монтажу, демонтажу и содержанию изыскательского оборудования, определяемые по табл. 100 и 101 Справочника базовых цен [12].

Таблица 6.3

Коэффициенты к итогу сметной стоимости изысканий, учитывающие районный коэффициент

Параграф	Районный коэффициент к заработной плате	Коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий
1	1,10	1,05
2	1,15	1,08
3	1,20	1,10
4	1,25	1,13
5	1,30	1,15
6	1,40	1,20
7	1,50	1,25
8	1,60	1,30
9	1,70	1,35
10	1,80	1,40
11	1,90	1,45
12	2,00	1,50

Таблица 6.4

Расходы по внутреннему транспорту

Параграф	Расстояние от базы изыскательской организации, экспедиции, партии или отряда до участка изысканий, км	Расходы по внутреннему транспорту, в % от сметной стоимости полевых изыскательских работ, при их стоимости, тыс. руб.				
		до 5	свыше 5 до 10	свыше 10 до 20	свыше 20 до 50	свыше 50
1	До 5	8,75	7,5	6,25	5,0	3,75
2	Свыше 5÷10	11,25	10,0	8,75	7,5	6,25
3	Свыше 10÷15	13,75	12,5	11,25	10,0	8,75
4	Свыше 15÷20	16,25	15,0	13,75	12,5	11,25
5	Свыше 20÷25	18,75	17,5	16,25	15,0	13,75

Примечания:

1. Расходы по внутреннему транспорту допускается определять по фактическим затратам в ценах текущего периода:

а) при сметной стоимости полевых изыскательских работ до 5 тыс. руб.;

б) при удалении участка изысканий от базы изыскательской организации, экспедиции, партии или отряда на расстояние свыше 25 км;

в) при выполнении полевых изыскательских работ в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, в малонаселенных (необжитых) районах (высокогорных, пустынных, таежных, тундровых), при удалении участка изысканий от базы изыскательской организации, экспедиции, партии или отряда на расстояние до 25 км;

г) связанные с арендой и содержанием специальных транспортных средств – самолетов, вертолетов, вездеходов, катеров, барж, баркасов, оленьих и собачьих упряжек, верблюдов, конных вьюков и др.

2. В случае определения расходов в ценах текущего периода нормативы табл. 6.4 не применяются.

Расходы по внешнему транспорту, связанные с проездом работников и перевозкой изыскательского оборудования и грузов от постоянного местонахождения организации, выполняющей изыскания, до базы изыскательской экспедиции, партии или отряда (или до участка изысканий) и обратно, определяются по табл. 6.5, в процентах от сметной стоимости полевых изыскательских работ

(с учетом коэффициентов, приведенных ранее в подпунктах а, б, в, г), включая расходы по внутреннему транспорту, определяемые по табл. 6.4 (за исключением расходов, предусмотренных примеч. 1 табл. 6.4), а также расходы по содержанию баз и радиостанций, монтажу, демонтажу и содержанию изыскательского оборудования, определяемые по табл. 100 и 101 Справочника базовых цен [12].

Таблица 6.5

Расходы по внешнему транспорту

Параграф	Расстояние проезда и перевозки в одном направлении, км	Расходы по внешнему транспорту в обоих направлениях, в % от сметной стоимости полевых изыскательских работ, выполняемых в экспедиционных условиях, продолжительностью, мес.					
		до 1	2	3	6	9	12 и более
1	Свыше 25 до 100	14,0	11,5	9,1	4,5	3,5	2,8
2	Свыше 100 до 300	19,6	15,4	12,7	6,2	4,8	3,6
3	Свыше 300 до 500	25,2	21,0	16,8	8,1	6,3	4,8
4	Свыше 500 до 1000	30,8	25,2	19,6	9,7	7,3	5,5
5	Свыше 1000 до 2000	36,4	32,2	28,0	13,2	9,8	7,3
6	Свыше 2000	–	39,2	36,4	20,0	16,0	12,0

Примечания:

1. Расходы по внешнему транспорту при расстояниях до 25 км в сметах не предусматриваются.
2. При выполнении отдельных видов изысканий стоимостью до 5 тыс. руб. или наличии неблагоприятных условий для проезда работников и перевозки грузов на труднодоступные участки изысканий и обратно расходы по внешнему транспорту допускается определять по фактическим затратам в ценах текущего периода.
3. Расходы по внешнему транспорту в исполнительных сметах допускается определять в ценах текущего периода.
4. В случае определения расходов в ценах текущего периода нормативы табл. 6.5 не применяются.

При выполнении изысканий в особо сложных природных условиях (на полярных островах, в зоне ледников, в высокогорных, пустынных, таежных и тундровых районах) на проведение специальных мероприятий (привлечение альпинистов-инструкторов и проводников, организацию спасательной службы и др.) могут предусматриваться дополнительные расходы, которые определяются по фактическим затратам в ценах текущего периода.

Определяются по фактическим затратам (прейскурантам, тарифам, счетам и др.) в ценах текущего периода и дополнительно учитываются в стоимости изысканий расходы, связанные:

– с получением (приобретением) исходных данных и сведений о природных условиях, аэрофотосъемочных, картографических и других материалов изысканий прошлых лет;

– проведением необходимых согласований, связанных с производством отдельных видов полевых работ (местоположение горных выработок, буровых скважин, точек производства опытных работ и т. п.);

– производством специальных видов анализов и исследований проб почвогрунтов, донных отложений, поверхностных и подземных вод, снега и льда, выполняемых специализированными лабораториями, имеющими лицензию на проведение таких работ (бактериологический анализ, полные испытания заполнителей в бетоне, радиохимия изотопов и т. п.);

– оплатой стоимости обсадных труб, фильтровых колонн и др. материалов, оставляемых в скважинах при бурении на воду и для проведения стационарных наблюдений;

– приобретением лесорубочного билета; возмещением материального ущерба, связанного с вырубкой леса при проведении изысканий;

– возмещением землепользователям материального ущерба, причиненного в связи с потравами и проведением изысканий на их земельных участках;

– оплатой услуг сторонних организаций, необходимых для производства изысканий.

Расходы по организации и ликвидации работ на объекте определяются в размере 6 % от сметной стоимости полевых изыскательских работ, с учетом коэффициентов на работы, проводимые в высокогорных районах и неблагоприятный период года (пункты а, б, в, г), включая расходы по внутреннему транспорту, определяемые по табл. 6.4 (за исключением расходов, предусмотренных примеч. 1 табл. 6.4), а также расходы по содержанию баз и радиостанций, монтажу, демонтажу и содержанию изыскательского оборудования, определяемые по табл. 100 и 101 Справочника базовых цен [12].

Примечания:

1. К размерам расходов по организации и ликвидации работ, применяются следующие коэффициенты:

   2,5 – для изысканий со сметной стоимостью до 2 тыс. руб. или при изысканиях (независимо от их стоимости), выполняемых в районах Крайнего Севера и приравненных к ним местностях, а также в малонаселенных (необжитых) районах (высокогорных, пустынных, таежных и тундровых);

   2,0 – для изысканий со сметной стоимостью свыше 2 ÷ 5 тыс. руб.;

   1,5 – то же, свыше 5 ÷ 10 тыс. руб.
2. При выполнении полевых изысканий на объекте непрерывно свыше одного года к размерам расходов по организации и ликвидации работ должны применяться коэффициенты, приведенные в табл. 6.6.

Таблица 6.6

Коэффициенты, применяемые в расчете расходов на организацию и ликвидацию при выполнении работ свыше 1 года

Параграф	Продолжительность полевых изысканий, мес.	Коэффициент
1	Свыше 12 ÷ 16	0,8
2	Свыше 16 ÷ 20	0,7
3	Свыше 20 ÷ 24	0,6
4	Свыше 24	0,5

При проведении полевых работ без выплаты работникам командировочных или полевого довольствия к ценам на эти работы должен применяться коэффициент 0,85.

При выполнении камеральной обработки материалов изысканий и производстве лабораторных работ в экспедиционных условиях (с выплатой полевого довольствия или командировочных расходов) к ценам на эти работы применяется коэф. 1,15.

При применении к ценам (стоимости) нескольких установленных Справочником коэффициентов, последние перемножаются.

В смете, прилагаемой к договору, предусматриваются дополнительные расходы на работы и услуги, определяемые по фактическим затратам (прейскурантам, тарифам, счетам и др.), а также непредвиденные расходы, связанные с тампонированием скважин, строительством временных зданий и сооружений (основания для палаток, переезды через кюветы и канавы, устройство лестниц на крутых склонах, навесы, уборные дворовые, причалы для лодок и катеров и т. п.), в размере не менее 10 % от сметной стоимости изыскательских работ.

Цены настоящего Справочника, как отмечалось ранее, приведены к среднему уровню затрат по состоянию на 01.01.1991 г. Приведение базовой стоимости инженерных изысканий к уровню цен текущею периода осуществляется применением к этой стоимости инфляционного индекса, определяемого в установленном порядке.

К расходам, определяемым по фактическим затратам, инфляционный индекс не применяется. Расходы, рассчитанные в ценах текущего периода, включаются в отдельную смету.

6.2. Порядок составления сметы на инженерно-геологические изыскания

Смета на инженерно-геологические изыскания составляется в виде таблицы, состоящей, как правило, из 7 столбцов. В них указываются:

– номер по порядку;

– вид работ и его единицы измерения;

– объем каждого вида работ в соответствующих единицах измерения;

– ссылки на пункты, таблицы, параграфы Сборника базовых цен или др. нормативных документов, из которых берутся сметные расценки;

– единичные сметные расценки, руб.;

– поправочные коэффициенты к сдельным расценкам;

– полная сметная стоимость, руб.

В строках таблицы сметы рассчитывается сметная стоимость по видам работ, которые группируются в 4 раздела:

1. Раздел А. Полевые работы.
2. Раздел Б. Лабораторные работы.
3. Раздел В. Камеральные работы.
4. Раздел Г. Прочие расходы.

Сметная стоимость работ рассчитывается путем перемножения единичной сметной расценки (базовой цены) на объем работ и на поправочный коэффициент (если он предусмотрен условиями работ).

Базовые цены на полевые работы приводятся в I – V частях Справочника базовых цен [12] (рекогносцировочное (маршрутное) обследование, буровые работы, горнопроходческие работы, опытно-фильтрационные работы и стационарные наблюдения, полевые исследования грунтов и отбор проб), а также, в VIII части (геодезические работы, радиометрические работы и др.).

Базовые цены на лабораторные работы приводятся в VI части Сборника базовых цен [12], а на камеральные работы – в VII части.

Базовые цены приводятся в рублях и дифференцируются в таблицах в зависимости от условий производства работ (категории сложности и проходимости территории, категории пород по буримости, глубине бурения, диаметр скважины и др. факторов). Единица измерения (измеритель), на который приводится цена (сдельная расценка), указывается вверху таблицы, слева. Кроме того, перед таблицей указывается состав работ, расходы по которым включены в сдельную расценку.

Раздел Г (прочие расходы) включает расчеты расходов по внутреннему и внешнему транспорту, а также расходы по организации и ликвидации работ на объекте изысканий. Нормативы расходов на эти цели приводятся в процентах в «Общих указаниях» Справочника базовых цен [12].

В заключительной части сметы общая стоимость работ умножается на коэффициент, учитывающий районный коэффициент к заработной плате (табл. 3 Сборника базовых цен [12]), а затем вводится инфляционный коэффициент, рекомендованный Минстроем РФ на момент времени составления сметы по объекту. Полученная таким образом общая сметная стоимость представляет собой денежную сумму (выручку), которую организация-исполнитель получит от заказчика в случае выполнения всех работ по договору после уплаты налога на добавленную стоимость.

От общей сметной стоимости работ по объекту рассчитывается налог на добавленную стоимость (в размере 20 %) и, затем, указывается общая стоимость работ с учетом НДС. Это денежная сумма, которую заплатит заказчик по договору за выполненные работы.

Пример расчета сметы на инженерно-геологические работы приведен в табл. 6.7.

Таблица 6.7

Смета на инженерно-геологические изыскания

Объект: «*Инженерно-геологические изыскания на стадии рабочего проекта строительства многоквартирного жилого дома переменной этажности в квартале улиц Вильгельма де Геннина – Павла Шаманова в Ленинском районе г. Екатеринбурга*»

Наименование изыскательской организации:

Наименование организации заказчика:

Сметный расчет составлен по Справочнику базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства, М., 1999.

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная расценка	Поправ. коэф.	Полная сметная стоимость, руб.
Районный коэффициент к зар. плате в г. Екатеринбурге – 1,15 – коэффициент к итогу сметной стоимости изысканий К = 1,08 (табл. 3, § 2 Справочника); коэффициент к базовым ценам на изыскательские работы Кинф. = 62,19 (Письмо Минстроя России № 24756-ИФ/09 от 02.05.2023)						
Раздел А. Полевые работы						
1. Буровые работы						
1.1	*Колонковое бурение скважин диаметром до 160 мм в породах* I – V категорий, п. м.					*17 512,07*
	I	130	т. 17, § 1	36	0,55	2574
	II	7,8	т. 17, § 1	38,4	0,55	164,74
	III	195	т. 17, § 1	42,6	0,65	5399,55
	IV	161,2	т. 17, § 2	41	0,65	4295,98
	V	156	т. 17, § 2	43,4	0,75	5077,8
1.2	*Отбор монолитов и проб из скважин, 1 монолит, 1 проба*					*1 087,50*
	Отбор монолитов связных грунтов	24	т. 57, § 1	22,9		549,60
	Отбор проб скальных грунтов	9	т. 57, § 2	30,6		275,40

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная расценка	Поправ. коэф.	Полная сметная стоимость, руб.
	Отбор образцов нарушенной структуры	9	т. 57, § 1	22,9		206,10
	Отбор проб воды	3	т. 60, § 9	18,8		56,40
1.3	*Плановая и высотная привязка скв., I кат. сложности, 1 точка*	26	т. 93, § 1	6,2		161,20
Итого по разделу 1. Буровые работы:						18 760,77
2. Полевые исследования грунтов, 1 испытание (наблюдение)						
2.1	Статическое зондирование	14	т. 45, § 5	28,3		1 796,20
2.2	Прессиометрические Испытания	6	т. 50, § 1	7,4		44,40
Итого по разделу 2. Полевые исследования грунтов:						1 840,60
Итого по разделу А. Полевые работы						**20 601,37**
Раздел Б. Лабораторные работы, 1 образец (проба)						
3.1	Полный комплекс исследований физико-механических свойств глинистых грунтов	24	т. 63, § 25	193		4 632,00

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная расценка	Поправ. коэф.	Полная сметная стоимость, руб.
3.2	Полный комплекс определений физических свойств и механической прочности скальных грунтов	9	т. 63, § 8	47,1		423,90
3.3	Определение влажности песчаных грунтов	33	т. 62, § 1	4		132,00
3.4	Гранулометрический анализ песчаных грунтов	6	т. 62, § 21	19,6		117,60
3.5	Коррозионная агрессивность грунта к свинцу и алюминию	3	т. 75, § 3	20,5		61,50
3.6	Коррозионная агрессивность грунта к стали	3	т. 75, § 4	18,2		54,60
3.7	Коррозионная агрессивность грунта к бетону	3	т. 75, § 5	25,4		76,20
3.8	Коррозионная агрессивность грунтовых вод к бетону	3	т. 71, § 5	25,4		76,20
3.9	Стандартный химический анализ воды	3	т. 73, § 1	96,2		288,60
Итого по разделу Б. Лабораторные работы:						**5 862,60**

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная рас-ценка	Поправ. коэф.	Полная сметная сто-имость, руб.
Раздел В. Камеральные работы						
4.1	Сбор и изучение материалов прошлых лет, 10 цифровых значений	150	т. 78, § 2	3,6		540,00
4.2	Камеральная обработка материалов буровых работ, 1 м выработки	650	т. 82, § 1	7,0		4 550,00
4.3	Камеральная обработка определения физико-механических свойств глинистых грунтов, %	0,2	т. 86, § 1	4632		926,4
4.4	Камеральная обработка определения физико-механических свойств скальных грунтов, %	0,1	т. 86, § 3	423,9		42,39
4.5	Камеральная обработка определения физико-механических свойств песчаных грунтов, %	0,15	т. 86, § 2	249,6		37,44

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная рас-ценка	Поправ. коэф.	Полная сметная сто-имость, руб.
4.6	Камеральная обработка определения коррозионной активности грунтов и воды, %	0,15	т. 86, § 8	268,5		40,27
4.3	Камеральная обработка химического состава воды, %	0,15	т. 86, § 5	288,6		43,29
4.4	Обработка статического зондирования, 1 испытание	14	т. 83, § 3	48,2		674,80
4.5	Обработка прессиометри-ческих испытаний, 1 испытание	6	т. 83, § 7	104,2		625,20
4.6	Составление отчета, 1 отчет	0,18	т. 87, § 2	7479,79		1 346,36
4.7	Составление программы работ, 1 программа	1	т. 81, § 3	800	0,5	400,00
Итого по разделу В. Камеральные работы:						**9 226,15**

№ п/п	Виды работ	Объем работ	Номер табл., § Сборника цен	Единич. сметная расценка	Поправ. коэф.	Полная сметная стоимость, руб.
	Раздел Г. Прочие расходы					
5.1	Расходы на внутренний транспорт	0,0875	т. 4, § 2	20 601,37		1 802,62
5.2	Расходы по организации и ликвидации работ	0,06	Общие указания, § 13	20601,37+1802,6= = 22403,99		1344,24
Итого по разделу Г Прочие расходы:						**3146,86**
	ИТОГО ПО РАЗДЕЛАМ:					**38836,98**
6	С учетом районного коэффициента к зар. плате				1,08	41943,94
7	**С учетом К инфляции**				62,19	**2 608 493,63**
	НДС (20 %)					521698,73
	Всего по смете с НДС:					**3130192,36**

Следует отметить, что коэффициент, учитывающий инфляцию, изменяется каждый квартал в соответствии с Письмами Минстроя России (с мая 2023 г. его значение составляло 62,19).

6.3. Основные экономические показатели по объекту изысканий

К основным экономическим показателям по объекту инженерно-геологических изысканий относятся:

1. Объем выполненных работ по сметной стоимости (выручка от реализации продукции).
2. Рентабельность работ (продукции).
3. Себестоимость выполненных работ.

4. Валовая прибыль.
5. Чистая прибыль (прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия).
6. Среднесписочная численность работников на объекте изысканий.
7. Производительность труда (выработка на одного работника).
8. Фонд оплаты труда работников.
9. Общая продолжительность изыскательских работ на объекте.
10. Средняя заработная плата работников по объекту изысканий.

Объем выполненных работ по сметной стоимости (выручка от реализации продукции), $Q_{см.}$, определяется по смете как общая стоимость работ по объекту с учетом инфляционного коэффициента без НДС.

Рентабельностью работ (продукции) называется отношение валовой прибыли к себестоимости работ, выраженное в процентах. Для расчетов в данном курсовом проекте примем рентабельность работ (R) на уровне 10 %.

Под себестоимостью работ ($С_с$) понимаются выраженные в денежной форме затраты предприятия на производство и реализацию работ (продукции). При уровне рентабельности в 10 % себестоимость работ можно рассчитать, как:

$$С_с = Q_{см.} / (1 + R).$$

Валовая прибыль ($П_{вал.}$) представляет из себя разницу между объемом выполненных работ по сметной стоимости (выручкой от реализации продукции) и себестоимостью:

$$П_{вал.} = Q_{см.} – С_с.$$

Чистая прибыль (или прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия) ($П_{чист.}$) определяется как разница между валовой прибылью и налогом на прибыль. В соответствии с действующим Налоговым кодексом налог на прибыль определяется в размере 20 % от величины валовой прибыли. Таким образом, чистую прибыль можно рассчитать, как:

$$П_{чист.} = П_{вал.} – 0{,}2 \cdot П_{вал.}$$

Среднесписочная численность работников на объекте изысканий ($Ч_{сп.}$) определяется в соответствии с разд. 5 (Организация изысканий) данных методических указаний.

Производительность труда (выработка на одного работника) в руб./чел. определяется путем отношения объема выполненных работ по сметной стоимости (выручки от реализации продукции) к среднесписочной численности работников на объекте изысканий.

Фонд оплаты труда работников (ФОТ) можно рассчитать в процентах от объема выполненных работ по сметной стоимости (выручки от реализации продукции). По опыту работ размер фонда оплаты труда составляет от 25 ÷ 35 % от объема выполненных работ по сметной стоимости (выручки от реализации продукции).

Общая продолжительность изыскательских работ на объекте ($Т_{кал.}$) в месяцах определяется исходя из разработанного календарного плана (разд. 5 – Организация изысканий).

Средняя заработная плата работников по объекту изысканий ($З/пл_{ср.}$) в руб./ чел.-мес. определяется путем отношения фонда оплаты труда работников к среднесписочной численности работников на объекте изысканий ($Ч_{сп.}$) и к общей продолжительности изыскательских работ на объекте по календарному плану ($Т_{кал.}$) в месяцах:

$$З/пл_{ср.} = ФОТ / Ч_{сп.} \cdot Т_{кал.}$$

Рассчитанные показатели по объекту изысканий необходимо свести в таблицу. Пример расчета технико-экономических показателей на основе приведенной в разд. 6.2 сметы показан в табл. 6.8.

Таблица 6.8

Основные технико-экономические показатели по объекту изысканий

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	2	3
1	Объем выполненных работ по сметной стоимости, (выручка от реализации продукции) руб.	2608494
2	Рентабельность работ (продукции), %	10
3	Себестоимость выполненных работ, руб.	2371358
4	Валовая прибыль, руб.	237136
5	Чистая прибыль (прибыль, остающаяся в распоряжении предприятия), руб.	189709
6	Среднесписочная численность работников на объекте изысканий, чел.	3
7	Производительность труда (выработка на одного работника), руб./чел.	869498
8	Фонд оплаты труда работников, руб., (30 % от $Q_{см.}$)	782548
9	Общая продолжительность изыскательских работ на объекте, мес.	5
10	Средняя заработная плата работников по объекту изысканий, руб./чел. в мес.	52170

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *СП 47.13330.2016.* Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96 (с Изменением № 1). Минстрой России, 30.12.2020.

2. *СП 11-105-97.* Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть I. Общие правила производства работ. М., ПНИИИС Госстроя России, 1997.

3. *СП 11-105-97.* Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть II. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов. М., ПНИИИС Госстроя России, 1997.

4. *СП 11-105-97.* Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах развития специфических грунтов. М., ПНИИИС Госстроя России, 1997.

5. *СП 11-105-97.* Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть V. Правила производства работ в районах с особыми природно-техногенными условиями. М., ПНИИИС Госстроя России, 1997.

6. *СП 20.13330.2016.* Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 (с Изменениями № 1 – 3). Минстрой России, 30.12.2020.

7. *СП 22.13330.2016.* Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 (с Изменениями № 1 – 3). Минстрой России (ред. 22.11.2019.)

8. *СП 131.13330.2020.* Строительная климатология СНиП 23-01-99. М., Стандартинформ, 2021.

9. *ГОСТ 31861-2012* Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2019.

10. *ГОСТ 12071-2014.* Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. М.: Стандартинформ, 2019.

11. *ГОСТ 19912-2012.* Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием (издание с Изменением № 1). М.: Стандартинформ, 2019.

12. Справочник базовых цен на инженерно-геологические и инженерно-экологические изыскания для строительства (цены приведены к базисному уровню на 01.01.1991 г.), М., 1999.

13. *Сборник цен на изыскательские работы для капитального строительства:* М., 1982 (СУ и Р-82).

14. *Сборники сметных норм* (ССН) (выпуски 1 ¬ 11). М., ВИЭМС, 1992.

15. *Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы.* Часть I. Инженерно-геодезические изыскания. М., Стройиздат, 1980.

16. *Единые нормы времени и расценки на изыскательские работы.* Часть II. Инженерно-геологические изыскания. М., Стройиздат, 1983.

Учебное издание

Виктор Глебович Жуков

ЭКОНОМИКАИ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Методические указания
по выполнению курсовой работы
для студентов специальности 21.05.02 – «Прикладная геология»
специализация «Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания»
очного и заочного обучения

Электронное издание
Текст (визуализированный): непосредственный

Редактор изд-ва *В. В. Баклаева*
Компьютерная верстка *В. Г. Жуков*

Подписано к использованию *30.11.2023 г.*
Объем данных 1, 22 Мб
Держатель документа: научная библиотека УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Министерство науки и высшего образования РФ

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
инженерно-экономического факультета
«01» сентября 2023 г.
Председатель комиссии
_____доц. Л. А. Мочалова

В. Г. Жуков

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной и аудиторной работы
студентов специальности 21.05.02
«Прикладная геология»
специализации «Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания»
очного и заочного обучения

Издание УГГУ Екатеринбург, 2023

УДК 338.45
Ж 86

Рецензент: *Позднякова О. Б.*, канд. экон. наук, доцент кафедры экономики и менеджмента УГГУ.

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры экономики и менеджмента «31» августа 2023 г. (протокол № 1) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Жуков В. Г.

Ж 86 ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЧЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ: Учебно-методическое пособие для самостоятельной и аудиторной работы студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» очного и заочного обучения / В. Г. Жуков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2023. – 144 с.

Учебно-методическое пособие, подготовленное в соответствии с рабочей программой дисциплины «Экономика и организация геологоразведочных работ», поможет студентам специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»» организовать свою работу по подготовке к практическим занятиям по дисциплине. В нём представлены общие теоретические положения по модулям и темам дисциплины, примеры решения задач с алгоритмом расчетов и сформулированными выводами, а также комплекты заданий для самостоятельного решения.

© Жуков В. Г., 2023
© Уральский государственный горный университет, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
1. ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ (основные фонды) 8
   1.1. Определение остаточной стоимости оборудования 10
   1.2. Расчет показателей оценки эффективности использования и движения основных средств 15
   1.3. Методы начисления амортизации основных средств 29
2. ОБОРОТНЫЙ КАПИТАЛ (оборотные средства) 40
   2.1. Определение норматива оборотных средств 41
   2.2. Расчет показателей оценки эффективности использования оборотных средств 46
   2.3. Определение потребности в оборотных средствах 56
3. ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ (заработная плата работников) 63
   3.1. Повременная и сдельная формы заработной платы 64
   3.2. Методы распределения коллективного заработка 85
4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ 111
   4.1. Расчеты себестоимости, выручки и прибыли 113
   4.2. Определение точки безубыточности 127
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 143

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Экономика и организация геологоразведочных работ» является обязательной и входит в базовую часть дисциплин подготовки студентов по специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

Цель дисциплины – формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков в области экономики и управления геологоразведочным производством. Изучение данной дисциплины способствует формированию у студентов навыков рационального планирования и эффективного использования ресурсов организации, в частности, на предприятиях геологической сферы деятельности; изучение и освоение методики расчета важнейших экономических и социально-экономических показателей, характеризующих деятельность хозяйствующих субъектов; управления предприятием.

Основными задачами дисциплины являются:

– ознакомление с понятийно-категорийным аппаратом, позволяющим понять сущность экономики и управления предприятием;

– ознакомление с особенностями хозяйственной деятельности геологического предприятия в условиях рынка;

– изучение экономических факторов производства и эффективности их использования с учетом специфики геологических предприятий;

– получение представления об основных результатах производственно-хозяйственной и финансовой деятельности геологического предприятия;

– получение представления об основных функциях и методах управления геологоразведочным производством;

– получение представлений об основах проектирования геологоразведочных работ.

Для изучения данной дисциплины необходимы навыки работы с учебной, научной и нормативно-справочной литературой, изданиями периодической печати, законодательными и правовыми актами, интернет-ресурсами.

В результате изучения дисциплины «Экономика и олрганизация геологоразведочных работ» студент должен:

знать:

– место геологоразведочных работ в отраслевой структуре экономики; виды геологических предприятий; организационно-правовые формы предприятий; особенности геологоразведочных работ и геологических организаций;

– понятие и классификацию основных фондов; виды оценки основных фондов; понятие износа и амортизации основных фондов; показатели оценки эффективности использования основных фондов;

– сущность, состав и структуру оборотных средств геологических организаций; источники формирования и показатели использования оборотных средств;

– классификацию кадров геологических организаций; понятия явочного и списочного состава работников; показатели производительности труда; формы и системы оплаты труда;

– понятие и виды себестоимости геологоразведочных работ; классификации затрат и структуру себестоимости геологоразведочного производства; элементы и статьи затрат;

– сущность и особенности ценообразования в геологической отрасли; понятие и виды выручки; понятие и виды прибыли и показателей рентабельности;

– общие функции менеджмента; понятие и содержание организации производства при проведении геологоразведочных работ; организационную структуру геологического предприятия; режимы работы предприятия и его подразделений;

– сущность, цели и задачи нормирования; виды норм; классификацию затрат рабочего времени; методы изучения затрат рабочего времени;

– содержание проекта на проведение геологоразведочных работ; нормативно-справочную документацию, используемую при проектировании; порядок разработки сметной документации на проведение геологоразведочных работ;

уметь:

– определять вид и организационную форму предприятия;

– оценивать износ основных фондов и анализировать эффективность их использования;

– определять потребности предприятия в оборотных средствах и проводить анализ эффективности их использования;

– определять явочный и списочный штат предприятия и коэффициент списочного состава; анализировать эффективность использования трудовых ресурсов;

– осуществлять калькулирование затрат по различным видам геологоразведочных работ;

– определять прибыль и рентабельность геологоразведочного производства;

– разрабатывать графики выходов на работу (сменности);

– обрабатывать результаты фотохронометражных наблюдений;

– осуществлять разработку проектно-сметной документации по различным видам геологоразведочных работ;

владеть:

– специальной терминологией и лексикой данной дисциплины; навыками самостоятельного приобретения знаний в области экономики геологоразведочных работ;

– методами расчета амортизации основных фондов и навыками расчета показателей эффективности использования основных фондов;

– методами оценки эффективности использования оборотных средств;

– навыками расчета и анализа показателей производительности труда;

– навыками определения точки безубыточности и оптимизации прибыли;

– навыками проведения фотографии рабочего дня и расчета норм времени и выработки по их результатам;

– навыками расчета затрат времени и труда по различным видам геологоразведочных работ, определения стоимости расчетной единицы и сводного расчета стоимости по проектируемому объекту.

В данном учебно-методическом пособии представлены материалы для самостоятельной и аудиторной работы студентов по четырем модулям дисциплины, каждый из которых включает несколько тем. Методические материалы включают теоретические положения, примеры решения задач с алгоритмом расчетов и сформулированными выводами по модулям и темам дисциплины, а также комплекты заданий для самостоятельного решения.

При подготовке к практическим занятиям и перед решением заданий необходимо изучить лекционный материал и ознакомиться с рекомендованной литературой.

1. ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ (основные фонды)

Основной капитал является собственностью предприятия, главной составляющей частью его имущества и принадлежит ему на правах управления собственностью.

К основному капиталу относятся: основные средства, нематериальные активы, долгосрочные финансовые вложения и прочие средства. В настоящем разделе рассматриваются основные фонды – главный элемент основного капитала.

Основные фонды – это совокупность средств труда, длительное время используемых в производственном процессе, которые постепенно изнашиваются, не меняя при этом своей первоначальной формы, и по частям переносят свою стоимость на вновь созданный продукт. Основные фонды в денежном выражении называют «основные средства».

Качественные признаки основных средств:

1) они многократно участвуют в производственном процессе;
2) переносят свою стоимость на готовый продукт постепенно, по мере износа;
3) не меняют своей вещественно-натуральной формы;
4) служат более 1 года и (или) по стоимости больше нормативной величины;
5) возмещаются за нормативный срок службы.

В процессе производства основные средства выполняют следующие функции:

1) непосредственно участвуют в производственном процессе, оказывая различного рода воздействие на предметы труда (рабочие и силовые машины, оборудование, инструмент и т. п.);

2) создают условия для осуществления производственного процесса (здания, сооружения, земельные участки промышленного предприятия др.);

3) обеспечивают хранение и перемещение предметов труда и информации (транспорт, хозяйственный инвентарь и др.)

Перечень обособленных инвентаризационных объектов основных фондов на каждом предприятии насчитывает сотни и даже тысячи наименований, поэтому существуют различные виды их классификации. Основные средства можно классифицировать по составу, натурально-вещественному признаку и роли в процессе создания продукта.

В составе основных средств выделяют движимую и недвижимую части (недвижимость). К недвижимости относят участки земли в собственности предприятия с принадлежащими им природными ресурсами (почвой, водой и другими минеральными и растительными ресурсами), а также находящиеся на этой земле здания и сооружения. К движимой части относятся остальные материально-вещественные элементы основных средств.

По натурально-вещественному признаку основные средства подразделяют на следующие виды:

1) производственные здания;
2) сооружения и передаточные устройства;
3) рабочие и силовые машины и оборудование;
4) измерительные и регулирующие приборы и устройства;
5) транспортные средства;
6) вычислительная техника;
7) инструмент;
8) производственный и хозяйственный инвентарь;
9) иные основные средства.

В зависимости от роли в процессе создания продукта основные средства подразделяют на производственные и непроизводственные, активные и пассивные.

Если к основным производственным фондам относят средства труда, обеспечивающие предприятиям возможность выпуска продукции, то к основным непроизводственным фондам объекты, служащие для удовлетворения бытовых и культурных потребностей (здания непроизводственного назначения, жилые дома, клубы, театры, дворцы культуры и т. д.).

В зависимости от характера участия в производственном процессе, основные производственные фонды подразделяют на активную и пассивную части.

Активными считаются те основные производственные фонды, которые своим непосредственным воздействием обеспечивают получение информации о недрах различными видами геологоразведочных работ.

Пассивные – это те основные фонды, которые обеспечивают нормальное функционирование активной части основных фондов в процессе выполнения геологоразведочных работ.

1.1. Определение остаточной стоимости оборудования

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (май 2023 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 18 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – июнь 2018 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Решение:

1. Определяем месячную сумму амортизации:

$$А_{мес.} = 18\,000\,000 \text{ руб.} / 6 \text{ лет} \cdot 12 \text{ мес.} = 250\,000 \text{ руб.}$$

2. Определяем срок эксплуатации оборудования в месяцах, считая при этом полные месяцы эксплуатации оборудования после постановки на баланс (ввода) до снятия с учета(списания):

$$Т_{мес.} = 6 \text{ мес. (после июня в 2018 г.)} + 4 \text{ полных года (2018–2022 гг.)} \times$$

$$\times 12 \text{ мес.} + 4 \text{ мес. (до мая в 2023)} = 6+48+4 = 58 \text{ мес.}$$

3. Определяем величину износа (сумму амортизации за 58 мес.):

$$И = А_{мес.} \cdot Т_{мес.} = 250\,000 \text{ руб.} \cdot 58 \text{ мес.} = 14\,500\,000 \text{ руб.}$$

4. Определяем остаточную стоимость на момент списания (как разницу между первоначальной стоимостью и величиной износа за период эксплуатации):

$$Ф_{ост.} = Ф_{перв.} – И = 18\,000\,000 – 14\,500\,000 = 3\,500\,000 \text{ руб.}$$

Ответ: остаточная стоимость оборудования на момент списания составляет 3 500 000 руб.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (ноябрь 2018 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 18 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – июнь 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 2

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 58 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2016 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 3

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (март 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 48 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 4

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (апрель 2019 г.), если нормативный

срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 28 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 5

Буровое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 84 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 6

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (декабрь 2018 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 24 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – июнь 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 7

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 68 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2017 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 8

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (март 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 48 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 9

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (апрель 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 48 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2016 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 10

Буровое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 84 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 11

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (ноябрь 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 68 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – июнь 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 12

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (апрель 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 58 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2016 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 13

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (март 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 78 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 14

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (апрель 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 118 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 15

Буровое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (декабрь 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 84 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 16

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (ноябрь 2019 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 58 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – июнь 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 17

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 68 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 18

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (апрель 2020 г.), если нормативный

срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 98 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2016 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 19

Геофизическое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (февраль 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 5 лет, первоначальная балансовая стоимость – 38 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – май 2015 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

Задание 20

Буровое оборудование приготовлено к списанию. Определить его остаточную стоимость на момент списания (март 2020 г.), если нормативный срок его эксплуатации 6 лет, первоначальная балансовая стоимость – 124 млн рублей. Ввод в эксплуатацию – ноябрь 2014 года. Применялся линейный метод начисления амортизации.

1.2. Расчет показателей оценки эффективности использования и движения основных средств

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 94 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 5 млн рублей;

в мае – на 4 млн рублей;

в августе – на 2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 2 млн рублей;

в сентябре – на 3 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 260 млн рублей. Среднесписочная численность составила 160 человек.

Решение:

1. Определяем среднегодовую стоимость основных фондов по следующей формуле:

$$\Phi_{\text{сг}} = \Phi_{\text{нг}} + \sum_{i=1}^{n} \Phi_{\text{ввод}} \cdot \frac{t_{\text{р}}}{12} - \sum_{i=1}^{n} \Phi_{\text{выб}} \cdot \frac{12 - t_{\text{р}}}{12},$$

где $\Phi_{\text{нг}}$ – стоимость основных фондов на начало года, руб.;

$\Phi_{\text{ввод}}$ – стоимость вводимых в действие в данном году основных фондов, руб.;

$\Phi_{\text{выб}}$ – стоимость выбывающих из эксплуатации основных фондов, руб.;

$t_{\text{р}}$ – время **полных** месяцев работы основных фондов с момента ввода до конца года для введенных и с начала года до момента списания для выбывших основных фондов;

$(12 - t_{\text{р}})$ – время с момента выбытия до конца года.

$\Phi_{\text{ввод.}} = 5 \cdot 10/12 + 4 \cdot 7/12 + 2 \cdot 4/12 = 4{,}167 + 2{,}333 + 0{,}667 = 7{,}167$ млн руб.;

$\Phi_{\text{выб.}} = 2 \cdot 10/12 + 1{,}5 \cdot 7/12 + 2 \cdot 6/12 + 3 \cdot 4/12 =$

$= 1{,}667 + 0{,}875 + 1{,}0 + 1{,}0 = 4{,}542$ млн руб.;

$\Phi_{\text{сг.}} = 94 + 7{,}167 - 4{,}542 = 96{,}625$ млн руб.

2. Рассчитываем показатель фондоотдачи:

$$\text{ФО} = 260 / 96{,}625 = \textbf{2,69 руб./руб.}$$

3. Рассчитываем показатель фондоемкости:

$$\text{ФЕ} = 96{,}625 / 260 = \textbf{0,37 руб./руб.}$$

4. Рассчитываем показатель фондовооруженности:

$$ФВ = 96,625 / 160 = \textbf{603,9 тыс. руб./чел.}$$

1. Рассчитываем коэффициент поступления (ввода):

$$К_{вв} = \frac{Стоимоть\ вновь\ поступивших\ основных\ средств\ (Ф_{ввод})}{Стоимость\ основных\ средств\ на\ конец\ периода\ (Ф_{кг})} =$$

= 11 млн. руб. (5+4+2) / 96,5 млн. руб. (94+11 – 8,5 (2+1,5+2+3)) = **0,114 или 11,4%**

2. Рассчитываем коэффициент выбытия:

$$К_{выб} = \frac{Стоимоть\ выбывших\ основных\ средств\ (Ф_{выб})}{Стоимость\ основных\ средств\ на\ начало\ периода\ (Ф_{нг})} =$$

$$= 8,5/94 = \textbf{0,09, или 9 \%.}$$

3. Рассчитываем коэффициент прироста:

$$К_{пр} = \frac{Ф_{ввод} - Ф_{выб}}{Ф_{кг}} = (11 – 8,5)/96,5 = 2,5/96,5 = \textbf{0,026, или 2,6 \%.}$$

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 104 млн рублей. Введено оборудования:

в марте – на 5 млн рублей;

в июне – на 4 млн рублей;

в августе – на 2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле на – 2 млн рублей;

в сентябре – на 3 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 260 млн рублей. Среднесписочная численность составила 160 человек.

Задание 2

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 86 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 4,5 млн рублей;

в мае – на 5 млн рублей;

в августе – на 3 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 3,5 млн рублей;

в июне – на 2,5 млн рублей;

в июле – на 3 млн рублей;

в сентябре – на 2,8 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 280 млн рублей. Среднесписочная численность составила 150 человек.

Задание 3

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 102 млн рублей. Введено оборудования:

в январе – на 3,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в сентябре – на 4,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 3,4 млн рублей;

в ноябре – на 3 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 320 млн рублей. Среднесписочная численность составила 180 человек.

Задание 4

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 96 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 4,4 млн рублей;

в мае – на 5,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 3,2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 2,4 млн рублей;

в ноябре – на 3,8 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 280 млн рублей. Среднесписочная численность составила 140 человек.

Задание 5

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 126 млн рублей. Введено оборудования:

в январе – на 5,4 млн рублей;

в июне – на 6,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 4,8 млн рублей;

в апреле – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 1,4 млн рублей;

в ноябре – на 6,4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 360 млн рублей. Среднесписочная численность составила 180 человек.

Задание 6

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 240 млн рублей. Введено оборудования:

в марте – на 10,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в октябре – на 4,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в январе – на 6,2 млн рублей;

в мае – на 5,5 млн рублей;

в августе – на 8,4 млн рублей;

в ноябре – на 7,1 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 640 млн рублей. Среднесписочная численность составила 260 человек.

Задание 7

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 94 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 5 млн рублей;

в апреле – на 4 млн рублей;

в ноябре – на 2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в апреле – на 2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 2 млн рублей;

в октябре – на 3 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 160 млн рублей. Среднесписочная численность составила 120 человек.

Задание 8

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 86 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 4,5 млн рублей;

в мае – на 5 млн рублей;

в сентябре – на 3 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 3,5 млн рублей;

в июне – на 2,5 млн рублей;

в августе – на 3 млн рублей;

в ноябре – на 2,8 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 380 млн рублей. Среднесписочная численность составила 160 человек.

Задание 9

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 102 млн рублей. Введено оборудования:

в марте – на 3,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в сентябре – на 4,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 3,4 млн рублей;

в октябре – на 3 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 220 млн рублей. Среднесписочная численность составила 80 человек.

Задание 10

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 106 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 4,4 млн рублей;

в мае – на 5,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 3,2 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 2,4 млн рублей;

в ноябре – на 3,8 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 180 млн рублей. Среднесписочная численность составила 120 человек.

Задание 11

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 156 млн рублей. Введено оборудования:

в январе – на 5,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в апреле – на 4,8 млн рублей;

в июне – на 1,5 млн рублей;

в августе – на 1,4 млн рублей;

в ноябре – на 6,4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 310 млн рублей. Среднесписочная численность составила 160 человек.

Задание 12

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 240 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 10,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в октябре – на 4,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 6,2 млн рублей;

в мае – на 5,5 млн рублей;

в августе – на 8,4 млн рублей;

в декабре – на 7,1 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 640 млн рублей. Среднесписочная численность составила 260 человек.

Задание 13

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 84 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 6 млн рублей;

в июле – на 4 млн рублей;

в августе – на 2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 2 млн рублей;

в июне – на 2 млн рублей;

в августе – на 2 млн рублей;

в сентябре – на 4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 160 млн рублей. Среднесписочная численность составила 60 человек.

Задание 14

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 76 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 3 млн рублей;

в мае – на 5 млн рублей;

в августе – на 2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 4 млн рублей;

в мае – на 2,5 млн рублей;

в июле – на 2 млн рублей;

в ноябре – на 2,5 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 260 млн рублей. Среднесписочная численность составила 120 человек.

Задание 15

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 96 млн рублей. Введено оборудования:

в феврале – на 4 млн рублей;

в мае – на 5 млн рублей;

в сентябре – на 4 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 2 млн рублей;

в июне – на 1 млн рублей;

в июле – на 3 млн рублей;

в ноябре – на 2 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 220 млн рублей. Среднесписочная численность составила 140 человек.

Задание 16

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 76 млн рублей. Введено оборудования:

в марте – на 4,4 млн рублей;

в июне – на 5,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в январе – на 2,2 млн рублей;

в мае – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 2,4 млн рублей;

в ноябре – на 3,4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 280 млн рублей. Среднесписочная численность составила 130 человек.

Задание 17

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 116 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 4,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в августе – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в марте – на 3,8 млн рублей;

в мае – на 1,5 млн рублей;

в июле – на 1,4 млн рублей;

в ноябре – на 5,4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 360 млн рублей. Среднесписочная численность составила 160 человек.

Задание 18

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 260 млн рублей. Введено оборудования:

в марте – на 10,4 млн рублей;

в мае – на 7,8 млн рублей;

в сентябре – на 5,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 6,2 млн рублей;

в июне – на 5,5 млн рублей;

в августе – на 8,4 млн рублей;

в ноябре – на 7,1 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 640 млн рублей. Среднесписочная численность составила 210 человек.

Задание 19

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 140 млн рублей. Введено оборудования:

в январе – на 8,4 млн рублей;

в мае – на 6,8 млн рублей;

в сентябре – на 4,2 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в феврале – на 6,2 млн рублей;

в июне – на 5,5 млн рублей;

в августе – на 8,4 млн рублей;

в ноябре – на 7,1 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 440 млн рублей. Среднесписочная численность составила 210 человек.

Задание 20

Оценить эффективность использования основных средств (фондоотдача, фондоемкость, фондовооруженность) и их движение (коэффициенты ввода, выбытия, прироста) в организации при следующих условиях:

Стоимость основных средств на начало года составляет 94 млн рублей. Введено оборудования:

в апреле – на 6 млн рублей;

в мае – на 4 млн рублей;

в августе – на 3 млн рублей.

Выбыло (списано) оборудования:

в январе – на 3 млн рублей;

в июне – на 2 млн рублей;

в июле – на 1 млн рублей;

в сентябре – на 4 млн рублей.

Организация выполнила за год геологоразведочных работ на 140 млн рублей. Среднесписочная численность составила 56 человек.

1.3. Методы начисления амортизации основных средств

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Предприятие купило оборудование за 29 000 тыс. руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 5 000 тыс. руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа (линейный метод);

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости (способ уменьшаемого остатка – нелинейный метод);

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости) – нелинейный метод.

Решение:

1. Метод равномерного начисления износа

В методе равномерного начисления износа предполагается, что предприятие получает от использования актива равноценную пользу в течение всего периода эксплуатации. Расчет ежегодно начисляемого износа производится по следующей формуле:

ежегодное начисление на износ = $(S – P) / n$,

где S – первоначальная стоимость актива;

P – остаточная стоимость актива;

n – период эксплуатации актива.

Ежегодное начисление на износ

$\boldsymbol{(S – P) / n}$ = (29 000 тыс. – 5 000 тыс.) / 4 года = 6 000 тыс. руб.

Год	Первоначальная стоимость, тыс. руб.	Начисления на износ на счете прибылей и убытков, тыс. руб.	Накопленная амортизация, тыс. руб.	Балансовая стоимость на конец года, тыс. руб.
1	2	3	4	5
1	29 000	**6 000**	6 000	**23 000**
2	29 000	**6 000**	12 000	**17 000**
3	29 000	**6 000**	18 000	**11 000**
4	29 000	**6 000**	24 000	**5 000**

Накопленная амортизация = накопленная амортизация предыдущего года + начисления на износ следующего года. Для 2-го года – 6 000 + 6 000 = 12 000, для 3-го года – 12 000 + 6 000 = 18 000 и т. д.

Балансовая стоимость на конец года = первоначальная стоимость – накопленная амортизация, то есть в каждой строке из числа 2-го столбца вычитаем число 4-го столбца и результат пишем в 5-й столбец.

2. Метод начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости

Для некоторых внеоборотных активов, характеризующихся быстрой обновляемостью в результате научно-технического прогресса (например, компьютерная техника, геофизическая аппаратура), для предприятия важно получать максимальную сумму амортизации в первые годы их эксплуатации. Тогда при начислении амортизации используются нелинейные методы амортизации.

В данном методе норма амортизации вычисляется по следующей формуле:

норма амортизации = $1 - \sqrt[n]{P/S}$,

где S – первоначальная стоимость актива;

P – остаточная стоимость актива;

n – период эксплуатации актива.

При этом норма амортизации применяется не к первоначальной стоимости, а к остаточной стоимости актива.

В данной задаче норма амортизации = $1 - \sqrt[n]{P/S} = 1 - \sqrt[4]{5000/29000} \approx$ $\approx 0{,}3556$, то есть ежегодные начисления на износ составляют 35,56 % от балансовой стоимости основного средства на конец предыдущего года.

Год	Первоначальная стоимость, тыс. руб.	Начисления на износ на счете прибылей и убытков, тыс. руб.	Накопленная амортизация, тыс. руб.	Балансовая стоимость на конец года, тыс. руб.
1	2	3	4	5
1	29 0000	**10 312,4**	10 312,4	**18 687,6**
2	29 0000	**6 645,3**	16 957,7	**12 042,3**
3	29 0000	**4 282,2**	21 239,9	**7 760,1**
4	29 0000	**2 759,5**	24 000,4	**4 999,6**

Начисления на износ на счете прибылей и убытков для 1-го года равны 29 000 × 0,3556 = 10 312,4 тыс. руб. Этот результат запишем в 1-й строке 3-го столбца.

Из чисел 2-го столбца вычитаем числа 4-го столбца и результат пишем в последний столбец (29 000 – 10 312,4 = 18 687,6).

В дальнейшем каждое число 3-го столбца будет равняться число из предыдущей строчки 5-го столбца, умноженное на норму амортизации (18 687,6 · 0,3556 = 6 645,3).

Каждое число 4-го столбца есть сумма числа из этой же строки 3-го столбца и числа из предыдущей строки 4-го столбца.

Балансовая стоимость на конец 4-го года составила 4 999,6 руб. и незначительно отличается от остаточной стоимости P = 5 000 руб. Это связано с ошибками округления при расчетах.

3. Метод суммы годичных чисел

Если остаточная стоимость $P = 0$, то метод начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости использовать нельзя. В этом случае для начисле-

ния ускоренной (нелинейной) амортизации можно применить метод суммы годичных чисел – метод ускоренной амортизации со списанием суммы, равной долям оставшихся лет в общей сумме лет.

При способе списания стоимости *по сумме чисел лет срока полезного использования* годовая сумма амортизации определяется исходя из первоначальной стоимости объекта основных фондов и годового соотношения, где в числителе число лет, остающихся до конца срока службы объекта, а в знаменателе – сумма чисел лет срока службы объекта:

$$\text{АО} = \text{Ф}_{\text{п}} \frac{\text{Т}_{\text{ост}}}{\text{Т}_{\text{с}} \cdot (\text{Т}_{\text{с}} + 1)/2},$$

где $\Phi_{\text{п}}$ – первоначальная стоимость объекта, руб.;

$\text{Т}_{\text{ост}}$ – количество лет, оставшихся до окончания срока полезного использования;

$\text{Т}_{\text{с}}$ – срок службы.

Пусть в примере остаточная стоимость $P = 0$. Определим методом суммы годичных чисел ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость станка на конец каждого года.

Если актив используется 4 года, то сумма годичных чисел равна $4 \cdot (4+1)/2 = 1+2+3+4 = 10$. Поэтому в 1-й, 2-й, 3-й, 4-й годы сумма амортизационных отчислений (начисления на износ) будет равна – 4/10, 3/10, 2/10 и 1/10 от первоначальной стоимости актива (29 000 руб.)

Расчет в таблице будет выглядеть следующим образом:

Год	Первоначальная стоимость, тыс. руб.	Начисления на износ на счете прибылей и убытков, тыс. руб.	Накопленная амортизация, тыс. руб.	Балансовая стоимость на конец года, тыс. руб.
1	2	3	4	5
1	29 000	**11 600**	11 600	**17 400**
2	29 000	**8 700**	20 300	**8 700**
3	29 000	**5 800**	26 100	**2900**
4	29 000	**2 900**	29 000	**0**

В первый год начисления на износ будут равны 29 000 · 0,4 = 11 600 тыс. руб. Во второй год – 29 000 · 0,3 = 8 700 тыс. руб. и т. д.

Остальные графы таблицы заполняются аналогично, как в предыдущих методах.

Комплект заданий по теме:

Задание № 1

Предприятие купило оборудование за 300000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 40000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 2

Предприятие купило оборудование за 500000 руб., период эксплуатации которого - 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 30000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 3

Предприятие купило оборудование за 240000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 16000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 4

Предприятие купило оборудование за 120000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 10000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 5

Предприятие купило оборудование за 400000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 20000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 6

Предприятие купило оборудование за 320000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 18000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 7

Предприятие купило оборудование за 180000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 12000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 8

Предприятие купило оборудование за 280000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 20000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 9

Предприятие купило оборудование за 640000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 36000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;

2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;

3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 10

Предприятие купило оборудование за 860000 руб., период эксплуатации которого – 4 года. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 60000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 11

Предприятие купило оборудование за 29000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 5000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 12

Предприятие купило оборудование за 320000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 36000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 13

Предприятие купило оборудование за 480000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 26000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 14

Предприятие купило оборудование за 80000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 10000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 15

Предприятие купило оборудование за 420000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 40000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 16

Предприятие купило оборудование за 360000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 28000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 17

Предприятие купило оборудование за 220000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 18000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 18

Предприятие купило оборудование за 250000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 15000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 19

Предприятие купило оборудование за 680000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 46000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

Задание № 20

Предприятие купило оборудование за 920000 руб., период эксплуатации которого – 5 лет. После эксплуатации оборудование можно будет продать на вторичном рынке по остаточной стоимости 80000 руб.

Определить: ежегодные начисления на износ и балансовую стоимость оборудования на конец каждого года эксплуатации методами:

1. Равномерного начисления износа;
2. Начисления износа с сокращающейся балансовой стоимости;
3. Суммы годичных чисел (с учетом нулевой остаточной стоимости).

2. ОБОРОТНЫЙ КАПИТАЛ (оборотные средства)

Производственный цикл, как правило, занимает довольно значительный промежуток времени. В течение этого цикла производитель продукции (геологоразведочных работ) вынужден покрывать издержки производства, так как по сложившейся мировой практике оплата продукции (работ) осуществляется после её поставки или непосредственно перед ней. По этой причине производитель продукции вынужден авансировать часть капитала для производства продукции: приобретать материалы, топливо, сырьё, выплачивать заработную плату, оплачивать счета за энергию, работы и услуги других предприятий, организаций. Этот вложенный капитал будет возвращён производителю после реализации продукции, но, поскольку процесс производства, как правило, не носит разового характера, а является постоянным, возвращённые суммы снова приходится вкладывать в производство. Эта **часть вложенного капитала, многократно возвращающаяся к производителю, называется оборотным капиталом**.

После прекращения производственного процесса оборотный капитал при полной реализации продукции и остатков запасов должен в виде прибыли превращаться в денежную форму на расчётном счёте производителя.

Потребность в оборотном капитале можно уменьшить до минимума, если заказчик будет в виде аванса оплачивать все виды работ, услуг, создание производственных запасов. Однако в этом случае заказчик должен будет иметь дополнительные средства, являющиеся оборотным капиталом. Таким образом, оборотный капитал – необходимый элемент всякого производства, разница лишь в том, кто вкладывает средства. Обычно оборотные средства вкладываются производителем продукции.

Для выполнения геологоразведочных работ недостаточно приобрести буровые станки, геофизическое, лабораторное и прочее оборудование, создав основной капитал. Необходимо часть средств авансировать в виде оборотного ка-

питала для запуска производственного процесса и обеспечения его функционирования. В практике работы российских предприятий оборотный капитал называется оборотными средствами.

Общепринятым в настоящее время является деление оборотных средств на две части: находящиеся **в сфере производства и в сфере обращения.** Общим для этих частей является то обстоятельство, что это вложенный капитал (затраченные средства), имеющий стоимостную оценку. Оборотные средства первой части, кроме стоимостной, могут иметь и натуральную оценку: т, м, $м^3$, шт.

Первая часть представлена предметами труда (материальными ресурсами), являющимися объектом приложения средств труда. В результате этого приложения предметы труда превращаются в готовую продукцию.

Вторая часть – это по сути денежное обращение, обслуживающее движение готовой продукции к потребителю.

2.1. Определение норматива оборотных средств

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет две тонны, а договорная цена на него – 40000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Решение:

Норматив оборотных средств по предприятию определяется по формуле:

$$О = H_i \cdot M_i /360 \cdot Ц_i, \text{ руб.},$$

где H_i – норма запаса i-го материального ресурса в днях;

M_i – среднегодовое потребление i-го материального ресурса в натуральных единицах (т);

$M_i/360$ – среднесуточное потребление i-го материального ресурса в натуральных единицах (т);

Ц*i* – цена за единицу *i*-го материального ресурса, руб.

Норма запаса в днях состоит из следующих элементов:

$$Н = t_{тр.} + t_{п} + t_{т} + t_{ст},$$

где $t_{тр.}$ – время нахождения ресурса в пути (транспортный запас), учитывается при предварительной оплате поставок;

$t_{п}$ – время, необходимое для приёмки, сортировки, складирования и подготовки к производству;

$t_{т}$ – время пребывания в виде текущего запаса (интервал времени между двумя очередными поставками);

$t_{ст.}$ – гарантийный или страховой запас ресурсов (определяется в % от продолжительности текущего запаса).

Так как $t_{тр.}$ и $t_{п}$ отсутствуют в условиях, то $Н$ находится как сумма $t_{т}$ и $t_{ст}$.

В данной задаче:

текущий запас равен 45 дням (1,5 месяца);

страховой запас равен 22,5 дням (50 % от 45)

норма запаса в днях равна 45 + 22,5 = 67,5 дней.

Норматив оборотных средств по топливу равен:

$$О = 67{,}5 \text{ дн.} \cdot 2 \text{ т/сут.} \cdot 40\,000 \text{ руб./т} = 5\,400\,000 \text{ руб.}$$

***Ответ*:** Норматив оборотных средств по топливу для предприятия составляет 5 400 000 рублей.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 40000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1 месяц. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 2

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 40000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 3

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 1,5 тонны, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 4

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 0,5 тонны, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,0 месяц. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 5

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 5,0 тонн, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2,0 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 6

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 15 тонн, а договорная цена на него – 40000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 3 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 7

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 42000 рублей за

тонну. Период между поставками составляет 2 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 8

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 4,5 тонны, а договорная цена на него – 41000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 9

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 4 тонны, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,0 месяц. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 10

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 5,0 тонн, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 11

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяцев. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 12

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 3 тонны, а договорная цена на него – 41000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 13

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 1,5 тонны, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 14

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 2,5 тонны, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,0 месяц. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 15

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 5,0 тонн, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 3,0 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 16

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 42000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 0,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 30 %.

Задание 17

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет одну тонну, а договорная цена на него – 41500 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

Задание 18

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 2 тонны, а договорная цена на него – 44000 рублей за

тонну. Период между поставками составляет 1,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 19

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 4 тонны, а договорная цена на него – 45000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 1,0 месяц. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 40 %.

Задание 20

Определить норматив оборотных средств по топливу, если его суточное потребление составляет 5,0 тонн, а договорная цена на него – 44000 рублей за тонну. Период между поставками составляет 2,5 месяца. Оплата – по факту поставки. Страховой запас принять на уровне 50 %.

2.2. Расчет показателей оценки эффективности использования оборотных средств

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 5400 рублей;

1 апреля – 5320 рублей;

1 июля – 6280 рублей;

1 октября – 6310 рублей;

1 января следующего года – 5360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 80 млн рублей.

Решение:

Коэффициент оборачиваемости оборотных средств (количество оборотов) определяется по формуле:

$$К_{об} = В/СО_{ср.};$$

где В – объем реализованной продукции (объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ), тыс. руб.;

$СО_{ср.}$ – среднегодовая величина оборотных средств по предприятию (средний остаток), тыс. руб.

Так как величина оборотных средств на предприятии постоянно меняется (находится в обороте), то она определяется как среднеарифметическая величина за отдельные периоды или на определенные даты периода.

Среднегодовой остаток может быть определен по формуле:

$$СО_{ср.} = (О_{с\ 1\ кв.} + О_{с\ 2\ кв.} + О_{с\ 3\ кв.} + О_{с\ 4\ кв.})/4,$$

где $О_{с\ 1\ кв.}$, $О_{с\ 2\ кв.}$, $О_{с\ 3\ кв.}$, $О_{с\ 3\ кв.}$ – средние остатки оборотных средств за кварталы, определяемые как средние величины размера оборотных средств на начало и конец квартала.

Или:

$$СО_{ср.} = (О_{с\ 1\ янв.} / 2 + О_{с\ 1\ апр.} + О_{с\ 1\ июля} + О_{с\ 1\ окт.} + О_{с\ 1\ янв.\ след.\ года}/2) / 4,$$

где в расчет включаются величины оборотных средств на определенные даты.

В данной задаче:

$$СО_{ср.} = ((5400+5320)/2 + (5320+6280)/2 + (6280+6310)/2 + (6310+5360)/2) / 4 =$$

$$= (5360 + 5800 + 6295 + 5835) /4 = 5822,5 \text{ тыс. руб.}$$

Или:

$$СО_{ср.} = (5400/2 + 5320 + 6280 + 6310 + 5360/2) /4 = 5822,5 \text{ тыс. руб.}$$

Коэффициент оборачиваемости (количество оборотов) равен:

$$Коб = 80\ 000 \text{ тыс.} / 5822,5 \text{ тыс.} = 13,74 \text{ руб./руб. (оборотов).}$$

Длительность оборота оборотных средств:

$$Т = Д / Ко = 360 / 13,74 = 26,2 \text{ дня,}$$

где Д – длительность рассматриваемого периода (1 год = 360 дней).

Ответ: коэффициент оборачиваемости равен 13,74 руб./руб.; длительность одного оборота оборотных средств составляет 26,2 дня.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 2400 рублей;

1 апреля – 2320 рублей;

1 июля – 3280 рублей;

1 октября – 3310 рублей;

1 января следующего года – 2360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 80 млн рублей.

Задание 2

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 5400 рублей;

1 апреля – 5320 рублей;

1 июля – 6280 рублей;

1 октября – 6310 рублей;

1 января следующего года – 5360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 80 млн рублей.

Задание 3

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 6200 рублей;

1 апреля – 5840 рублей;

1 июля – 5420 рублей;

1 октября – 5760 рублей;

1 января следующего года – 6140 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 90 млн рублей.

Задание 4

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 7100 рублей;

1 апреля – 6920 рублей;

1 июля – 6240 рублей;

1 октября – 5600 рублей;

1 января следующего года – 6860 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 120 млн рублей.

Задание 5

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8200 рублей;

1 апреля – 7860 рублей;

1 июля – 5420 рублей;

1 октября – 6800 рублей;

1 января следующего года – 8150 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 110 млн рублей.

Задание 6

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 2500 рублей;

1 апреля – 2320 рублей;

1 июля – 3280 рублей;

1 октября – 3200 рублей;

1 января следующего года – 2650 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 78 млн рублей.

Задание 7

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 5600 рублей;

1 апреля – 5320 рублей;

1 июля – 6280 рублей;

1 октября – 6310 рублей;

1 января следующего года – 5460 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 90 млн рублей.

Задание 8

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 5200 рублей;

1 апреля – 5840 рублей;

1 июля – 5300 рублей;

1 октября – 5760 рублей;

1 января следующего года – 6040 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 110 млн рублей.

Задание 9

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8100 рублей;

1 апреля – 7920 рублей;

1 июля – 6240 рублей;

1 октября – 5600 рублей;

1 января следующего года – 6750 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 115 млн рублей.

Задание 10

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8400 рублей;

1 апреля – 6860 рублей;

1 июля – 5420 рублей;

1 октября – 7800 рублей;

1 января следующего года – 8150 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 125 млн рублей.

Задание 11

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 3400 рублей;

1 апреля – 2320 рублей;

1 июля – 3280 рублей;

1 октября – 4310 рублей;

1 января следующего года – 5360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 95 млн рублей.

Задание 12

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 6400 рублей;

1 апреля – 5320 рублей;

1 июля – 4280 рублей;

1 октября – 5310 рублей;

1 января следующего года – 6360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 105 млн рублей.

Задание 13

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8200 рублей;

1 апреля – 7840 рублей;

1 июля – 6420 рублей;

1 октября – 8760 рублей;

1 января следующего года – 7140 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 115 млн рублей.

Задание 14

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8100 рублей;

1 апреля – 6920 рублей;

1 июля – 5240 рублей;

1 октября – 6600 рублей;

1 января следующего года – 7860 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 135 млн рублей.

Задание 15

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 9200 рублей;

1 апреля – 7860 рублей;

1 июля – 6420 рублей;

1 октября – 7800 рублей;

1 января следующего года – 8150 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 110 млн рублей.

Задание 16

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 4400 рублей;

1 апреля – 5320 рублей;

1 июля – 6280 рублей;

1 октября – 4310 рублей;

1 января следующего года – 5360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 95 млн рублей.

Задание 17

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 3400 рублей;

1 апреля – 4320 рублей;

1 июля – 5280 рублей;

1 октября – 6310 рублей;

1 января следующего года – 5360 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 60 млн рублей.

Задание 18

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 7200 рублей;

1 апреля – 8840 рублей;

1 июля – 6420 рублей;

1 октября – 7760 рублей;

1 января следующего года – 8140 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 90 млн рублей.

Задание 19

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 7100 рублей;

1 апреля – 6920 рублей;

1 июля – 6240 рублей;

1 октября – 5600 рублей;

1 января следующего года – 6860 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 65 млн рублей.

Задание 20

Определить коэффициент оборачиваемости и длительность одного оборота оборотных средств при следующих условиях.

Остаток оборотных средств по состоянию:

на 1 января – 8200 рублей;

1 апреля – 9860 рублей;

1 июля – 6420 рублей;

1 октября – 7800 рублей;

1 января следующего года – 9150 рублей.

Годовой объем выполненных и оплаченных геологоразведочных работ составил 110 млн рублей.

2.3. Определение потребности в оборотных средствах

Пример решения типовой задачи.

Задание:

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 80 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 16,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 100 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Решение:

1. Определяем коэффициент оборачиваемости в предыдущем году:

$К_{о\ 1} = Q_{год\ 1} / О_{с\ год\ 1}$ = 80 000 000 / 16 500 000 = 4,85 руб./руб. (оборотов).

2. Определяем длительность одного оборота в предыдущем году:

$Д_1 = 360 / К_{о\ 1} = 360 / 4,85 = 74,2$ дня.

3. Определяем длительность одного оборота в текущем году:

$Д_2 = 74,2 – 4.0 = 70,2$ дня.

4. Определяем коэффициент оборачиваемости в текущем году:

$К_{о\ 2} = 360 / Д_2 = 360 / 70,2 = 5,13$ руб./руб. (оборотов).

5. Определяем потребную величину оборотных средств в текущем году:

$О_{с\ 2} = Q_{год\ 2} / К_{о\ 2}$ = 100000000 / 5,13 = 19493177 руб.

6. Определяем недостающую потребность в оборотных средствах:

$$\Delta O_c = 16500000 - 19493177 = -2993177 \text{ руб.}$$

Ответ: в текущем году потребуется увеличить величину оборотных средств на 2993177 руб.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 100 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 20,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 120 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Задание 2

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 80 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 18,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 95 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 5 дней.

Задание 3

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 18,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 110 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 6 дней.

Задание 4

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 16,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 120 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 8 дней.

Задание 5

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 16,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 120 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 3 дня.

Задание 6

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 120 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 20,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 160 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Задание 7

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 80 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 16,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 95 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 5 дней.

Задание 8

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 28,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 120 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 6 дней.

Задание 9

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 16,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 100 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 8 дней.

Задание 10

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 60 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 14,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 90 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Задание 11

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 110 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 18,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 140 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Задание 12

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 120 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 28,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 130 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 5 дней.

Задание 13

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 20,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 110 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 8 дней.

Задание 14

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 190 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 46,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 220 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 6 дней.

Задание 15

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 80 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 22,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 95 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 4 дня.

Задание 16

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 110 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 20,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 120 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 5 дней.

Задание 17

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных

геологоразведочных работ составлял 120 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 26,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 125 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 5 дней.

Задание 18

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 95 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 22,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 105 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 8 дней.

Задание 19

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 190 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 46,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 210 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 6 дней.

Задание 20

Определить величину оборотных средств в текущем году и их относительное высвобождение (потребность), если в предыдущем году объем выполненных геологоразведочных работ составлял 90 млн рублей при среднем остатке оборотных средств 20,5 млн рублей.

В текущем году планируется увеличить объем геологоразведочных работ до 110 млн рублей, а за счет разработанных мероприятий сократить длительность одного оборота на 8 дней.

3. ТРУДОВЫЕ РЕСУРСЫ ПРЕДПРИЯТИЯ
(заработная плата работников)

Важнейшим фактором производства являются трудовые ресурсы предприятия (персонал). От обеспеченности предприятия кадрами, их профессионального мастерства зависит степень использования сырья, материалов, производственных мощностей, основных и оборотных фондов и в целом эффективность производства.

Персонал предприятия – это совокупность физических лиц, выполняющих разнообразные функции в процессе производства материальных благ, оказания услуг, удовлетворения потребностей интеллектуального, культурного и другого характера и состоящих с предприятием как юридическим лицом в отношениях, регулируемых трудовым договором.

Физические лица состоят с юридическими лицами (предприятиями, организациями) в отношениях, регулируемых договором найма. В таких отношениях, однако, могут состоять не только наемные работники предприятия, но и физические лица – собственники или совладельцы предприятия, которые помимо причитающейся им части доходов получают соответствующую оплату за непосредственное участие в конкретной работе предприятия.

В зависимости от участия в производственной деятельности работники предприятий подразделяют на **основной персонал** (промышленно-производственный персонал), т. е. лиц, занятых основной деятельностью (управленческий персонал, специалисты, рабочие основного и вспомогательного производств, служащие), и лиц, образующих персонал **неосновной деятельности** (непромышленный персонал) (работники столовых, ЖКХ, объектов соцкультбыта, находящихся на балансе предприятия).

В качестве источника воспроизводства трудовых ресурсов выступает заработная плата. **Заработная плата** – это цена услуг труда определенного качества, выплачиваемая за единицу времени. Такое определение заработной платы

помогает разграничить понятия «заработная плата» и «доход». Доход определяется не только трудовыми усилиями, но зависит также от наличия ценных бумаг, недвижимости и т. д.

Важно отметить, что зарплата есть не только экономическая, но и социальная категория. Ведь это основной вид дохода, от которого зависит уровень жизни, благосостояние работников и их семей.

3.1. Повременная и сдельная формы заработной платы

Теоретические положения

Основными формами заработной платы являются **сдельная и повременная,** каждая из которых осуществляется в виде различных систем.

Сдельная форма заработной платы подразделяется на прямую сдельную, сдельно-премиальную, аккордную, косвенную сдельную и сдельно-прогрессивную.

Повременная форма заработной платы подразделяется на простую повременную и повременно-премиальную.

В зависимости от способа учета выработки рабочего, оплата труда может быть:

1) индивидуальной, при которой учет выполненной работы и расчет заработной платы производят для каждого рабочего отдельно;

2) коллективной (бригадной), когда учет выполненной работы и расчет заработной платы осуществляют для бригады в целом.

При сдельной форме оплаты труда заработок работника зависит от двух факторов: **объема выполненных работ (произведенной продукции)** в натуральных измерителях и **квалификации (сложности)** работы. Сдельная форма оплаты труда создает непосредственную заинтересованность работника в повышении производительности труда, стимулирует повышение квалификации, так как заработок рабочего зависит от количества произведенной продукции или

объема выполненных работ и разряда работы. Необходимыми предпосылками применения сдельной формы оплаты труда являются нормирование труда, налаженный учёт количественных и качественных показателей.

При повременной оплате размер её зависит от **фактически отработанного времени** и **квалификации работника.** Эта форма оплаты труда в основном применяется для работ, где нельзя обеспечить точный учёт выработки, а также для оплаты труда руководителей, специалистов и служащих. С развитием механизации и автоматизации работ удельный вес повременной заработной платы увеличивается. В развитых странах – США, Англии, Франции, ФРГ, Японии и др. – наибольшее распространение получили различные модификации повременной формы оплаты труда, сопряжённые с разнообразными системами премирования.

Прямая сдельная система. Заработок рабочего определяется количеством произведенной им продукции (выполненной работы) необходимого качества и расценкой за единицу продукции (работы). Расценка устанавливается делением дневной тарифной ставки того разряда, которому соответствует выполняемая работа, на сменную норму выработки рабочего или путем умножения часовой тарифной ставки на норму времени:

$$P = A / H_{\text{выр.}} \quad \text{или} \quad P = A_{\text{ч.}} \cdot H_{\text{вр.}},$$

где P – сдельная расценка за единицу продукции (работы), руб.;

A, $A_{\text{ч.}}$ – дневная и часовая тарифная ставка, руб.;

$H_{\text{выр.}}$ – норма выработки за смену;

$H_{\text{вр.}}$ - норма времени, ч.

Фактический сдельный заработок рабочего за смену равняется расценке P, умноженной на его фактическую сменную выработку:

$$З_{\text{с.}} = P \cdot Q_{\text{ф}},$$

где $З_{\text{с.}}$ – основная заработная плата сдельщика;

$Q_{\text{ф}}$ – объем выполненной работы (продукции).

Сдельно-премиальная система представляет собой сочетание сдельной системы оплаты труда с премированием рабочих за улучшение определённых производственных показателей.

Аккордная система оплаты. Сущность её заключается в том, что сдельная расценка устанавливается сразу на весь объем работы до начала её выполнения. Размер аккордной оплаты определяется исходя из единых норм выработки и действующих тарифных ставок рабочих-сдельщиков.

Косвенная сдельная система оплаты применяется для тех групп рабочих, труд которых не поддается нормированию и учету. Это рабочие, обслуживающие основных рабочих-сдельщиков (рабочие: ремонтники, машинисты компрессорных установок и др.). Косвенная сдельная расценка определяется делением тарифной ставки обслуживающего рабочего на сменную норму выработки основных рабочих-сдельщиков; фактический заработок равен произведению косвенной сдельной расценки на фактический объем работ, выполненный основными рабочими-сдельщиками.

Сдельно-прогрессивная система. Она представляет собой такую систему оплаты, при которой труд рабочего в пределах установленной исходной нормы (базы) оплачивается по основным сдельным расценкам, а сверх установленной нормы – по повышенным сдельным расценкам.

Простая повременная система предусматривает оплату труда за отработанное количество часов (смен) по установленной тарифной ставке.

$$З_{пов.} = A \cdot T_ф,$$

где A – тарифная ставка (дневная, часовая), руб./ день или час;

$T_ф$ – фактически отработанное время в днях или часах.

При повременно-премиальной системе помимо тарифной заработной платы рабочим выплачивается премия за выполнение и перевыполнение количественных и качественных показателей.

Оплата труда руководителей, специалистов и служащих производится, как правило, на основе должностных окладов (месячной тарифной ставки).

Должностные оклады устанавливаются администрацией предприятия, учреждения, организации в соответствии с должностью и квалификацией работника.

Примеры решения типовых задач.

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за ноябрь 2019 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 27,3 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Решение:

Должностной оклад – это месячная тарифная ставка, которая выплачивается в случае отработки работником полного месяца работы (всех рабочих дней). Если отработан неполный рабочий месяц, то производится пересчет заработка через дневную тарифную ставку и количество фактически отработанных рабочих дней.

Для определения дневной тарифной ставки необходимо месячный должностной оклад разделить на количество рабочих дней в данном месяце по календарю. В ноябре 2019 года при 5-дневной рабочей неделе 21 рабочий день (всего 30 дней минус 9 выходных (субботы и воскресенья) и один праздничный день – 4 ноября).

Дневная тарифная ставка составит:

$$A = 27\,300 \text{ руб./мес.} / 21 \text{день} = 1\,300 \text{ руб./день.}$$

Повременный заработок составит: 1300 руб./день · 16 дней = 20800 руб.

С учетом районного коэффициента начисленный повременный заработок составит: 20 800 · 1,15 = 23 920 руб.

На руки работник получит начисленный заработок за вычетом подоходного налога, который в настоящее время составляет 13 %.

К выдаче: 23 920 – 23 920*0,13 = 23 920 – 3 106,6 = 20 810,4 руб.

Ответ: Начисленный повременный заработок составит 23 920 рублей.

Сумма повременной заработной платы к выдаче составит 20 810,4 руб.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,34 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 140 погонных метров.

Решение:

Сдельная расценка за 1 погонный метр бурения для бурильщика 5 разряда составит: 112,1 руб./час. · 2,34 час./пог.метр = 262,31 руб./метр.

Сдельная расценка за 1 погонный метр бурения для помощника бурильщика 4 разряда составит: 102,7 руб./час. · 2,34 час./пог. метр = 240,32 руб./метр.

Сдельный заработок бурильщика 5 разряда составит:

$З_{сд.}$ = 262,31 руб./метр · 140 пог. метров = 36 723,4 руб.

Сдельный заработок помощника бурильщика 4 разряда составит:

$З_{сд.}$ = 240,32 руб./метр · 140 пог. метров = 33 644,8 руб.

Ответ: Начисленный сдельный заработок за месяц составит:

для бурильщика 5 разряда – 36 723,4 рубля;

для помощника бурильщика 4 разряда – 33 644,8 рублей.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,14 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 100 погонных метров в месяц бригада пробурила 120 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-пре-миальный заработок каждого работника.

Решение:

Прямой сдельный заработок за фактически выполненный объем работ бурильщика 5 разряда составляет:

$З_{сд.}$ = 112,1 руб./час · 2,14 час./метр · 120 пог. метров = 28 787,28 руб.

Прямой сдельный заработок за фактически выполненный объем работ помощника бурильщика 4 разряда составляет:

$З_{сд.}$ = 102,7 руб./час. · 2,14 час./метр · 120 пог. метров = 26 373,36 руб.

План по бурению перевыполнен на 120 п. м./100 п. м. = 1,2 = 20 %.

Размер премии составит 20 % за выполнение плана + 2 % · 20 = 40 % – за перевыполнение плана. Итого общий размер премии составит 20 % + 40 % = = 60 % от прямого сдельного заработка.

Сдельно-премиальный заработок бурильщика 5 разряда составит:

$$З_{сд\text{-}прем.} = 28\,787{,}28 \cdot 1{,}6 = 46\,059{,}65 \text{ руб.}$$

Сдельно-премиальный заработок помощника бурильщика 4 разряда составит:

$$З_{сд\text{-}прем.} = 26\,373{,}36 \cdot 1{,}6 = 37\,397{,}38 \text{ руб.}$$

Ответ: Начисленный сдельно-премиальный заработок за месяц составит:

для бурильщика 5 разряда – 46 059,65 рубля;

для помощника бурильщика 4 разряда – 37 397,38 рублей.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за ноябрь 2018 года, если фактически отработано 14 рабочих дней. Должностной оклад – 25 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,54 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 160 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 100 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 2

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за февраль 2019 года, если фактически отработано 12 рабочих дней. Должностной оклад – 25 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,46 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 180 погонных метров и определить сумму заработной платы к выдаче. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 3

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геофизика 2 категории за март 2019 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 23 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,86 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 150 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 100 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 4

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за декабрь 2018 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 28 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,3 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,06 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 160 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 5

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 2 категории за март 2020 года, если фактически отработано 10 рабочих дней. Должностной оклад – 24 тысячи рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,44 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 140 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 100 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 10 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 6

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за ноябрь 2018 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 30 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,86 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 170 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 120 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 7

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за февраль 2019 года, если фактически отработано 15 рабочих дней. Должностной оклад – 35 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,56 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 190 погонных метров, и определить сумму заработной платы к выдаче. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 120 погонных

метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 8

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геофизика 2 категории за март 2019 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 23 тысячи рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,96 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 180 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,3 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 100 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 9

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за декабрь 2018 года, если фактически отработано 18 рабочих дней. Должностной оклад – 35 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 116,3 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 105,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,06 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 170 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 10

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 2 категории за апрель 2021 года, если фактически отработано 14 рабочих дней. Должностной оклад – 32 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 118,1 рубля в час и помощник

бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 110,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,40 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 150 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 120 погонных метров в месяц бригада пробурила 144 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 11

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за ноябрь 2021 года, если фактически отработано 14 рабочих дней. Должностной оклад – 25 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,54 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 190 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в

час. При плане 110 погонных метров в месяц бригада пробурила 130 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 12

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за февраль 2022 года, если фактически отработано 12 рабочих дней. Должностной оклад – 30 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,46 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 200 погонных метров, и определить сумму заработной платы к выдаче. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 13

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геофизика 2 категории за апрель 2021 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 35 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,86 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 165 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 120 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 14

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за декабрь 2020 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 36 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,3 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,06 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 175 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 95 погонных метров в месяц бригада пробурила 120 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 15

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 2 категории за май 2020 года, если фактически отработано 10 рабочих дней. Должностной оклад – 28 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,44 часа за метр бурения. Определить сдельный

заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 150 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 112,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. При плане 100 погонных метров в месяц бригада пробурила 115 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 10 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 16

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за октябрь 2019 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 30 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,86 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 180 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,1 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 115 погонных

метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 2 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 17

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за июнь 2019 года, если фактически отработано 15 рабочих дней. Должностной оклад – 35 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 102,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,56 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 210 погонных метров, и определить сумму заработной платы к выдаче. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 105 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 20 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 18

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геофизика 2 категории за март 2020 года, если фактически отработано 16 рабочих дней. Должностной оклад – 26 тысяч рублей. Районный коэффициент – 15 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 1,96 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 145 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,3 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 80 погонных метров в месяц бригада пробурила 110 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 19

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 1 категории за сентябрь 2022 года, если фактически отработано 18 рабочих дней. Должностной оклад – 35 тысяч рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 116,3 рубля в час и помощник

бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 105,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,06 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 155 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 2,9 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в час. При плане 90 погонных метров в месяц бригада пробурила 115 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

Задание 20

Задача 1

Рассчитать начисленный повременный заработок и сумму заработной платы к выдаче геолога 2 категории за июнь 2022 года, если фактически отработано 14 рабочих дней. Должностной оклад – 32 тысячи рублей. Районный коэффициент – 20 %.

Задача 2

При колонковом бурении скважин в состав буровой вахты входят бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 118,1 рубля в час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 110,7 рубля в час. Норма времени на бурение составляет 2,40 часа за метр бурения. Определить сдельный заработок каждого работника, если за месяц было пройдено 135 погонных метров.

Задача 3

При бурении скважины норма времени составляет 1,8 часа за метр. Работы выполняют бурильщик 5 разряда с часовой тарифной ставкой 114,7 рубля за час и помощник бурильщика 4 разряда с часовой тарифной ставкой 104,8 рубля в

час. При плане 120 погонных метров в месяц бригада пробурила 140 погонных метров. Размер премии за выполнение плана составляет 15 %, а за каждый процент перевыполнения плана – 1,5 %. Определить сдельно-премиальный заработок каждого работника.

3.2. Методы распределения коллективного заработка

Теоретические положения:

Распределение коллективного заработка при сдельной форме оплаты труда

Общий коллективный сдельный заработок рассчитывается путем умножения фактически выполненного объема работ ($Q_ф$) на комплексную сдельную расценку ($P_{сд.}$) в рублях за единицу работ:

$$З_{сд.} = Q_ф \cdot P_{сд.}.$$

Распределение общего коллективного сдельного заработка может производиться с применением коэффициента сдельного приработка ($K_{пр.}$), который рассчитывается как отношение коллективного сдельного заработка к общему тарифному заработку:

$$K_{пр.} = З_{сд.} / \sum З_{iтар.},$$

где $З_{iтар.}$ – размер тарифного заработка i-го члена трудового коллектива;

$\sum З_{iтар.}$ – общий (суммарный) тарифный заработок всех членов трудового коллектива (бригады).

Под тарифным заработком понимается размер оплаты труда, рассчитанный в соответствии с тарифной ставкой работника и фактически отработанным временем.

Индивидуальный сдельный заработок определяется путем умножения индивидуального тарифного заработка на коэффициент сдельного приработка:

$$З_{iсд.} = З_{iтар.} \cdot K_{пр.}.$$

Разница между сдельным и тарифным заработком называется сдельным приработком:

$$Пр_{сд.} = З_{сд.} – \sum З_{iтар.}.$$

Распределение коллективного заработка при повременной форме оплаты труда

Для хозрасчетных подразделений предприятия (отрядов, партий) по результатам их хозяйственной деятельности может формироваться и выделяться для распределения общий месячный фонд оплаты труда ($ФОТ_{общ.}$), который превышает общий (суммарный) тарифный заработок ($\sum З_{iтар.}$) всех членов трудового коллектива. Разница между общим месячным фондом оплаты труда ($ФОТ_{общ.}$) и общим (суммарным) тарифным заработком ($\sum З_{iтар.}$) всех работников подразделения называется приработком:

$$Пр = ФОТ_{общ.} - \sum З_{iтар.}.$$

В таком случае общий заработок работника подразделения складывается из двух частей:

- ✓ тарифный заработок (постоянная часть), который зависит от тарифной ставки работника и фактически отработанного им рабочего времени;
- ✓ приработок (переменная часть), который зависит от конечных производственных результатов деятельности подразделения.

Как правило, распределению подлежит переменная часть заработка – т. е. приработок. Рассмотрим два наиболее распространенных способа распределения приработка.

Первый способ основан на распределении приработка пропорционально тарифному заработку. Для этого рассчитывается коэффициент приработка:

$$К_{пр.} = Пр / \sum З_{iтар.}.$$

Затем рассчитывается индивидуальный приработок:

$$Пр_i = З_{iтар.} \cdot К_{пр.}.$$

Общий заработок работника будет складываться из суммы индивидуального тарифного заработка и индивидуального приработка.

Недостатком этого способа является то, что приработок и общий заработок определяется только тарифной ставкой работника без учета его индивидуального вклада в результаты коллективной работы.

Для устранения этого недостатка применяется **второй способ** распределения приработка, основанный на использовании коэффициента трудового участия (КТУ).

Данный способ требует разработку системы оценки индивидуального вклада работника в общие производственные результаты работы, внедрение критериев и показателей индивидуальной деятельности. В соответствии с такой системой, работа каждого работника оценивается количественным коэффициентом (или системой коэффициентов) трудового участия.

Для распределения приработка рассчитывается приработок на единицу КТУ путем деления общего приработка на сумму КТУ всех работников подразделения:

$$1\ КТУ = Пр / \sum КТУ_i .$$

Затем рассчитывается индивидуальный приработок:

$$Пр_i = 1\ КТУ \cdot КТУ_i .$$

Общий заработок работника также будет складываться из суммы индивидуального тарифного заработка и индивидуального приработка.

Примеры решения типовых задач.

Задача 1:

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 120 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1764 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	950	25
2. Бурильщик	950	23
3. Машинист	700	26
4. Машинист	700	22
5. Крепильщик	800	22
6. Крепильщик	800	26

Рассчитаем общий сдельный заработок бригады:

$$З_{сд.} = 120\ м \cdot 1764\ руб./м = 211\ 680\ руб.$$

Рассчитаем индивидуальный тарифный заработок каждого работника и общий тарифный заработок бригады (таблица, 4 колонка).

Затем определим коэффициент сдельного приработка:

$$К_{пр.} = 211680 \text{ руб.} / 117600 \text{ руб.} = 1,8.$$

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен	Тарифный заработок, руб.	Сдельный заработок, руб.
1	2	3	4	5
1. Бурильщик	950	25	23 750	42 750
2. Бурильщик	950	23	21 850	39 330
3. Машинист	700	26	18 200	32 760
4. Машинист	700	22	15 400	27 720
5. Крепильщик	800	22	17 600	31 680
6. Крепильщик	800	26	20 800	37 440
Итого			**117 600**	**211 680**

В таблице (колонка 5) рассчитаем сдельный заработок каждого работника ($23750 \cdot 1,8 = 42\,750$ и т. д.).

Для проверки: сумма индивидуальных сдельных заработков (5 колонка) должна быть равна общему бригадному сдельному заработку.

Задача 2:

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 181000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	28 500	1,0
2. Геолог 1 категории	26 000	1,3
3. Геолог 2 категории	24 000	0,9
4. Техник-геолог 1 категории	22 000	1,2
5. Техник-геолог без категории	20 000	1,1

Суммарный месячный тарифный заработок отряда равен – 120 500 руб.

Приработок составит: 181 000 – 120 500 = 60 500 руб.

Суммарный коэффициент трудового участия отряда равен – 5,5.

Приработок на единицу КТУ составит: 60 500 / 5,5 = 11 000 руб./1 КТУ.

Все расчеты сведем в таблицу:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ	Индивидуальный приработок с учетом КТУ, руб.	Общий заработок, руб.
1	2	3	4	5
1. Начальник отряда	28 500	1,0	11 000	39 500
2. Геолог 1 категории	26 000	1,3	14 300	40 300
3. Геолог 2 категории	24 000	0,9	9 900	33 900
4. Техник-геолог 1 категории	22 000	1,2	13 200	35 200
5. Техник-геолог без категории	20 000	1,1	12 100	32 100
Итого	**120 000**	**5.5**	**60 500**	**181 000**

Задача 3:

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 184 100 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	28000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	26000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	24000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	22000	13	0,9
5. Техник-геолог без категории	20000	20	1,3

Все расчеты сведем в таблицу.

Так как не все работники отработали полный рабочий месяц, произведем расчет тарифной заработной платы через дневную тарифную ставку.

Для этого рассчитаем дневную тарифную ставку каждого работника (5 колонка таблицы), разделив его месячный оклад на число рабочих дней в месяце (20 дней). В 6 колонке таблицы определим тарифный заработок каждого работника исходя из количества отработанных им дней.

Должность	Месячный оклад, руб./	Отработано дней, дн.	КТУ	Дневная	Тарифный заработок руб.	Приработок, руб.	Общий заработок, руб.

	месяц			тарифная ставка, руб./день			
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Начальник отряда	28000	20	1,0	1 400	28 000	14 000	42 000

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8
2. Геолог 1 категории	26000	16	1,1	1 300	20 800	15 400	36 200
3. Геолог 2 категории	24000	20	1,2	1 200	24 000	16 800	40 800
4. Техник-геолог 1 категории	22000	13	0,9	1 100	14 300	12 600	26 900
5. Техник-геолог без категории	20000	20	1,3	1 000	20 000	18 200	38 200
Итого			**5,5**		**107 100**	**77 000**	**184 100**

Определим общий приработок отряда: 184 100 – 107 100 = 77 000 руб.

Приработок на единицу КТУ составит: 1КТУ = 77 000 руб. / 5,5 = = 14 000 руб./1 КТУ.

Исходя из индивидуальных КТУ, рассчитаем индивидуальный приработок для каждого работника (7 колонка).

В 8 колонке таблицы рассчитаем общий заработок каждого работника за месяц путем сложения постоянной части заработка (тарифного) и переменной части (приработка).

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 116 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1739 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 160000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	24000	1,0
2. Геолог 1 категории	20000	1,2
3. Геолог 2 категории	18000	0,9
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,3
5. Техник-геолог без категории	14000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	13	0,9
5. Техник-геолог без категории	14000	20	1,3

Задание 2

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 122 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1700 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	26
2. Бурильщик	900	24
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	26
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	24

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	1,2
3. Геолог 2 категории	20000	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	16000	0,8
5. Техник-геолог без категории	14000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	26000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	24000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	22000	20	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	19000	13	1,0
5. Техник-геолог без категории	17000	20	1,3

Задание 3

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 108 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1750 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 200000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	23000	1,2
3. Геолог 2 категории	21000	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	18000	0,8
5. Техник-геолог без категории	16000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	25000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	23000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	21000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	18000	16	0,9
5. Техник-геолог без категории	16000	20	1,3

Задание 4

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 118 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1720 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	22
4. Машинист	650	24
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	22

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	23000	1,1
3. Геолог 2 категории	20000	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,3
5. Техник-геолог без категории	14000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 160000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	18	1,0
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	20	1,1
5. Техник-геолог без категории	14000	17	1,0

Задание 5

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 142 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1690 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 160000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	1,1
3. Геолог 2 категории	20000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,2
5. Техник-геолог без категории	14000	1,3

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 200000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	13	0,9
5. Техник-геолог без категории	14000	20	1,3

Задание 6

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 120 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1800 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	24000	1,0
2. Геолог 1 категории	20000	1,2
3. Геолог 2 категории	18000	0,8
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,2
5. Техник-геолог без категории	14000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	14	0,9
5. Техник-геолог без категории	14000	20	1,3

Задание 7

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 132 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1700 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	26
2. Бурильщик	900	24
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	26
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	24

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	1,2
3. Геолог 2 категории	20000	1,0
4. Техник-геолог 1 категории	16000	0,8
5. Техник-геолог без категории	14000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 200000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	26000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	24000	16	1,0
3. Геолог 2 категории	22000	20	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	19000	14	1,2
5. Техник-геолог без категории	17000	20	1,3

Задание 8

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 110 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1850 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 210000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	23000	1,1
3. Геолог 2 категории	21000	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	18000	0,9
5. Техник-геолог без категории	16000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	25000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	24000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	20000	16	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	18000	20	0,9
5. Техник-геолог без категории	16000	20	1,3

Задание 9

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 120 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1720 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	22
4. Машинист	650	24
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	22

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	23000	1,1
3. Геолог 2 категории	20000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,3
5. Техник-геолог без категории	14000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	18	0,9
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	20	1,2
5. Техник-геолог без категории	14000	17	1,1

Задание 10

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 140 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1700 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	25000	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	1,1
3. Геолог 2 категории	20000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	1,1
5. Техник-геолог без категории	14000	1,3

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 200000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	24000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	18000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	16000	16	0,9
5. Техник-геолог без категории	14000	20	1,3

Задание 11

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 120 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1850 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	950	25
2. Бурильщик	950	22
3. Машинист	700	24
4. Машинист	700	23
5. Крепильщик	800	26
6. Крепильщик	800	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	24000	1,0
2. Геолог 1 категории	22000	1,2
3. Геолог 2 категории	19000	0,9
4. Техник-геолог 1 категории	18000	1,3
5. Техник-геолог без категории	17000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	34000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	28000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	13	0,9
5. Техник-геолог без категории	24000	20	1,3

Задание 12

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 130 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1800 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	26
2. Бурильщик	900	24
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	26
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	24

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 210000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	35000	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	1,2
3. Геолог 2 категории	30000	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	28000	0,8
5. Техник-геолог без категории	24000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 200000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	38000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	32000	20	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	29000	13	1,0
5. Техник-геолог без категории	27000	20	1,3

Задание 13

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 115 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1800 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 220000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	35000	1,0
2. Геолог 1 категории	33000	1,2
3. Геолог 2 категории	31000	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	28000	0,8
5. Техник-геолог без категории	26000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	35000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	33000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	31000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	28000	16	0,9
5. Техник-геолог без категории	26000	20	1,3

Задание 14

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 125 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1750 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	700	22
4. Машинист	700	24
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	22

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 210000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	36000	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	1,1
3. Геолог 2 категории	30000	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	28000	1,3
5. Техник-геолог без категории	24000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 180000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	34000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	18	1,0
3. Геолог 2 категории	28000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	20	1,1
5. Техник-геолог без категории	24000	17	1,0

Задание 15

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 150 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1710 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 175000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	34000	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	1,1
3. Геолог 2 категории	28000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	1,2
5. Техник-геолог без категории	22000	1,3

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 220000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	38000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	32000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	28000	13	0,9
5. Техник-геолог без категории	26000	20	1,3

Задание 16

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 130 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1850 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	700	24
4. Машинист	700	23
5. Крепильщик	800	26
6. Крепильщик	800	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	36000	1,0
2. Геолог 1 категории	33000	1,2
3. Геолог 2 категории	28000	0,8
4. Техник-геолог 1 категории	26000	1,2
5. Техник-геолог без категории	24000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 230000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	36000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	30000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	28000	14	0,9
5. Техник-геолог без категории	26000	20	1,3

Задание 17

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 145 метра горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1750 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	26
2. Бурильщик	900	24
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	26
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	24

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 190000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	35000	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	1,2
3. Геолог 2 категории	30000	1,0
4. Техник-геолог 1 категории	26000	0,8
5. Техник-геолог без категории	24000	1,0

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 230000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	36000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	16	1,0
3. Геолог 2 категории	32000	20	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	29000	14	1,2
5. Техник-геолог без категории	27000	20	1,3

Задание 18

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 135 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1860 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 220000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	45000	1,0
2. Геолог 1 категории	38000	1,1
3. Геолог 2 категории	34000	1,3
4. Техник-геолог 1 категории	28000	0,9
5. Техник-геолог без категории	26000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 215000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	35000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	18	1,1
3. Геолог 2 категории	30000	16	1,1
4. Техник-геолог 1 категории	28000	20	0,9
5. Техник-геолог без категории	26000	20	1,3

Задание 19

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 145 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1820 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	22
4. Машинист	650	24
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	22

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 195000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	36000	1,0
2. Геолог 1 категории	33000	1,1
3. Геолог 2 категории	30000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	1,3
5. Техник-геолог без категории	24000	1,1

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 240000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	38000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	18	0,9
3. Геолог 2 категории	32000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	28000	20	1,2
5. Техник-геолог без категории	26000	17	1,1

Задание 20

Задача 1

При проходке разведочной горной выработки работает комплексная бригада в составе 6 человек. За месяц бригадой пройдено 140 метров горной выработки. Расценка за один метр проходки составляет 1730 рублей. Рассчитать заработок членов бригады с учетом сдельного приработка при следующих условиях:

Состав бригады	Дневная тарифная ставка, руб./день	Отработано смен
1. Бурильщик	900	25
2. Бурильщик	900	22
3. Машинист	650	24
4. Машинист	650	23
5. Крепильщик	750	26
6. Крепильщик	750	21

Задача 2

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 210000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	КТУ
1. Начальник отряда	38000	1,0
2. Геолог 1 категории	34000	1,1
3. Геолог 2 категории	30000	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	1,1
5. Техник-геолог без категории	24000	1,3

Задача 3

Фонд оплаты труда геологического отряда за месяц составляет 220000 рублей. Распределить приработок между членами отряда по КТУ и рассчитать общий заработок каждого работника в месяц (в месяце 20 рабочих дней) при следующих условиях:

Должность	Месячный оклад, руб./месяц	Отработано рабочих дней, дн.	КТУ
1. Начальник отряда	34000	20	1,0
2. Геолог 1 категории	32000	16	1,1
3. Геолог 2 категории	28000	20	1,2
4. Техник-геолог 1 категории	26000	16	0,9
5. Техник-геолог без категории	24000	20	1,3

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Геологическое предприятие в процессе своей деятельности потребляет ресурсы – материальные, трудовые, финансовые и др. Потребленные ресурсы формируют затраты предприятия. Затраты могут осуществляться в форме *капитальных вложений* с целью создания или приобретения основных средств и нематериальных активов. Другая часть затрат – это затраты, связанные с осуществлением *текущей деятельности* – производством и реализацией продукции (работ, услуг), реализацией ее активов и прочими операциями, осуществляемыми в течение отчетного периода. К текущим затратам относятся затраты производственных ресурсов, которые, как правило, потребляются в одном хозяйственном цикле. Текущие затраты, связанные с производством и реализацией продукции, составляют экономическую основу формирования *себестоимости продукции*.

Таким образом, **себестоимость продукции – это текущие затраты предприятия на производство и реализацию продукции, выраженные в денежной форме.** Величина себестоимости продукции влияет на важнейшие показатели работы предприятия – прибыль и рентабельность.

Себестоимость является показателем, в котором обобщаются результаты всей производственно-хозяйственной деятельности предприятия и его отдельных структурных подразделений. В себестоимости продукции находят свое отражение уровень хозяйственного руководства предприятием, степень использования материальных ресурсов и рабочей силы, технологического оборудования, совершенствование технологического процесса и организации производства.

В условиях рыночной экономики любая производственно-хозяйственная деятельность оценивается с точки зрения её экономических результатов. В качестве единого унифицированного показателя оценки такой деятельности выступает прибыль.

В самом общем виде прибыль - это разница между доходом, полученным от деятельности предприятия (предпринимателя), и расходами, понесенными в результате этой деятельности. Данная формулировка закреплена в Налоговом кодексе РФ (часть вторая, глава 25. «Налог на прибыль организаций»), где прибылью для российских организаций признается **«полученный доход, уменьшенный на величину произведенных расходов»** [1].

К **доходам** относят:

- доходы от реализации товаров (работ, услуг) и имущественных прав (доходы от реализации), при этом в качестве таковых признаются выручка от реализации товаров (работ, услуг) как собственного производства, так и ранее приобретенных, а также выручка от реализации имущественных прав;
- внереализационные доходы (от долевого участия в других организациях, в виде процентов, полученных по договорам займа, кредита, банковского счета, банковского вклада, а также по ценным бумагам и другим долговым обязательствам, в виде положительной (отрицательной) курсовой разницы, образующейся вследствие отклонения курса продажи (покупки) иностранной валюты от официального курса, установленного ЦБ на дату перехода права собственности на иностранную валюту и т. д.)

Расходами признаются обоснованные и документально подтвержденные затраты, осуществленные (понесенные) хозяйствующим субъектом. Под обоснованными расходами понимаются экономически оправданные затраты, оценка которых выражена в денежной форме.

Расходы в зависимости от их характера, а также условий осуществления и направлений деятельности предприятия подразделяют:

- на расходы, связанные с производством и реализацией продукции (себестоимость);
- внереализационные.

Состав доходов и расходов подробно изложен в главе 25 Налогового кодекса РФ и отечественных стандартах бухгалтерского учета – ПБУ 1/98, ПБУ

9/99 и ПБУ 10/99 («Учетная политика организации», «Доходы организации», «Расходы организации»).

4.1. Расчеты себестоимости, выручки и прибыли

Пример решения типовых задач.

Задание:

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 740 рублей и продает в среднем за день по 900 единиц этого товара по цене 890 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10%, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль.

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие –	9,9	руб./ед.
Постоянные издержки на одно изделие –	3,3	руб./ед.
Всего –	13,2	руб./ед.
Цена продаж –	19,8	руб./ед.
Объем продаж –	30000	изделий/год

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 15000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 90000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Теоретические основы:

Валовая прибыль в общем виде определяется следующим образом:

$$П_в = В – С_с;$$

или

$$П_в = (Ц – С_{с\ уд.}) \cdot Q$$

где Пв – валовая прибыль от реализации продукции за определенный календарный период, руб.;

В – выручка от реализации продукции за определенный календарный период, руб.,

при этом

$$В = Ц \cdot Q;$$

Ц – цена за натуральную единицу реализованной продукции, руб./ед.;

Q – объем реализованной продукции за определенный календарный период, ед.

$С_{с\ уд.}$ – себестоимость единицы произведенной и реализованной продукции (удельная), руб./ед.

$С_с$ – фактическая полная себестоимость производства и реализации единицы продукции за определенный календарный период, руб.;

$$С_с = С_{с\ пост.} + С_{с\ пер.} = С_{с\ пост.уд.} \cdot Q + С_{с\ пер.\ уд.} \cdot Q,$$

где $С_{с\ пост.}$ – общие условно-постоянные расходы;

$С_{с\ пер.}$ – общие условно-переменные расходы;

$С_{с\ пост.\ уд.}$ – условно-постоянные расходы на единицу производимой продукции (удельные);

$С_{с\ пер.\ уд.}$ – условно-переменные расходы на единицу производимой продукции (удельные).

Решение задачи 1.

Рассчитаем дневную выручку фирмы при первоначальных условиях:

$$В_д = 890 \cdot 900 = 801000 \text{ руб.}$$

Определяем себестоимость за день (затраты на закупку товара):

$$С_{с\ д} = 740 \cdot 900 = 666000 \text{ руб.}$$

Рассчитаем валовую прибыль за неделю:

$$П_{в\ н} = (801000 – 666000) \cdot 7 \text{ дней} = 945000 \text{ руб.}$$

или

$$П_{в\ н} = (890 – 740) \cdot 900 \cdot 7 \text{ дней} = 945000 \text{ руб.}$$

Далее решаем обратную задачу, т. е. составляем уравнение расчета валовой прибыли, где подставляем величину рассчитанной прибыли, новую, сниженную на 10 % цену, а искомый объем продаж принимаем за неизвестную величину (X):

$$Ц_н = (890 – 890 \cdot 0,1) = 801 \text{ руб.};$$

$$945000 = (801 – 740) \cdot Q(X);$$

$$Q(X) = 945000/61 = 15492 \text{ ед.}$$

Вывод: Для того, чтобы сохранить свою валовую прибыль фирма должна продавать 15492 единиц товара за неделю.

Решение задачи 2.

Рассчитаем годовую выручку фирмы при первоначальных условиях:

$$В_{год} = 19,8 \cdot 30000 = 594000 \text{ руб.}$$

Определяем годовые затраты (себестоимость) при первоначальных условиях:

$$С_{с\ год} = 13,2 \cdot 30000 = 396000 \text{ руб.}$$

Рассчитаем годовую прибыль фирмы при первоначальных условиях:

$$П_{год} = 594000 – 396000 = 198000 \text{ руб.}$$

Далее решаем обратную задачу, т. е. составляем уравнение расчета годовой прибыли фирмы, где подставляем величину рассчитанной прибыли, новый объем продаж, новую, с учетом увеличения переменных затрат и рекламного бюджета себестоимость, а искомую цену принимаем за неизвестную величину (X):

$$198000 = Ц(X) \cdot (30000 + 15000) – (3,3 \cdot 30000 + 9,9 \cdot 45000 + 90000) =$$

$$= Ц(X) \cdot 45000 – (99000 + 445500 + 90000) = Ц(X) \cdot 45000 – 634500;$$

$$198000 = Ц(X) \cdot 45000 – 634500;$$

$$Ц(X) \cdot 45000 = 832500;$$

$$Ц(X) = 832500/45000 = 18,5 \text{ руб./ед.}$$

Изменение цены составит: 18,5 – 19,8 = –1,3 руб./ед.

Вывод: Для того чтобы сохранить свою годовую прибыль, фирме необходимо понизить цену на 1,3 руб. за единицу и обеспечить продажу товаров в объеме 45000 ед. в год.

Комплект заданий по теме:

Задание 1

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 280 рублей и продает в среднем за день по 340 единиц этого товара по цене 350 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 12,4 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 4,2 руб.

Всего – 16,6 руб.

Цена продаж – 24,6 руб.

Объем продаж – 40000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 8000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 84000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 2

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 250 рублей и продает в среднем за день по 300 единиц этого товара по цене 300 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 9,9 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 3,3 руб.

Всего – 13,2 руб.

Цена продаж – 19,8 руб.

Объем продаж – 30000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 3000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 39000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 3

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 240 рублей и продает в среднем за день по 3400 единиц этого товара по цене 290 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 14,60 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 3,8 руб.

Всего – 18,4 руб.

Цена продаж – 24,6 руб.

Объем продаж – 28000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 6000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 145000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 4

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 460 рублей и продает в среднем за день по 620 единиц этого товара по цене 540 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 24,6 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 8,2 руб.

Всего – 32,8 руб.

Цена продаж – 38,6 руб.

Объем продаж – 142000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 24000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 420000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 5

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 700 рублей и продает в среднем за день по 740 единиц этого товара по цене 920 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 18,6 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 6,2 руб.

Всего – 24,8 руб.

Цена продаж – 31,5 руб.

Объем продаж – 55000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 8000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 110000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 6

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 150 рублей и продает в среднем за день по 650 единиц этого товара по цене 180 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 36,5 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 12,3 руб.

Всего – 48,8 руб.

Цена продаж – 56,4 руб.

Объем продаж – 120000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 12000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 190000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 7

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 320 рублей и продает в среднем за день по 850 единиц этого товара по цене 380 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 246 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 58 руб.

Всего – 304 руб.

Цена продаж – 352 руб.

Объем продаж – 24000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 5600 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 320000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 8

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 23000 рублей и продает в среднем за день по 120 единиц этого товара по цене 28500 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 640 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 140 руб.

Всего – 780 руб.

Цена продаж – 920 руб.

Объем продаж – 66000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 14000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 1200000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 9

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 1200 рублей и продает в среднем за день по 130 единиц этого товара по цене 1480 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 425 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 110 руб.

Всего – 535 руб.

Цена продаж – 720 руб.

Объем продаж – 90000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 15000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 1400000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 10

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 65 рублей и продает в среднем за день по 820 единиц этого товара по цене 82 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 240 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 56 руб.

Всего – 296 руб.

Цена продаж – 336 руб.

Объем продаж – 74000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 7000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 800000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 11

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 830 рублей и продает в среднем за день по 260 единиц этого товара по цене 940 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 28 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 5,4 руб.

Всего – 33,4 руб.

Цена продаж – 42,5 руб.

Объем продаж – 48000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 5000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 80000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 12

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 126 рублей и продает в среднем за день по 270 единиц этого товара по цене 148 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 320 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 98 руб.

Всего – 418 руб.

Цена продаж – 442 руб.

Объем продаж – 62000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 3000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 200000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 13

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 1250 рублей и продает в среднем за день по 460 единиц этого товара по цене 1420 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 9,9 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 3,3 руб.

Всего – 13,2 руб.

Цена продаж – 19,8 руб.

Объем продаж – 30000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 4500 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 110000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 14

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 740 рублей и продает в среднем за день по 900 единиц этого товара по цене 890 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 9,9 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 3,3 руб.

Всего – 13,2 руб.

Цена продаж – 19,8 руб.

Объем продаж – 30000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 15000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 90000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 15

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 250 рублей и продает в среднем за день по 300 единиц этого товара по цене 300 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 9,9 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 3,3 руб.

Всего – 13,2 руб.

Цена продаж – 19,8 руб.

Объем продаж – 30000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 3000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 39000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 16

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 240 рублей и продает в среднем за день по 320 единиц этого товара по цене 290 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 12,4 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 4,2 руб.

Всего – 16,6 руб.

Цена продаж – 22,8 руб.

Объем продаж – 32000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 3500 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 43000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 17

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 360 рублей и продает в среднем за день по 160 единиц этого товара по цене 420 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 24,2 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 6,4 руб.

Всего – 30,6 руб.

Цена продаж – 42,5 руб.

Объем продаж – 24000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 8000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 70000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 18

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 120 рублей и продает в среднем за день по 630 единиц этого товара по цене 144 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 124 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 32 руб.

Всего – 156 руб.

Цена продаж – 198 руб.

Объем продаж – 46000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 12000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 250000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 19

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 135 рублей и продает в среднем за день по 385 единиц этого товара по цене 162 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 38 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 6,8 руб.

Всего – 44,8 руб.

Цена продаж – 56,2 руб.

Объем продаж – 48000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 6000 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 85000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

Задание 20

Задача 1: Торговая фирма закупает товар по цене 1250 рублей и продает в среднем за день по 120 единиц этого товара по цене 1740 руб. Если фирма согласится понизить на одну неделю цену на 10 %, то сколько единиц изделия ей нужно продать, чтобы сохранить свою валовую прибыль?

Задача 2: Фирма продает товар, спрос на который характеризуется высокой ценовой эластичностью. Структура цены такова:

Переменные издержки на одно изделие – 220 руб.

Постоянные издержки на одно изделие – 36 руб.

Всего – 256 руб.

Цена продаж – 306 руб.

Объем продаж – 22000 изделий/год.

Фирма поставила себе задачу увеличить объем продаж на 4500 единиц и выделила для этих целей рекламный бюджет в размере 600000 рублей в год. Каково минимальное изменение цены, при котором прибыль останется неизменной.

4.2. Определение точки безубыточности

Теоретические положения

Выручка от реализации изменяется прямо пропорционально объему производства, который определяет объем продаж. Изменение себестоимости в зависимости от увеличения объема производства имеет в краткосрочном периоде более сложный характер, что связано с наличием в структуре себестоимости условно-постоянных и условно-переменных расходов. Даже при нулевом уровне производства продукции (выполнения работ) предприятие несет убытки, равные условно-постоянным расходам ($С_{с\ пост.}$) (амортизация приобретенных основных средств, накладные расходы).

С началом и последующим увеличением производства общие издержки возрастают, так как увеличение объема производимой продукции требует большего количества ресурсов. Условно-переменные расходы увеличиваются пропорционально увеличению объема производства и могут быть рассчитаны следующим образом:

$$С_{с\ пер} = С_{с\ пер.\ уд} \cdot Q_{пр},$$

где $С_{с\ пер}$ – условно-переменные расходы;

$С_{с\ пер.\ уд}$ – условно-переменные расходы на единицу производимой продукции (удельные);

$Q_{пр}$ – объем производимой продукции.

Полная (общая) себестоимость складывается из суммы условно-постоянных и условно-переменных расходов:

$$С_с = С_{с\ пост} + С_{с\ пер.}.$$

Сравнивая себестоимость и выручку на рис. 1, можно отметить точку критического объема производства (точка *А*), в которой убытки переходят в прибыль. Любой объем производства ниже этой точки принесет предприятию убыток, а выше – прибыль. В литературе точка *А* обычно называется точкой безубыточности или критической точкой.

В приведенном примере точка безубыточности достигается при объеме производства в 4 тыс. ед./год., т. е. прибыль при данном годовом объеме производства будет равна нулю. При этом предполагается, что объем реализации за год будет соответствовать годовому объему производства.

Рассчитать точку безубыточности, т. е. критический объем производства, при котором прибыль будет равна нулю, можно следующим образом:

$$П_р = В – С_с;$$

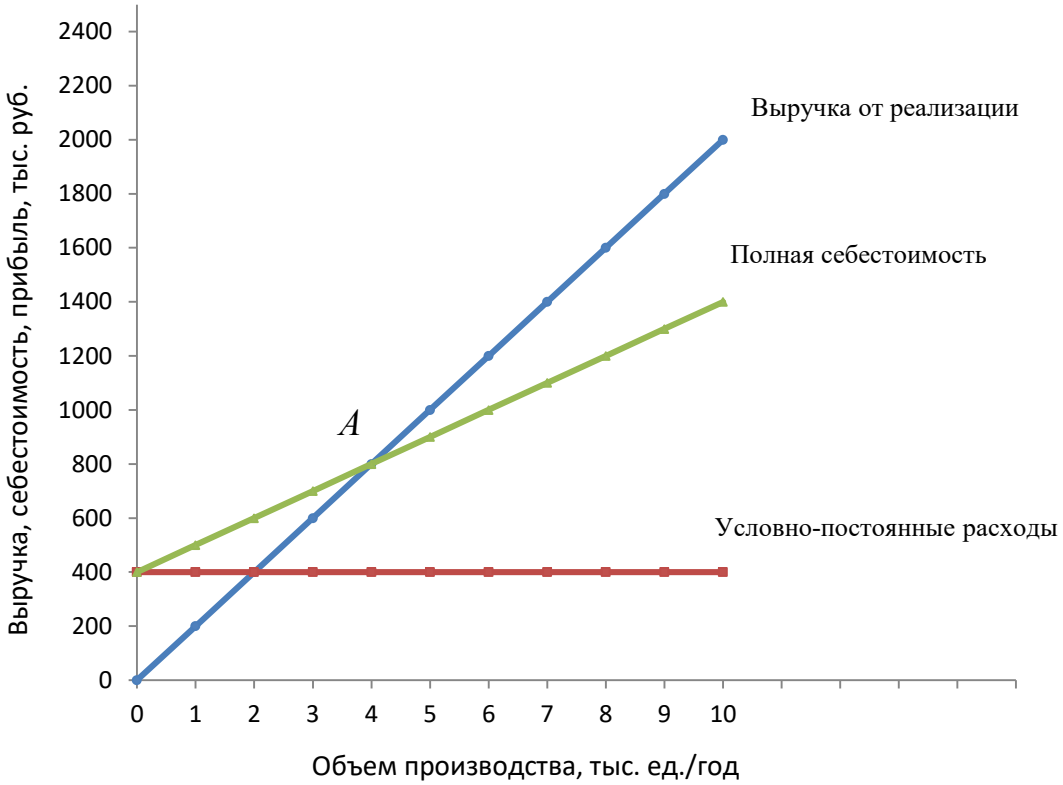


Рис. 1. График безубыточности (изменение выручки, себестоимости и прибыли при изменении объемов производства)

при этом

$$В = Ц \cdot Q_{пр};$$

$П_р$ – прибыль от реализации продукции за определенный календарный период, руб.;

Ц – цена за натуральную единицу реализованной продукции, руб./ед.;

С – фактическая полная себестоимость производства и реализации единицы продукции, руб./ед.;

Q – объем реализованной продукции за определенный календарный период, ед.

$$С_с = С_{с\ пост} + С_{с\ пер} = С_{с\ пост} + С_{с\ пер.\ уд} \cdot Q_{пр}.$$

Составим уравнение:

$$Ц \cdot Q_{пр} – (С_{с\ пост} + С_{с\ пер.\ уд} \cdot Q_{пр}) = 0.$$

Решив это уравнение, получим:

$$Q_{пр} = С_{с\ пост} / Ц – С_{с\ пер.\ уд}.$$

Данный объем производства ($Q_{пр}$) и является точкой безубыточности, выше которой деятельность является прибыльной, а ниже – убыточной.

По точке безубыточности можно оперативно оценить эффективность организационного проекта. Если объем производства, который должен соответствовать объему предполагаемого спроса, превышает точку безубыточности (т. е. на графике находится правее критической точки), то данный организационный проект является прибыльным. Если объем производства меньше точки безубыточности (т. е. на графике находится левее критической точки), то данный организационный проект является убыточным.

Если оба проекта являются прибыльными, то выбор наиболее экономически целесообразного проекта производят по объему получаемой прибыли.

Пример решение типовой задачи.

Задание:

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1500	5300
Цена, руб./шт.	12000	12000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2200000	4700000
• обслуживание и ремонт	540000	1050000
• общезаводские накладные расходы	1100000	2600000
•затраты на реализацию	1200000	2200000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2100	2600
• прочие материалы	1050	850
• заработная плата рабочих	3800	3100
• энергия на технологические нужды	540	450

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту.

Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Решение:

Для варианта А:

Сумма постоянных затрат равна 5 040 000 руб.

Сумма переменных затрат равна 7 490 руб./шт.

Объем спроса, которому должен соответствовать объем производства, – 1500 тыс. шт./год.

Цена за единицу продукции составляет 12000 руб./шт.

Рассчитываем точку безубыточности:

$$5\ 040\ 000 / (12\ 000 – 7\ 490) = 1\ 117{,}517 \text{ шт./год.}$$

Таким образом, критический объем производства для данного варианта организационного проекта меньше объема производства (1 117,517 < 1500,0).

Следовательно, данный организационный проект А является прибыльным.

Для варианта В:

Сумма постоянных затрат равна 10 550 000 руб.

Сумма переменных затрат равна 7 000 руб./шт.

Объем спроса, которому должен соответствовать объем производства, – 5300 тыс. шт./год.

Цена за единицу продукции составляет 12 000 руб./шт.

Рассчитываем точку безубыточности:

$$10\ 550\ 000 / (12\ 000 – 7\ 000) = 2\ 110{,}0 \text{ шт./год.}$$

Таким образом, критический объем производства для данного варианта организационного проекта меньше объема производства (2110,0 < 5300,0).

Следовательно, данный организационный проект В также является прибыльным.

Для того, чтобы выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта, необходимо сравнить их по объему получаемой прибыли.

Для варианта А:

Выручка составит: 12 000 руб./шт · 1 500 шт. = 18 000 000 руб./год.

Общая себестоимость (затраты) будет равна:

5 040 000 + 7 490 · 1 500 000 = 16 275 000 руб.

Годовая прибыль составит:

18 000 000 – 16 275 000 = **1 725 000 руб.**

Для варианта В:

Выручка составит: 12 000 руб./шт · 5 300 шт. = 63 600 000 руб./год.

Общая себестоимость (затраты) будет равна:

10 550 000 + 7 000 · 5 300 000 = 47 650 000 руб.

Годовая прибыль составит:

63 600 000 – 47 650 000 = **15 950 000 руб.**

Вывод:

Оба организационных проекта являются прибыльными. Однако ожидаемая прибыль по варианту В существенно выше, чем прибыль по варианту А. Исходя из этого можно сделать вывод, что наиболее эффективным вариантом является организационный проект В.

Комплект заданий по теме:

Задание № 1

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	А	В
1	2	3
Объем спроса, шт./год	2200	5000
Цена, руб.	12000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000

Окончание таблицы

1	2	3
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 2

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1200	3500
Цена, руб.	11000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1500000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 3

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	А	В
Объем спроса, шт./год	1500	5000
Цена, руб.	9000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	2500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3200
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 4

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	А	В
1	2	3
Объем спроса, шт./год	3200	5000
Цена, руб.	9000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4000000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	1500000

Окончание таблицы

1	2	3
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3200
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 5

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	2100	4500
Цена, руб.	10000	9500
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	1500000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 6

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	3100	4600
Цена, руб.	10000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 7

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
1	2	3
Объем спроса, шт./год	1600	3200
Цена, руб.	10100	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000

• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000

Окончание таблицы

1	2	3
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2400
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 8

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1300	3100
Цена, руб.	10000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 9

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1400	5000
Цена, руб.	11000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	2000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	900
• заработная плата рабочих	3700	3400
• энергия на технологические нужды	500	550

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 10

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
1	2	3
Объем спроса, шт./год	1950	3800
Цена, руб.	9500	10000
Постоянные затраты, руб.:		

• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000

Окончание таблицы

1	2	3
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 11

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1200	3800
Цена, руб.	10000	9500
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	1900	2500
• прочие материалы	900	800
• заработная плата рабочих	3400	3000
• энергия на технологические нужды	350	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 12

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	1600	4000
Цена, руб.	10000	10000
Постоянные затраты, руб.:		
• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 13

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
1	2	3
Объем спроса, шт./год	4500	2600
Цена, руб.	10000	10000
Постоянные затраты, руб.:		

• затраты на НИОКР	2000000	4500000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000

Окончание таблицы

1	2	3
Переменные затраты на единицу продукции, руб.:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 14

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	3800	1800
Цена, ДЕ	10000	10000
Постоянные затраты, ДЕ:		
• затраты на НИОКР	4000000	2000000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1000000	2000000
Переменные затраты на единицу продукции, ДЕ:		
• сырье, основные материалы	2000	2500
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

Задание № 15

Руководству предприятия представлены на рассмотрение два проекта организации производства товара. Характеристика проектов дана в таблице:

Характеристика организационных проектов

Показатели	Варианты проекта	
	A	B
Объем спроса, шт./год	4600	2100
Цена, ДЕ	9500	10000
Постоянные затраты, ДЕ:		
• затраты на НИОКР	3000000	4000000
• обслуживание и ремонт	500000	1000000
• общезаводские накладные расходы	1000000	2500000
• затраты на реализацию	1200000	1500000
Переменные затраты на единицу продукции, ДЕ:		
• сырье, основные материалы	2300	2400
• прочие материалы	1000	800
• заработная плата рабочих	3700	3000
• энергия на технологические нужды	500	400

Задание: Рассчитать точку безубыточности по каждому проекту. Сравнить и выбрать наиболее эффективный вариант организационного проекта производства товара по критерию наибольшей прибыли.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Экономика горного предприятия*: учебник / под ред. В. Е. Стровского, С. В. Макаровой, В. Г. Жукова. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018. – 340 с.

2. *Экономика геологоразведочных работ*: учебник для ВО / З. М. Назарова, В. А. Косьянов, Ю. В. Забайкин и др. – М.: ООО «Оптимус», ООО «ИПЦ «Маска», 2018. – 400 с: ил.

3. *Налоговый кодекс Российской Федерации* (часть первая) от 31.07.1998 N 146-ФЗ (ред. от 10.07.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 03.09.2018). – Режим доступа: ИПС «Консультант Плюс»

4. *Трудовой кодекс Российской Федерации* от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 14.08.2023) – Режим доступа: ИПС «Консультант Плюс»

5. *Федеральный закон* «О недрах» от 21.02.1992 №2395-1 (редакция, действующая с 29.12.2022 г.). – Режим доступа: ИПС «Консультант Плюс»

Учебное издание

Виктор Глебович ЖУКОВ

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Учебно-методическое пособие
для самостоятельной и аудиторной работы
студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология»
специализации «Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания»
очного и заочного обучения

Электронное издание
Текст (визуализированный): непосредственный

Редактор изд-ва Л. В. Устьянцева
Компьютерная верстка *В. Г. Жукова, Н. Л. Сайгиной*
Дизайн обложки *Н. Л. Сайгиной*

Подписано к использованию 13.11.2023 г.
Объем данных 1,08 Мб
Держатель документа: научная библиотека УГГУ

620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.Г. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.23 ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

специализация

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 «Прикладная геология» по дисциплине Б1.Б.1.15 «Общая 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 ПК-1:

- готовностью использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией.

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 ПК-1.

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:

Критерии оценки контрольной работы	*Количество баллов*
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 минераль-ных агрегатов	Физические свойства минералов						Приме-чание
		цвет	цвет черты	блеск	спай-ность	твер-дость	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 (фации – 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 обусловливающих окраску; структуру; растительные остатки и окаменелости.

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Куров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ Б1.Б.1.15 «ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ НАПРАВЛЕНИЯ ПОДГОТОВКИ «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Екатеринбург

Введение

Естественные науки – совокупность наук о природе. Природа – в широком смысле – все сущее, весь мир в многообразии его форм; объект естествознания. К естественным наукам относятся и география, и геология. **География –** система естественных – физико-географических и общественных – экономико-географических наук, изучающих географическую оболочку Земли, природные и производственно-территориальные комплексы и их компоненты. **Геология –** комплекс наук о составе, строении и истории развития земной коры и Земли (Советский энциклопедический словарь. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1979).

В школьных программах нет дисциплины «Геологии». Элементарные сведения о Земле как планете и ее внутреннем строении школьники получают на уроках «Географии» в 6 и 7 классах. Для изучения геологических вопросов рекомендуем самостоятельно читать учебники по геологии. В настоящее время выпущено огромное число самых различных учебников, учебных пособий, методических указаний по всем направлениям геологических наук. Любой желающий по своему усмотрению без особого труда может для себя их приобрести. Но следует помнить афоризм Козьмы Пруткова: «Никто не обнимет необъятного!» Нельзя школьникам сразу преподносить геологические знания в объеме читаемой в высшей школе, но знать основы геологии необходимо каждому грамотному человеку для того, чтобы понимать историю развития природы. Без этих знаний невозможно понять процесс формирования как прошлых, так и современных ландшафтов – важнейших составных частей географической оболочки Земли.

Для квалифицированного подхода к встрече с природными объектами рекомендуем иметь элементарные познания по геологии. Аннотации первоочередных лекций приведены в настоящих методических указаниях.

Геология – это наука о Земле, о ее свойствах и изменениях, происходящих на ней в настоящее время, а также совершавшихся во времена прошедшие. Геология – это история Земли, и эту историю она сама записывает. Она сама ведет свою автобиографию; ведет ее без перерыва почти от начала своего образования и до настоящего времени, записывая ее на своих каменных страницах, и человеку остается лишь научиться читать эту занимательную каменную летопись, научиться понимать эти каменные письмена, в которых буквами являются попадающиеся нам под ноги камешки, а чернилами – воды ручьев, рек и морей. Вначале мы должны научиться различать буквы – камни, потом должны постигнуть самый процесс чтения записей Земли, для этого должны изучать геологические процессы, и лишь после того, как мы хорошо освоимся с ними, мы можем приступить к чтению древних страниц этой летописи. В этой великой многотомной летописи Вселенной всякая летопись человека, будь то самый древний папирус, является лишь одной незначительной строчкой, помещенной в конце ее последней страницы. Читая эту великую автобиографию, мы уносимся в бесконечно отдаленные от нас, неизмеримые даже тысячелетиями, времена. Эти далекие времена отдалены от нас во времени так, как отдалены от нас в пространстве далекие, загадочно мерцающие звезды.

Но где и как можно научиться читать эту великую летопись Земли? Где и как надо изучать геологию? Везде и всюду – в каждом овраге, в каждой речке, в любом карьере можно наблюдать результаты геологических процессов. Для изучения геологических процессов необходимо принимать участие в геологических экскурсиях, проходящих по геологическим объектам, доступными непосредственно нашему наблюдению.

1. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ГЕОЛОГИИ

1.1. НАУКА О ЗЕМЛЕ. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Два греческих слова "гео" — Земля и "логос – учение позволяют трактовать термин "геология" как науку о Земле. Однако в наше время ограничиться таким простым толкованием уже нельзя, поскольку этот термин объединяет в себе целый комплекс самостоятельных направлений, как фундаментальных, так и прикладных.

Под ***фундаментальными*** обычно понимают те направления, которые разрабатывают понятия, открывают явления, закономерности, свойства, определяющие развитие геологии как науки. Фундаментальность не следует отождествлять с теоретическими разработками. К фундаментальным геологическим наукам могут быть отнесены следующие дисциплины: геохимия, минералогия, петрография, геотектоника, общая геология и историческая геология. Названные дисциплины занимаются различными уровнями организации вещества Земли в пространстве и во времени. Именно это обстоятельство в основном и определяет фундаментальность каждого из названных направлений. Все они теснейшим образом связаны между собой.

К ***прикладным направлениям*** принято относить те, которые непосредственно работают на производство: создают приёмы, методы, технологию геологических исследований, связанных в первую очередь, с поисками и разведкой полезных ископаемых, а также охраной и рациональной эксплуатацией земных недр. Их в современной геологии значительно больше, чем фундаментальных. Назовём лишь несколько: региональная геология, структурная геология, геологическое картирование, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, инженерная геология.

1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ГЕОЛОГИИ

Объектом общей геологии является Земля в целом: её возникновение как планеты, формирование внутренних и внешних оболочек, их функционирование и взаимодействие. Иными словами, речь идёт об изучении Земли как геологической системы.

Предметом непосредственного изучения геологии служат минералы, горные породы, ископаемые органические остатки и современные геологические процессы.

В основе научного познания геологической истории Земли, реконструкции процессов и обстановок прошлого лежит ***метод актуализма.*** При использовании этого метода к пониманию прошлого идут от изучения современных процессов, но с осознанием того, что в прошлом, особенно отдалённом от современности, и физико-географическая обстановка, и сами процессы отличались от современных тем больше, чем больше отдалена от нас прошлая геологическая эпоха.

1.3. ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Огромное значение, которое имеет геология, может быть рассмотрено в двух аспектах - общенаучном и народнохозяйственном.

Общенаучное значение геологии заключается в её неоценимой роли в формировании материалистического понимания природы. Данные геологии играют важную роль в диалектико-материалистическом обосновании философских принципов, отражающих материальное единство мира и его развитие,

Практическое значение геологии заключается в обеспечении минерально-сырьевыми ресурсами различных отраслей хозяйства, в инженерно-геологическом обосновании строительства разнообразных гражданских и промышленных объектов, в решении питьевого и технического водоснабжения.

1.4. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИИ

Геология зародилась в глубокой древности. Задолго до новой эры человек научился выплавлять металлы, использовать минеральную воду. Издавна привлекали внимание человека и природные процессы. Однако временем возникновения геологии как науки принято считать вторую половину ХУШ в. – период зарождения и бурного развития горнодобывающей промышленности. В России основоположником обобщений геологических знаний стал М.В. Ломоносов (1711-1765), в Западной Европе - Д.Геттон (1726-1797) и А.Г.Вернер (1750-1817).

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

2.1. ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ

"Вселенная, весь мир, бесконечный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по тем формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная существует объективно, независимо от сознания человека, её познающего. Вселенная содержит гигантское множество небесных тел, многие из которых по размерам превосходят Землю иногда во много миллионов раз (БСЭ, т.5, с. 1315). Доступная для изучения часть Вселенной называется ***Метагалактикой,*** включающей свыше миллиарда звёздных скоплений, или ***галактик*** (греч. "галактика" - молочный, млечный).

Наша ***Галактика Млечного Пути*** - типичная звездная система с массой около 10^{10} масс Солнца относится к типу спиральных и включает свыше 150 миллиардов звёзд. С Земли, расположенной внутри Галактики, Млечный Путь представляется в виде широкой белёсой полосы звезд, пересекающей небо. Период обращения Солнца и звёзд вокруг центра Млечного Пути 200 млн. лет. Возраст Галактики около 12 млрд. лет. Когда речь идёт о Солнечной системе, то имеется в виду Солнце и всё, что находится в поле его тяготения. К наиболее крупным телам этой системы относятся 9 планет, 34 их спутника, многочисленные кометы и астероиды. Согласно современным космогеническим представлениям Земля и другие планеты Солнечной системы образовались 4,6 млрд. лет назад почти одновременно с Солнцем.

Земля обращается вокруг Солнца по эллиптической орбите на среднем расстоянии 149,6 млн. км (144,117 млн. км в перигелии, 152,083 в афелии), период обращения 365,242 средних солнечных суток (год), скорость в среднем 29,765км\с (30,27км\с в перигелии, 29,27км\с в афелии). Период обращения Земли вокруг оси 23 час 56 мин 4,1 с (сутки).

Пожалуй, все согласны с тем, что исходным веществом для формирования Солнечной системы послужили межзвёздная пыль и газы, широко распространенные во Вселенной. Но каким образом в их составе оказался полный набор химических элементов таблицы Менделеева и что послужило толчком для начала конденсации газа и пыли в протосолнечную туманность остается дискуссионной проблемой. Следующая стадия образования Солнечной системы предусматривает распад протопланетного диска на отдельные планеты внутренней и внешней групп с поясом астероидов между ними. Промежуточной фазой было образование сонма твердых и довольно крупных, до сотен километров в диаметре, тел, именуемых планетезималями, последующее скопление и соударение которых и явилось процессом аккреции (наращивания) планеты. Этот процесс занял не более сотни миллионов лет, т.е. был с геологической точки зрения очень быстрым.

Важнейшее отличие Земли от других планет Солнечной системы - существование на ней жизни, появившейся 3-3,5 млрд. лет назад и достигшей с появлением человека (12 млн. лет назад) своей высшей формы.

2.2. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

Поверхность реальной Земли чрезвычайно сложна и во всех деталях навряд ли может быть описана с помощью математических формул. Однако эта сложность существенно уменьшается при переходе от крупномасштабного к мелкомасштабному изображению, когда особенности рельефа Земли рассматриваются для достаточно обширных территорий.

Под фигурой, или формой Земли, понимают форму ее твердого тела, образованную поверхностью материков и дном морей и океанов. Форма планеты определяется ее вращением, соотношением сил притяжения и центробежной, плотностью вещества и его распределением в теле Земли. Геодезические измерения показали, что упрощенная форма Земли приближается к ***эллипсоиду вращения (сфероиду).*** В СССР в качестве эталона в 1946 году был принят эллипсоид Ф.Н.Красовского и его учеников (А.А.Изотов, и др.), основные параметры которого подтверждаются современными исследованиями и с орбитальных станций. По этим данным экваториальный радиус равен 6378,245 км, полярный радиус 6356,863 км, полярное сжатие 1/298,25.

Поверхность реальной Земли чрезвычайно сложна и во всех деталях навряд ли может быть описана с помощью математических формул. Однако эта сложность существенно уменьшается при переходе от крупномасштабного к мелкомасштабному изображению, когда особенности рельефа Земли рассматриваются для достаточно обширных территорий.

В связи с расчлененностью рельефа (наличием высоких гор и глубоких впадин) действительная форма Земли является более сложной, чем трехосный эллипсоид. Наиболее высокая точка на Земле - гора Джомолунгма в Гималаях - достигает высоты 8848 м. Наибольшая глубина - 11 034 м - обнаружена в Марианской впадине. Таким образом, наибольшая амплитуда рельефа земной поверхности составляет немногим менее 20 км. Учитывая эти особенности, немецкий физик Листинг в 1873 г. фигуру Земли назвал геоидом, что дословно обозначает «землеподобный». **Геоид** — некоторая воображаемая уровневая поверхность, которая определяется тем, что направление силы тяжести к ней будет всегда перпендикулярно. Эта поверхность совпадает с уровнем воды в Мировом океане, который мысленно проводится под континентами. Это та поверхность, от которой проводится отсчет высот рельефа. Поверхность геоида приближается к поверхности трехосного эллипсоида, отклоняясь от него местами на величину 100-150 м (повышаясь на материках и понижаясь на океанах, что, по-видимому, связано с плотностными неоднородностями масс в Земле и появляющимися из-за этого аномалиями силы тяжести.

2.4. СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

Изучение внутреннего строения Земли производится различными методами. Геологические методы, основанные на изучении естественных обнажений горных пород, разрезов шахт и рудников, керна глубоких буровых скважин, дают возможность судить о строении приповерхностной части земной коры. Глубинное внутреннее строение Земли изучается главным образом геофизическими методами: сейсмическими, гравиметрическими, магнитометрическими и др. Одним из важнейших методов является сейсмический, основанный на изучении скорости распространения упругих волн, вызванных естественными и "искусственными" землетрясениями.

На основании скорости распространения сейсмических волн австралийский сейсмолог К. Буллен разделил Землю на ряд зон, дал им буквенные обозначения в определённых усреднённых интервалах глубин, которые используются с некоторыми уточнениями до настоящего времени.

Выделяются три главные области Земли:

Земная кора (слой А) - верхняя оболочка Земли, мощность которой изменяется от 6-7 км под глубокими частями океанов до 35- 40 км под равнинными платформенными территориями континентов, до 50 - 75км под горными сооружениями (наибольшие под Гималаями и Андами).

Мантия Земли распространяется до глубин 2900км. В её пределах по сейсмическим данным выделяются: верхняя мантия - слой В глубиной до 400км и С - до 800 - 1000км (некоторые исследователи слой С называют средней мантией); нижняя мантия - слой D до глубины 2900 с переходным слоем от 2700 до 2900км.

Ядро Земли подразделяется на внешнее ядро - слой Е в пределах глубин 2900 - 4980км; переходную оболочку - слой Г - от 4980 - 5120км; и внутреннее ядро - слой G до 6971 км.

Земная кора - это верхняя каменная оболочка Земли, сложенная магматическими, метаморфическими и осадочными породами. Она представляет собой наиболее активный слой твердой Земли - сферу деятельности магматических и тектонических процессов. Нижняя граница земной коры как бы зеркально повторяет поверхность Земли. Под материками она глубоко опускается в мантию, под океанами приближается к поверхности Земли,

Мантия Земли является самым крупным элементом Земли - она занимает 83% ее объема и составляет около 66% ее массы.

Верхняя мантия характеризуется резким нарастанием скорости распространения сейсмических волн с глубиной. Выделяется два слоя: В (35-420 км), С (420-1000 км). Внутри слоя В, с глубин 80-100 км под материками и 50-70 км под океанами и до глубин 250-300 км, выделяется слой пониженной вязкости, который носит название *астеносферы.* Астеносфера выделяется по геофизическим данным как слой пониженной скорости, поперечных сейсмических волн и повышенной электропроводности. Повышенная вязкость астеносферы обусловлена, по-видимому, высокой температурой, приводящей, как полагают, к частичному выплавлению базальтовой магмы. Астеносфера играет важную роль в эндогенных процессах, протекающих в земной коре.

Земная кора вместе с твёрдой частью слоя Гутенберга образует единый жесткий слой, лежащий на астеносфере, который называется *литосферой.* По существу литосфера является своеобразной геосферой, отделённой от остальной части мантии активным поясом астеносферы.

Земная кора и верхняя мантия включая астеносферу, представляют собой *тектоносферу* - область Земли, где происходят тектонические явления.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

3.1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Под воздействием внутренних, или ***эндогеннных,*** и внешних, или ***экзогенных,*** сил земная кора испытывает постоянные изменения, которые называются ***геологическими процессами***. Соответственно различают эндогенные и экзогенные процессы.

Эндогенные процессы определяются глубинными источниками энергии. В результате на поверхности Земли образуются горные хребты и впадины, в земной коре возникают магматические очаги, происходят вулканические извержения, землетрясения. Эндогенные процессы характеризуются сложностью и большим разнообразием.

Экзогенные **процессы** развиваются на поверхности Земли за счёт энергии Солнца, и их интенсивность связана с активностью атмосферных явлений, геологической деятельностью поверхностных и подземных вод, озер, ледников, морей и океанов.

Сформировавшийся под воздействием эндогенных процессов рельеф молодых горных областей подвергается воздействию экзогенных сил, направленных на сглаживание,

выравнивание рельефа. Таким образом, эндогенные и экзогенные процессы развиваются одновременно, связанно и взаимно обусловленно.

К эндогенным процессам относятся тектонические движения, магматизм и метаморфизм.

3.2. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ

Совокупность тектонических движений и деформаций, под воздействием которых формируются геологические структуры, называется тектоническими процессами, или *тектогенезом.* Тектонические движения – механические перемещения масс горных пород различного масштаба, сопровождающиеся изменениями их залегания и строения, а также связанными с этими изменениями деформациями (дислокациями). Тектоническим движениям принадлежит ведущая роль в развитии всех геологических процессов, так как они обусловливают перераспределение и трансформацию внутренней энергии Земли, влияют на изменение давления, интенсификацию теплопотока и т.д.

Упрощенно в зависимости от интенсивности, преимущественной направленности и геологических результатов тектонические движения можно разделить на две основные группы - *колебательные и дислокационные.*

3.3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГМАТИЗМА

Магматизмом называют явления, связанные с образованием, изменением состава и движением магмы из недр Земли к ее поверхности. Магма представляет собой природный высокотемпературный расплав, образующийся в виде отдельных очагов в литосфере и верхней мантии, главным образом в астеносфере. Подъем магмы и прорыв ее в вышележащие горизонты происходят вследствие инверсии плотностей, при которой внутри литосферы появляются очаги менее плотного, но мобильного расплава. Магматизм - это глубинный процесс, обусловленный тепловым и гравитационными полями Земли.

В зависимости от характера движения магмы различают магматизм интрузивный и эффузивный. При ***интрузивном магматизме*** (плутонизме) магма не достигает земной поверхности, а активно внедряется во вмещающие вышележащие породы, частично расплавляя их, и застывает в трещинах и полостях коры. При ***эффузивном магматизме*** (вулканизме) магма через подводящий канал достигает поверхности Земли, где образует вулканы различных типов, и застывает на поверхности. В обоих случаях при застывании расплава образуются магматические горные породы. Температуры магматических расплавов, находящихся внутри земной коры, судя по экспериментальным данным и результатам изучения минерального состава магматических пород, находятся в пределах 700-1100°С.

Измеренные температуры магм, излившихся на поверхность, в большинстве случаев колеблются в интервале 900-1100°С, изредка достигая 1350°С. Более высокая температура наземных расплавов обусловлена тем, что в них протекают процессы окисления под воздействием атмосферного кислорода. На больших глубинах в магме в растворенном состоянии присутствуют летучие компоненты - пары воды и газов (H_2O, H_2, CO_2, HCl и др.). В условиях высоких давлений их содержание может достигать 12%. Они являются химически очень активными подвижными веществами и удерживаются в магме только благодаря высокому внешнему давлению.

3.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАМОРФИЗМА

Метаморфизм - преобразование горных пород под действием эндогенных процессов, вызывающих изменение физико-химических условий в земной коре. Преобразованию могут подвергаться любые горные породы: осадочные, магматические и

ранее образовавшиеся метаморфические. Изменение минерального состава при метаморфизме может протекать ***изохимически,*** т. е. без изменения химического состава метаморфизуемой породы, и ***метасоматически,*** т. е. со значительным изменением химического состава метаморфизуемой породы за счет привноса и выноса вещества. Изменение структуры и текстуры пород обычно происходит в процессе перекристаллизации вещества. Особенность метаморфических процессов заключается в том, что они протекают с сохранением твердого состояния системы.

Метаморфизм представляет собой сложное физико-химическое явление, обусловленное комплексным воздействием температуры, давления и химически активных веществ.

3.5. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Экзогенные геологические процессы в отличие от эндогенных протекают в самых верхних слоях земной коры на её границе с внешними геосферами Земли. Их энергетической основой является энергия солнечной радиации и сил гравитации. Экзогенные процессы протекают при нормальных значениях температуры и давления с поглощением тепла и направлены на дифференциацию вещества земной коры. Выделяют четыре группы (стадии) экзогенных геологических процессов: выветривание, денудацию, аккумуляцию, диагенез.

Выветривание (нем. "веттер" - погода) представляет собой процесс глубокого изменения магматических, метаморфических и осадочных горных пород и минералов, оказавшихся неустойчивыми в условиях земной поверхности. Изменение физического и химического состояния первичных минералов и горных пород происходит в месте их залегания в результате физического, химического и биологического воздействия воды, углекислого газа, различных минеральных и органических кислот, живых организмов, а также непосредственного воздействия солнечной радиации.

Денудация (лат. "денудацио" - обнажение) - это совокупность процессов удаления (сноса и переноса) продуктов выветривания с места их образования и непосредственного разрушения горных пород агентами денудации (силы гравитации, воды континентов, морей и океанов, ветер, ледники). Перемещая материал с возвышенностей в пониженные участки рельефа, денудационные процессы приводят к разрушению земной поверхности и образованию выровненных форм рельефа.

Аккумуляция (осадконакопление) - геологические процессы, в результате которых рыхлые продукты разрушения первичных горных пород накапливаются в понижениях рельефа: в речных долинах, озёрах, болотах, морях и океанах.

Диагенез (перерождение) представляет собой сложный процесс преобразования продуктов экзогенной деятельности (осадков) в осадочные горные породы под влиянием гравитационных сил и изменения физико-химических условий в приповерхностной части земной коры.

Все экзогенные геологические процессы тесно взаимосвязаны. Благодаря выветриванию происходит подготовка материала для денудации, а сами продукты выветривания, оставшиеся на месте, являются материалом для образования новых горных пород.

Основными результатами экзогенных геологических процессов являются изменения вещественного состава верхней части земной коры, дифференциация вещества по физическим и химическим свойствам, создание толщ осадочных горных пород и форм рельефа земной поверхности. Благодаря экзогенным процессам формируются почвы и полезные ископаемые. Около 60% мировой добычи полезных ископаемых связано с продуктами экзогенной деятельности.

Вместе с тем разрушения берегов рек, озёр и морей, обвалы, оползни, снежные лавины, размыв и разрушение склонов, рост оврагов и заболачивание территорий - это также результаты деятельности экзогенных геологических процессов

4. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Земную кору — верхнюю твердую оболочку Земли - слагают горные породы (магматические, осадочные и метаморфические), состоящие из определенного сочетания минералов, в состав которых входят различные химические элементы. Изучая такую иерархию: химические элементы – минералы – горные породы, можно судить о строении земной коры в различных структурных зонах.

4.1. МИНЕРАЛЫ

Подавляющие большинство химических элементов образуют в земной коре простые или сложные соединения (исключения составляют инертные газы и некоторые самородные элементы). Химические соединения, образовавшиеся в земной коре в результате природных процессов и обладающие определенными химическим составом и физическими свойствами, называются ***минералами.*** Установлено, что в земной коре содержится около 4000 минералов.

Любой минерал обладает вполне определённым химическим составом и вполне определённой кристаллической структурой, т.е. закономерным расположением в пространстве элементарных частиц (молекул, атомов, ионов). В зависимости от особенностей химического состава и кристаллической структуры минералы образуют многогранники различной формы, называемые кристаллами. Эти же характеристики минералов (химический состав и кристаллическая структура) обуславливают все физические свойства, такие, как цвет, блеск, твёрдость и т.д.

4.2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горными породами называются устойчивые парагенетические ассоциации минералов, возникающие в результате определённых геологических процессов и образующие геологически самостоятельные тела в земной коре. Науки, изучающие горные породы, - петрография, литология, астрофизика и физика горных пород.

Традиционно под горными породами подразумеваются только твёрдые тела, в широком применении к горным породам относят также воду, нефть и природные газы.

Горные породы могут слагаться как одним минералом, так и их комплексом. Минералы, входящие в состав горной породы и определяющие её состав и свойства, называются ***породообразующими***

Если горные породы состоят из одного минерала (кварцит, известняк, каменная соль), они называются ***мономинеральными,*** если же из нескольких ***-полиминеральными*** (гравий, глина).

Все горные породы обладают комплексом морфологических особенностей, которые объединяют в понятия структура и текстура. Наряду с химическим и минеральным составом структура и текстура являются важнейшими диагностическими признаками горных пород.

По происхождению горные породы делятся на три класса: осадочные, магматические и метаморфические.

Осадочные горные породы образуются только на поверхности земной коры при разрушении_любых, ранее существовавших горных пород, в результате жизнедеятельности и отмирания организмов и выпадения осадков из пересыщенных растворов.

Магматические горные породы возникают путём кристаллизации природных силикатных расплавов внутри земной коры или на её поверхности.

Метаморфические горные породы возникают путем коренного преобразования магматических, осадочных и ранее существовавших метаморфических пород под влиянием высоких температур, давления и химически активных растворов.

5. СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Строение земной коры рассматривается отдельно по той причине, что эта геосфера является основным объектом геологии и средой горного производства.

Земная кора - это верхняя каменная оболочка Земли, сложенная магматическими, метаморфическими и осадочными породами и имеющая мощностьот 7 до 75 км. Она представляет собой наиболее активный слой твёрдой Земли - сферу деятельности магматических и тектонических процессов. Нижняя граница земной коры как бы зеркально повторяет поверхность Земли. Под материками она глубоко опускается в мантию, под океанами приближается к поверхности Земли.

Выделяют два главных типа земной коры: континентальную и океаническую.

Мощность ***континентальной*** коры в зависимости от тектонических условий меняется в среднем от 25-45 . (на платформах) до 45-75 км (в областях горообразования), однако в пределах каждой геоструктурной области она не остаётся строго постоянной. В континентальной коре различают осадочный, гранитный и базальтовый слои.

Мощность осадочного слоя достигает 20 км , но распространён он не повсеместно. Названия гранитного и базальтового слоев условны и исторически связаны с выделением разделяющей их границы Конрада, хотя последующие исследования показали некоторую сомнительность этой границы.

Основное отличие ***океанической*** коры от континентальной - отсутствие гранитного слоя, существенно меньшая мощность (2-10 км), более молодой возраст (юра, мел, кайнозой), большая латеральная однородность. Океаническая кора состоит из трёх слоев. Первый слой, или осадочный, характеризуется широким диапазоном скоростей и мощностью до 2 км. Второй слой, или акустический фундамент, имеет среднюю мощность 1,2-1,8 км. Глубоководным бурением установлено, что этот слой сложен сильно трещиноватыми и брекчированными базальтами, которые с увеличением возраста океанической коры становятся более консолидированными. Третий слой сложен породами в основном габброидного состава.

Кроме двух главных типов земной коры выделяется кора переходного типа - субконтинентальная в островных дугах и субокеаническая на континентальных окраинах.

Участки земной коры, различающиеся типом геологического строения, называются ***структурными элементами.*** *С* точки зрения закономерностей пространственного строения земной коры океаны и континенты - это ***структуры*** **I** (планетарного) порядка . В пределах структурных элементов I порядка по особенностям геологического строения и развития выделяются структуры П порядка: на материках - платформы и геосинклинальные пояса, на океанической коре - талассократоны и срединно -океанические хребты.

6. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. ОСНОВЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Геология - наука естественно-историческая, и поэтому особо важное значение имеет ее раздел, посвященный изучению развития геологических событий по времени. Задачи исторической геологии - восстановление физико-географических обстановок накопления осадков в различные эпохи, последовательности формирования пород и их распределения по относительному возрасту, изучение истории развития органического мира от древнейших эпох до настоящего времени.

6.1. ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛЫ

В геологии как в никакой другой науке важна последовательность установления событий, их хронологии, основанной на естественной периодизации геологической истории. Геологическая хронология, или геохронология, основана на выяснении геологической истории наиболее хорошо изученных регионов. На основе широких обобщений, сопоставления геологической истории различных регионов Земли, закономерностей эволюции органического мира в конце прошлого века на первых международных геологических конгрессах была выработана и принята Международная геохронологическая шкала, отражающая последовательность подразделений времени, в течение которых формировались определённые комплексы отложений, и эволюцию органического мира. Таким образом, Международная геохронологическая шкала - это естественная периодизация истории Земли.

Среди геохронологических подразделений выделяются: зон, эра, период, эпоха, век, время. Каждому геохронологическому подразделению отвечает комплекс отложений, выделенный в соответствии с изменением органического мира и называемый стратиграфическим: эонотема, группа, система, отдел, ярус, зона. Таким образом существует две шкалы - геохронологическая и стратиграфическая. Первую мы используем, когда говорим об относительном времени в истории Земли, а вторую, когда имеем дело с отложениями. В настоящее время выделяют три наиболее крупных стратиграфических подразделения - эонотемы: архейскую, протерозойскую и фанерозойскую.

6.2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Представления о закономерностях формирования земной коры развивались на протяжении длительного времени по мере накопления фактического материала, совершенствования геологических и геофизических методов исследований. Особое значение на современном этапе развития теоретической геологии имеют данные, полученные при изучении обширных океанических территорий, и результаты космических исследований.

Гипотезы горизонтального дрейфа континентов

Механизм горизонтального перемещения континентальных глыб был разработан в 1929г. американским учёным А.Холмсом. Его гипотеза подкоровых течений предполагает существование в мантии (субстрате) медленных конвективных потоков, обусловленных различным накоплением тепла под континентами и океанами. Восходящие конвективные потоки приводят к разрыву коры, раздвиганию блоков и образованию молодого океанического дна. В районах нисходящих потоков, наоборот, блоки сталкиваются, сминаются, образуя системы надвигов, шарьяжей, а глубинные слои коры даже вовлекаются в мантию, переходя в глубинные аналоги базальтов - эклогиты.

Можно отметить, что с разработкой гипотезы А.Холмса идеи мобилизма получили новый импульс, обусловивший их широкую популярность и в наши дни. Кроме того, в последние годы при изучении строения дна океанов получены новые данные, которые также используются для подтверждения возможности горизонтального дрейфа. Эти данные послужили основой гипотезы новой глобальной тектоники, или тектоники плит. Гипотеза разработана американскими учёными Г.Хессом и Р.Дицем. Значительный вклад в её развитие внесли зарубежные и советские геологи.

Основные идеи, положенные в основу гипотезы тектоники плит, связаны с открытием зон формирования молодой океанической коры в зонах рифтообразования и зон поглощения коры у глубоководных желобов.

По мнению авторов гипотезы, в зонах рифтообразования происходит "раздвигание" плит литосферы с образованием молодой океанической коры в центральной рифтовой зоне. Это явление называется ***спрединго*м** океанического дна, характеризуется прерывистостью, сопровождается внедрениями мантийного вещества из астеносферы и разрывами маломощных базальтов в рифтовой зоне. С этой активной зоной связаны проявления вулканизма, неглубокие зоны землетрясений и аномалии теплового потока.

Образование новой коры в зонах спрединга сопровождается поглощением блоков (плит) литосферы в других участках нашей планеты. По мнению авторов гипотезы, такими участками являются зоны глубоководных океанических желобов, в которых происходит прерывистое поддвигание одной плиты литосферы под другую. Это явление называется ***субдукцией,*** сопровождается кратковременным выделением значительной механической энергии в виде землетрясений, проявлений вулканизма. Длительное поддвигание океанической коры под континентальную приводит к деформации окраинного моря, смещению островной дуги к континенту и складкообразованию. При этом поддвигание может смениться развитием обширных надвигов океанической коры - ***обдукцией***. Другим путём образования орогенных зон, по мнению авторов гипотезы, является столкновение - ***коллизия*** континентов.

Движущие силы механизма перемещения блоков литосферы авторы гипотезы тектоники плит связывают с конвективным перемешиванием мантийного вещества, что близко к взглядам А.Холмса. Однако в отличие от положений гипотезы подкоровых течений, в соответствии с рассматриваемой гипотезой потоки мантийного вещества здесь замыкаются на уровне астеносферы.

Таким образом, в соответствии с гипотезой тектоники плит под действием потоков мантийного вещества происходят глобальные перемещения континентов, но не изолированно, как считал А.Вегенер, а в составе мощных плит литосферы. При таком горизонтальном перемещении плит в зонах спрединга происходит обновление коры, а в зонах субдукции - её поглощение и растворение в астеносфере.

По современным данным, литосфера состоит из семи крупных плит, ограниченных зонами спрединга, субдукции или смятия: Тихоокеанской, Евразиатской, Индийской, Африканской, Антарктической, Северо-Американской и Южно-Американской.

7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Важнейший раздел геологии, позволяющий решать обширные прикладные задачи, - учение о полезных ископаемых. Он включает в себя совокупность сведений о геологической позиции и закономерностях размещения месторождений различных полезных ископаемых, методику поисков и экономику минерального сырья, тесно соприкасается с технологий переработки руд и извлечения из них ценных компонентов.

Полезным ископаемым называют природное минеральное образование, которое используется в народном хозяйстве в естественном виде или после предварительной обработки (переработки) путем дробления, сортировки, обогащения для извлечения ценных металлов или минералов. По физическому состоянию полезные ископаемые бывают газообразными, жидкими и твердыми. К первым относятся горючие газы углеводородного состава и негорючие инертные газы, ко вторым - нефть, рассолы, вода, к третьим - большинство полезных ископаемых, которые применяются как химические элементы или их соединения, а также в виде кристаллов, минералов, горных пород. По промышленному использованию полезные ископаемые разделяются на

металлические, неметаллические, горючие или каустобиолиты, гидро-и газоминеральные.

Металлические полезные ископаемые служат для извлечения из них металлов и элементов: черных (железо, титан, хром, марганец и др.); легирующих (никель, кобальт, вольфрам, молибден и др.); цветных (алюминий, свинец, цинк, сурьма, ртуть и др.); благородных (золото, серебро, платина, палладий и др.); радиоактивных (уран, радий, торий и др.); редких и рассеянных (висмут, цирконий, ниобий, тантал, галлий, германий, кадмий, индий и др.); редкоземельных (лантан, церий, иттрий, прометий, самарий, лютеций и др.).

К *неметаллическим* полезным ископаемым принадлежат строительные горные породы (естественные строительные камни, пески, глины, сырье для каменного литья, стекол и керамики и др.), индустриальное (алмаз, графит, асбест, слюды, драгоценные и поделочные камни, пьезокристаллы, оптические минералы и др.), а также химическое и агрономическое сырье (сера, флюорит, барит, галит, калийные соли, апатит, фосфориты и др.).

Горючие ископаемые включают торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит, горючие сланцы, озокерит, нефть, горючий газ. Они служат энергетическим и металлургическим топливом, а также сырьем для химической промышленности.

К ***газоминеральному*** сырью относятся негорючие инертные газы: гелий, неон, аргон, криптон и др.

Гидроминеральные полезные ископаемые разделяются на подземные воды питьевые, технические, бальнеологические или минеральные и нефтяные, содержащие ценные элементы (бром, йод, бор, радий и др.) в количестве, позволяющем извлекать их, а также рассолы (озерные рассолы, минеральные грязи, илы). Важным гидроминеральным сырьем являются воды морей и океанов, используемые для получения пресной воды и извлечения многих ценных элементов.

Рудой называется минеральное сырье, содержащее ценные полезные компоненты (металлы, их соединения, минералы) в количестве, достаточном для промышленного извлечения при современном состоянии экономики, техники и технологии. В зависимости от вида извлекаемого компонента выделяются руды металлические (железные, медные, свинцово-цинковые и т. д.) и неметаллические (серные, асбестовые, графитные, апатитовые и др.). По количеству компонентов руды различают монометалльные (мономинеральные), биметалльные (биминеральные) и полиметалльные (полиминеральные).

Месторождением **полезного ископаемого** называется его природное в виде геологических тел скопление в земной коре, которое по условиям залегания, количеству и качеству минерального сырья при данном состоянии экономики и техники может служить объектом промышленной разработки в настоящее время или в ближайшем будущем. К месторождениям полезных ископаемых промышленность предъявляет требования, определяемые технической возможностью и экономической целесообразностью их разработки.

Совокупность требований промышленности к минеральному сырью называется ***кондициями*** - они не являются постоянными и зависят от экономических условий и состояния техники и технологии добычи и переработки минерального сырья.

Площади распространения полезных ископаемых в порядке их уменьшения разделяются на провинции, области (пояса, бассейны), районы (узлы), поля, месторождения, тела.

Телом полезного ископаемого называют ограниченное со всех сторон скопление минерального вещества, которое приурочено к отдельным структурным элементам или их комбинациям.

7.2. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Являясь природными минеральными образованиями, все полезные ископаемые обладают определенным вещественным (минеральным и химическим) составом, строением

или структурно-текстурными особенностями, а также некоторым комплексом физических, физико-химических и технологических свойств. Все эти характеристики в общем случае обусловливают качество полезных ископаемых, которое имеет важнейшее значение для оценки месторождений с целью их промышленного использования.

Вещественный состав металлических и неметаллических руд определяется соотношением рудных, или ценных, и сопутствующих им нерудных, или жильных, минералов. В металлических рудах рудные минералы являются носителями ценных металлов, в неметаллических - минералы сами представляют практический интерес благодаря специфическим свойствам.

По составу преобладающей части минералов выделяются следующие типы руд:

самородные - самородные металлы и интерметаллические соединения - медь, золото, платина и др.;

сернистые **и им** подобные - сульфиды, арсениды и антимониды тяжелых металлов - меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, молибдена и др.;

оксидные - оксиды и гидроксиды железа, марганца, хрома, олова, урана, алюминия и др.;

карбонатные - карбонаты железа, марганца, магния, свинца, цинка, меди и др.;

сульфатные - сульфаты бария, стронция, кальция и др.;

фосфатные - *апатитовые и фосфоритовые неметаллические руды, а также фосфаты некоторых металлов и др.;*

силикатные - *сравнительно редкие руды железа, марганца, меди; широко распространенные неметаллические полезные ископаемые - слюды, асбест, тальк и др.;*

галоидные - *минеральные соли и флюорит и др.*

По вещественному составу, определяющему промышленную ценность и технологические свойства, полезные ископаемые разделяются на природные типы и промышленные сорта.

7.3. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В настоящее время известно несколько десятков генетических классификаций месторождений полезных ископаемых. Наиболее известной является классификация В.И.Смирнова.

Эндогенные месторождения, к числу которых относятся скопления полезных ископаемых, прямо или косвенно связанные с магматической деятельностью, подразделяют на: собственно магматические, пегматитовые и постмагматические.

Магматическими называются месторождения, образующиеся из жидких магматических расплавов в процессе их внедрения и раскристаллизации. При подъеме магматических расплавов в верхние горизонты земной коры и остывании происходит их дифференциация, с чем связана концентрация, а иногда и полное обособление рудных компонентов. Процессы образования магматических месторождений достаточно сложны. В одних случаях месторождения образуются в результате внедрения магмы, обогащенной рудными компонентами еще на глубине, в других - рудные концентрации возникают из магм при ее подъеме, в третьих - лишь на месте становления интрузива.

Главная особенность всех магматических месторождений - их связь с материнскими интрузивами, которые рассматриваются как вещественный или энергетический источник оруденения. Магматические месторождения разделяются на генетические подгруппы: ликвационные, раннемагматические и позднемагматические.

В группу ***экзогенных*** включаются скопления полезных ископаемых, которые образуются при экзогенных процессах в результате химической, биохимической и

механической дифференциации вещества земной коры. По способу накопления осадочного материала различают месторождения выветривания и осадочные.

К ***месторождениям выветривания*** относятся остаточные и инфильтрационные месторождения. ***Остаточные*** месторождения полезных ископаемых образуются при физическом и химическом выветривании горных пород, которое сопровождается гидролизом породообразующих минералов, растворением и выносом неустойчивых компонентов.

К **осадочным месторождениям** относятся аллювиальные и прибрежно-морские россыпи, химические и биохимические осадочные месторождения.

Метаморфизованными называют месторождения любого происхождения, испытавшие метаморфические преобразования одновременно с вмещающими породами. При этом процессы метаморфизма могут выражаться в изменении и преобразовании структур и текстур, изменении характера минерального состава руд, а также в переотложении рудного вещества, изменении формы рудных тел, рассланцевании и изменении состава вмещающих пород.

Под ***метаморфическими*** месторождениями понимают такие месторождения, которые возникли в результате метаморфизма горных пород, до того не содержащих промышленных рудных скоплений и не представляющих собой полезного ископаемого. К возникающим в процессе метаморфизма собственно метаморфическим месторождениям относятся месторождения высокоглиноземистого сырья (кианит, андалузит, силлиманит), графита, гранулированного кварца, слюды, амфибол-асбеста, корунда, наждака, граната, титана и др.

8. СИСТЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

Геологическое изучение недр в России производится последовательно и планомерно с тем, чтобы не только получить необходимую геологическую информацию о недрах, но и своевременно выявить промышленные и отбраковать непромышленные скопления полезных ископаемых. В общей системе геологического изучения недр можно выделить три крупных этапа. Этапы геологического изучения включают несколько последовательных стадий.

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения.

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр прогнозирование полезных ископаемых.

Этап II. Поиски и оценка месторождений.

Стадия 2. Поисковые работы.

Стадия 3.Оценочные работы.

Этап III. Разведка и освоение месторождений.

Стадия 4. Разведка месторождения.

Стадия 5. Эксплуатационная разведка.

На каждой стадии геологического изучения недр осуществляется их геолого-промышленная оценка, заключающаяся в определении действительной или возможной значимости изучаемого участка земной коры, в котором содержатся или могут содержаться скопления полезной минерализации или же предполагается горное строительство. С этой целью исследуются состав и строение горных пород и полезного ископаемого, условия залегания, степень и характер тектонической нарушенности, гидрогеологические и инженерно-геологические характеристики месторождения, географо-экономические условия района и т. п.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для более углубленного изучения отдельных разделов геологических дисциплин рекомендуем воспользоваться следующими методическими указаниями.

Часть 1. Минералы.

Часть 2. Магматические горные породы.

Часть 3. Метаморфические горные породы.

Часть 4. Осадочные горные породы.

Часть 5. Организация геологических экскурсий.

Часть 6. Художественная обработка камнесамоцветного сырья.

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ Б1.О.23 «ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Екатеринбург

Практические занятия по курсам «Общая геология» и «Геология» представляют важную часть в общем цикле геологических дисциплин. Эти занятия дают студентам возможность познакомиться с главнейшими породообразующими минералами и наиболее распространенными горными породами, а также получить навыки работы с горным компасом.

Выполнение практических работ производится в три этапа. Вначале студенты знакомятся с основными породообразующими минералами и учатся распознавать их в составе горных пород. На втором этапе студенты получают навыки определения и описания магматических, метаморфических и осадочных горных пород. В завершение занятий студенты знакомятся с устройством горного компаса и получают представление о работе с ним.

Объем аудиторных практических занятий не достаточен для получения навыков по определению горных пород и минералов, поэтому студенты обязаны самостоятельно заниматься с коллекциями на кафедре в пределах часов, предусмотренных рабочими программами дисциплин.

В целях удобства работы на занятиях методические материалы скомпонованы в четыре самостоятельные брошюры:

Часть 1. Минералы
Часть 2. Магматические горные породы
Часть 3. Метаморфические горные породы
Часть 4. Осадочные горные породы

Часть 1

МИНЕРАЛЫ

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МИНЕРАЛАХ

Подавляющее большинство химических элементов образуют в земной коре простые или сложные соединения (исключения составляют инертные газы и некоторые самородные элементы).

Минералы – химические соединения, образовавшиеся в земной коре в результате природных геологических процессов и обладающие определенными химическим составом и физическими свойствами.

Каждый минерал обладает вполне определенным химическим составом и вполне определенной кристаллической структурой, т. е. закономерным расположением в пространстве элементарных частиц (атомов, ионов). Например, минерал галит (каменная соль) состоит из 39,4 % Na и 50,6 % Cl и имеет химическую формулу NaCl. Кристаллическая структура галита характеризуется поочередным расположением ионов Na^+ и Cl в углах кубов (рис. 1), где каждый ион хлора окружен шестью ионами натрия, и наоборот.

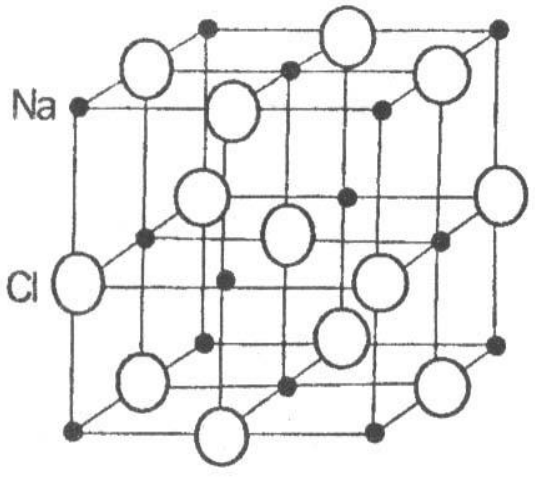


Рис. 1. Кристаллическая структура галита (NaCl)

В зависимости от особенностей химического состава и кристаллической структуры минералы образуют многогранники различной формы, называемые кристаллами. Эти же характеристики минералов (химический состав и кристаллическая структура) обусловливают их физические свойства. Иногда минералы имеют неупорядоченные строения, когда атомы и ионы располагаются беспорядочно, хаотично. Минералы с таким строением называют аморфными.

Образование минералов является результатом различных геологических процессов. По способу образования (источнику энергии) минералы могут быть объединены в две группы.

1. Минералы эндогенного генезиса, образующиеся за счет внутренней энергии Земли. Возникают в результате кристаллизации магмы и связанных с ней горячих газовых и водных растворов (гидротерм) на различных глубинах, а также путем преобразования минералов в условиях больших давлений и температур.

2. Минералы экзогенного генезиса, образующиеся за счет внешней (солнечной) энергии. Источником минералообразования являются разнообразные горные породы, вступающие во взаимодействие с атмосферой, гидросферой и биотой, давая начало новым минералам.

Пути и способы образования минералов разнообразны. Они могут быть следствием: 1) кристаллизации огненно-жидкого силикатного расплава (магмы); 2) кристаллизации из горячих минерализованных растворов (гидротерм); 3) отложения кристаллического вещества из газообразных продуктов возгонов; 4) перекристаллизации минералов и горных пород; 5) образования новых минералов за счет разрушения ранее созданных.

1.1. Формы нахождения минералов

В природе минералы встречаются в виде отдельных хорошо образованных кристаллов либо в виде скоплений неправильной формы зерен (агрегатов).

1.1.1. Облик кристаллов

Среди минералов выделяют три группы, обладающие характерным обликом, или габитусом, кристаллов.

Изометричные – формы, имеющие близкие размеры во всех направлениях. Примером могут служить кубы пирита, галенита, октаэдры магнетита, ромбоэдры кальцита и др. (рис. 2).

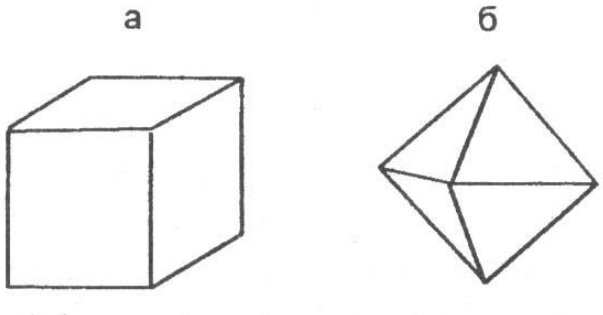
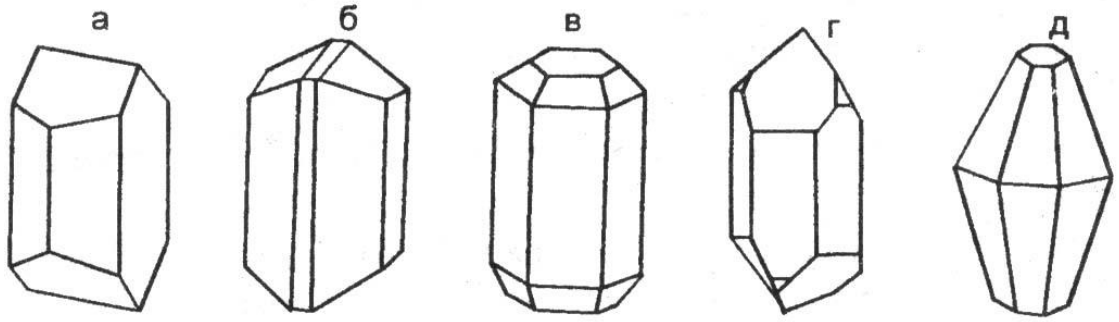


Рис. 2. Изометричные формы кристаллов:
а – кубический кристалл пирита;
б – октаэдрический кристалл магнетита

Уплощенные - формы, хорошо развитые преимущественно в двух направлениях. Сюда относятся таблитчатые, пластинчатые, листоватые и чешуйчатые кристаллы слюды, хлорита, графита и т. д. (рис. 3).

Рис. 3. Уплощенные формы кристаллов:
a – таблитчатый кристалл гематита;
b– пластинчатый кристалл мусковита

Удлиненные - формы, развитые в одном направлении. К этой группе относятся призматические, столбчатые, шестоватые, игольчатые и волокнистые кристаллы роговой



обманки, пироксена, кварца и т. д. (рис. 4).
Рис. 4. Удлиненные формы кристаллов:
а – полевого шпата; б – роговой обманки; в – апатита; г – кварца; д - корунда

1.1.2. Минеральные агрегаты

В природе чаще встречаются не единичные кристаллы минералов, а скопления или срастания различной формы зерен. Эти скопления называют минеральными агрегатами.

Агрегаты бывают мономинеральными (моно - один), т. е. состоящими из зерен одного минерала, и полиминеральными (поли - много), сложенными несколькими различными минералами. Выделяют несколько видов минеральных агрегатов.

Зернистые агрегаты обладают наибольшим распространением в земной коре. В зависимости от формы слагающих зерен различают собственно зернистые (состоящие из изометричных зерен), а также пластинчатые, листоватые, чешуйчатые, волокнистые, игольчатые, шестоватые и другие агрегаты. По величине зерен можно выделять агрегаты крупнозернистые, более 5 мм в поперечнике, среднезернистые - от 1 до 5 мм и мелкозернистые - с зернами менее 1 мм.

Землистые агрегаты - порошкообразные, рыхлые мягкие минеральные массы скрытокристаллического строения, обычно пачкают руки, легко распадаются на мелкие комочки.

Сажистые - (черные цвета) или охристые (желтого, бурого и других ярких цветов). Образуются в процессе химического выветривания. Примером являются минерал каолинит и марганцевые руды.

Натечные формы выделений минералов образуются на стенках пустот при медленном испарении или охлаждении поступающих туда растворов. Эти образования имеют разнообразную форму: почковидную, гроздевидную, неправильную, цилиндрическую. Натеки, свисающие в виде сосулек со сводов пустот, называются сталактитами, а поднимающиеся им навстречу со дна пустот - сталагмитами. Характерным примером натечных образований являются: лимонит, малахит, кальцит.

Друзы - это сростки более или менее хорошо ограненных кристаллов на стенках каких-либо пустот. Примером могут служить довольно часто встречающиеся друзы кристаллов кварца или пирита.

Реже встречаются другие виды минеральных агрегатов: *секреции* -выполнение пустот изометричной, часто округлой формы, отличающиеся концентрически-зональным

строением. Мелкие секреции в излившихся эффузивах называют миндалинами, крупные – жеодами; *конкреции* — шарообразные или неправильной формы стяжения и желваки, образующиеся в рыхлых осадочных породах (илах, глинах, песках и др.); *оолиты* - (от греч.-яйцо) - мелкие стяжения сферической формы размером от долей миллиметра до нескольких миллиметров, образующиеся путем наслоения коллоидального материала на песчинки в подвижной водной среде.

1.2. Физические свойства минералов

Минералы отличаются друг от друга по многим внешним признакам: цвету, блеску, твердости, форме и другим свойствам. Все физические свойства находятся в прямой зависимости от химического состава и кристаллической структуры, поэтому каждый из минералов характеризуется своим набором физических свойств, позволяющим проводить их диагностику (определение).

1.2.1. Оптические свойства

Цвет

У минералов различают идиохроматическую, аллохроматическую и псевдохроматическую окраски.

Идиохроматическая (от греч. «идиос» - свой, собственный и «хрома» - цвет) окраска обусловлена внутренними свойствами минерала, особенностями строения кристаллической решетки. Такую окраску имеют латунно-желтый пирит, черный магнетит, свинцово-серый галенит и др.

Аллохроматическая (от греч. «аллос» - посторонний) окраска связана с присутствием в минералах либо элементов-хромофоров (красителей), либо тонкорассеянных механических примесей. Например, очень сильным элементом-красителем является хром. Даже незначительная примесь Cr_2O_3 (0,1 %) окрашивает бесцветный минерал корунд в ярко-красный цвет, прозрачная разновидность которого называется рубином.

Наличие тонкорассеянных механических примесей оксидов и гидрооксидов железа в бесцветных минералах окрашивает последние во всю гамму красно-желтых тонов. Тонкорассеянное органическое вещество дает серые, черные цвета и т. д. Примером окраски такого рода может служить цвет галита. Чистые минералы галита прозрачны и бесцветны или имеют белый цвет. Но часто те или иные красящие пигменты обусловливают окраску различных цветов: серый (обычно глинистые частицы), желтый (*гидроксиды* железа), красный (*оксиды* железа), бурый и черный (органические вещества).

Природа окрашивания некоторых минералов кроется в нарушении однородности строения их кристаллических решеток, в возникновении в них различных дефектов (черный кварц, аметист и др.).

Псевдохроматическая (от греч. «псевдос» - ложный) окраска не имеет ничего общего с природой самого минерала. Некоторые минералы меняют окраску в зависимости от освещения. Например, на полированной поверхности минерала лабрадорита при некоторых углах поворота освещения появляются густые синие и зеленовато-синие переливы, вызванные интерференцией световых лучей, отраженных от плоскостей спайности лабрадорита. Такое явление называется иризацией.

Иногда минералы бывают покрыты тонкой поверхностной пленкой другого минерала, которая обычно имеет радужную окраску, напоминающую окраску тонких пленок нефти на поверхности воды. Подобные пленки на минералах называют побежалостью.

При определении окраски минерала обычно широко применяется метод сравнения с окраской хорошо известных предметов или веществ: яблочно-зеленый, лазурно-синий, шоколадно-коричневый и т. п. Эталонами считаются названия цветов следующих минералов: фиолетовый у аметиста, зеленый у малахита, красный у киновари, бурый у

лимонита, свинцово-серый у галенита, железо-черный у магнетита, латунно-желтый у пирита, металлически-золотистый у золота.

Прозрачность - способность минерала пропускать свет. В зависимости от этой способности все минералы делятся: на прозрачные - горный хрусталь, топаз, исландский шпат и др.; полупрозрачные - флюорит, сильвин и др.; непрозрачные - пирит, магнетит и др.

Цвет черты

Это цвет тонкого порошка минерала, который легко получить, если провести испытуемым минералом черту на матовой (неглазурованной) поверхности фарфоровой пластики, называемой бисквитом. Цвет черты является более надежным признаком по сравнению с окраской минералов. В ряде случаев он соответствует цвету минерала (серая черта у серого галенита), но иногда цвет черты резко отличается от цвета минерала (латунно-желтый пирит оставляет черную черту). Для некоторых минералов этот признак является диагностическим. Например, очень похожие друг на друга минералы группы железа легко распознаются по цвету черты: магнетит имеет черную черту, гематит – вишневую, лимонит – желто-бурую.

Цвет черты определяется только у минералов с металлическим блеском, потому что другие минералы имеют белую или светлоокрашенную черту.

Блеск

Блеск – способность минералов отражать от своей поверхности световой поток. Установлено, что блеск зависит от показателя преломления минерала, т. е. величины, характеризующей разницу в скорости света при переходе из воздушной в кристаллическую среду. Минералы с показателем преломления 1,3-1,9 имеют *стеклянный* блеск, с 1,9-2,6 — *алмазный* блеск. *Полуметаллический* блеск отвечает минералам с показателем преломления 2,6-3,0 и *металлический* – выше 3,0. Металлический блеск отвечает отражению полированной поверхности металла. Такой блеск характерен для непрозрачных минералов. Примером могут служить минералы пирит, галенит, халькопирит. Полуметаллический блеск напоминает блеск потускневшего металла. Он характерен для гематита, графита и др. Наиболее широко распространен стеклянный блеск, на его долю приходится около 70 % минералов. Стеклянным блеском обладают горный хрусталь, кальцит, корунд, флюорит, амфиболы, пироксены, полевые шпаты и другие минералы.

Более сильным, чем стеклянный, является алмазный блеск, характерный, например, для алмаза, серы.

Блеск минерала зависит также от характера его поверхности. Если поверхность неровная, то отраженный свет несколько рассеивается, преобразуя стеклянный и алмазный блески в так называемый жирный. Порошковатые рыхлые минералы, обладающие тонкой пористостью, имеют матовый блеск, так как микроскопические поры являются своего рода «ловушками» для света. Примерами могут служить каолинит, землистые массы лимонита и др.

У минералов с параллельно-волокнистым строением наблюдается типичный шелковистый блеск (асбест), полупрозрачные «слоистые» и пластинчатые минералы имеют перламутровый отлив.

1.2.2. Механические свойства

Спайность и излом

Спайностью называют свойство минералов раскалываться по определенным направлениям, обусловленным строением их кристаллических решеток, образуя при этом ровные площади – плоскости спайности. Это свойство минералов связано исключительно с внутренним их строением и не зависит от внешней формы кристаллов. Например, при раскалывании кристаллов кальцита самой разнообразной формы получается спайный выколок всегда одной и той же формы – ромбоэдр, кристаллов флюорита – октаэдр, галенита и галита – куб.

По степени совершенства различают следующие виды спайности: *весьма совершенная* - минералы легко расщепляются на тонкие листочки, чешуйки (мусковит, биотит, хлорит, тальк, графит); *совершенная* — минералы при ударе раскалываются на обломки, со всех сторон ограниченные тремя и более плоскостями спайности (кальцит, флюорит, галенит, галит); *средняя* – минералы раскалываются на обломки, ограниченные двумя плоскостями спайности и неровными поверхностями по случайным направлениям (полевые шпаты, роговая обманка, пироксен); несовершенная – минералы раскалываются на обломки, ограниченные неровными поверхностями и одной плоскостью спайности (корунд, апатит); весьма несовершенная или отсутствует – минералы раскалываются только по случайным направлениям с неровными поверхностями (кварц, магнетит, пирит).

Чтобы не спутать грани кристаллов с плоскостями спайности необходимо помнить, что направление спайности дает систему взаимопараллельных плоскостей или трещин. При определении спайности в агрегате выбирается одно или несколько наиболее крупных зерен и в них наблюдаются плоскости спайности. Если угол спайности, например, равен 90 градусам, то излом *ступенчатый*, а если угол спайности острый – излом *занозистый.*

Неровные поверхности, получаемые при расколе минерала по случайным направлениям, называют *изломом.* Наиболее распространен *неровный* излом, но иногда наблюдаются и другие виды: *гладкий, раковистый* – излом характерен для минералов с весьма несовершенной спайностью, напоминает поверхность раковины с концентрической скульптурой (кварц, пирит); *ступенчатый, занозистый* – излом характерен для игольчатых или волокнистых минералов (селенит). Излом, как и спайность, определяется внутренним строением минерала, его кристаллической решеткой.

Твердость, хрупкость, ковкость, упругость

Под твердостью минерала подразумевается степень его сопротивления внешним механическим воздействиям. В минералогической практике применяют наиболее простой способ определения твердости - царапанье одного минерала другим, т. е. устанавливается относительная твердость минерала. Для оценки относительной твердости немецким минералогом Ф. Моосом была предложена шкала, состоящая из десяти минералов, каждый из которых, обладая более высокой твердостью, своим острым концом царапает все предыдущие с меньшими номерами. Твердость минералов-эталонов в шкале условно обозначена целыми числами.

Шкала Мооса представлена следующими минералами:

Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	1
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2
Кальцит	$CaCO_3$	3
Флюорит	CaF_2	4
Апатит	$Ca_5[P0_4]_3(F,C1)$	5
Ортоклаз	$K[A1Si_30_8]$	6
Кварц	SiO_2	7
Топаз	$A1_2[SiO_4]F_2$	8
Корунд	$A1_20_3$	9
Алмаз	C	10

Для определения твердости исследуемого минерала устанавливают, какой эталон с максимальным номером он царапает. Например, если испытуемый минерал царапает апатит, но оставляет порошок, т. е. истирается на ортоклазе, значит его твердость выше 5, но ниже 6 и оценивается в 5.5.

Относительную твердость можно определить, не имея шкалы Мооса, используя некоторые заменители. Так, твердость ногтя – 2,5; медной монеты – 3,0-3,5; оконного стекла – 5,0; стального ножа – 6,0; напильника – 7,0. Твердость порошковатых разностей бывает занижена по сравнению с твердостью этого минерала в крупных зернах.

Под хрупкостью понимают свойство минерала крошиться при проведении по нему черты ножом. Противоположный эффект – гладкий блестящий след – свидетельствует о свойстве минерала деформироваться пластически. Ковкие минералы расплющиваются под ударом молотка в тонкую пластинку, упругие – способны восстанавливать форму после снятия нагрузки (слюды, асбест).

1.2.3. Прочие свойства

Удельный вес

Удельный вес может быть точно замерен только в лабораторных условиях различными методами; приблизительное суждение об удельном весе можно получить путем сопоставления с распространенными минералами, удельный вес которых принимается за эталон. Все минералы по удельному весу можно разделить на три группы: *легкие* - с удельным весом меньше 3 г/см^3 (галит, гипс, кварц и др.); *средние* - с удельным весом порядка 3-5 г/см^3 (апатит, корунд, пирит и др.); *тяжелые* - с удельным весом больше 5 г/см^3 (галенит, золото и др.).

1.2.4. Специфические свойства

Некоторые минералы обладают особыми, характерными только для них свойствами, когда нет необходимости определять их в других индивидах.

Магнитность. Сравнительно небольшое число минералов обладает свойством воздействовать на магнитную стрелку. Для минералов, обладающих магнитностью, это свойства имеет важное диагностическое значение. Минералы, обладающие ярко выраженными ферромагнитными свойствами, могут притягивать даже мелкие железные предметы - опилки, булавки (магнетит). Менее магнитные минералы (парамагнитные) слабо притягиваются магнитом (пирротин), и, наконец, имеются минералы, которые отталкивают магнитную стрелку, - самородный висмут.

Реакция с соляной кислотой. С соляной кислотой взаимодействуют минералы из класса карбонатов:

- кальцит $CaCO_3$ - бурно реагирует, "вскипая" в кислоте;
- доломит $CaMg(CO_3)_2$ - «вскипает» только в порошке;
- магнезит $MgCO_3$ - не реагирует с кислотой.

Двойное лучепреломление. Двупреломление света – разложение светового луча, входящего в кристалл, на два. Это свойство характерно для карбонатов, особенно для прозрачной разновидности кальцита – исландского шпата. При наложении исландского шпата на рисунок или текст явственно заметно раздвоение изображения.

Физиологические свойства. (Воздействие на вкусовые, обонятельные и тактильные анализаторы человека). Ряд минералов можно определить по вкусу. Например, галит имеет соленый вкус, сильвин – горько-соленый. Эти минералы, кроме того, растворяются в воде. Другие минералы можно различить по запаху. При горении серы ощущается запах сернистого газа, в то время как горящий янтарь издает ароматический запах. Существенна также степень шероховатости минералов, т. е. ощущение, возникающее при прикосновении к минералу. Есть минералы жирные на ощупь (тальк), гладкие (горный хрусталь) и шершавые (каолин).

1.3. Классификация минералов

Существует несколько классификаций минералов, в основу каждой из которых положены различные признаки. Наиболее признанной является кристаллохимическая классификация, в основе которой лежит в равной мере химический состав и кристаллическая структура минералов. По этой классификации выделяется большое количество классов, из которых в данном курсе будут рассмотрены лишь следующие: 1 - самородные элементы, 2 - сульфиды 3 - галогениды, 4 - оксиды и гидрооксиды, 5 - карбонаты, 6 - сульфаты, 7 - фосфаты и 8 - силикаты.

Класс 1 - самородные элементы – некоторые химические элементы в свободном минеральном состоянии. К ним относят: *металлы* - золото (Au), серебро (Ag), медь (Cu) и др.; *полуметаллы* - мышьяк (As), висмут (Bi); *неметаллы* - графит (C), сера (S) и др.

Класс 2 – сульфиды – соли сернистой кислоты H_2S. Наиболее характерными признаками, свойственными большинству сульфидов, являются сильный металлический блеск и высокий удельный вес. Сюда относят минералы: пирит – FeS_2, халькопирит – $CuFeS_2$ и галенит – PbS.

Класс 3 – галогениды – соли соляной кислоты HCl (*хлориды*) и соли плавиковой кислоты HF (*фториды*). Для них характерны низкая твердость (2-4), прозрачность и совершенная спайность. К этому классу относят галит – NaCl, сильвин – КС1 и флюорит – CaF_2.

Класс 4 – оксиды и гидрооксиды – соединения металлов и неметаллов с кислородом и водой H_2O. Для оксидов характерна прочность кристаллической решетки, чем обусловлена их высокая твердость (5-9). К этому классу относят корунд – $A1_2O_3$, кварц – SiO_2, опал – $SiO_2 \cdot nH_2O$ и минералы группы железа: магнетит – Fe_3O_4, гематит – $Fe_2O_3 \cdot n\ H_2O$.

Класс 5 – карбонаты – соли угольной кислоты H_2CO_3. Большая часть карбонатов бесцветна, твердость невысокая (3), характерна совершенная спайность по ромбоэдру и эффект двойного лучепреломления. К этому классу относят кальцит – $CaCO_3$, доломит – $CaMg(CO_3)_2$, магнезит – $MgCO_3$.

Класс 6 – сульфаты – соли серной кислоты H_2SO_4. В технических науках их называют купоросами. Для минералов этого класса характерна низкая твердость (2-3,5) и пестрые цвета окраски. К ним относят гипс – $CaSO_4 \cdot 2H2O$ и ангидрит – $CaSO_4$, медный купорос – $CuSO_4$ и железный купорос – $FeSO_4$.

Класс 7 – фосфаты – соли ортофосфорной кислоты H_3PO_4. Характерна средняя твердость (5) и светлая окраска. Сюда относят минерал апатит – $Ca_5[PO_4]_3(F,C1)$.

Класс 8 – силикаты – самая обширная группа породообразующих минералов, содержащих SiO_2. Основой кристаллической решетки силикатов является скелет из кремнекислородных тетраэдров $[SiO_4]^{-4}$ (рис.5,а). Кремнекислородные тетраэдры в структурах силикатов могут находиться либо в виде изолированных друг от друга структурных единиц $[SiO_4]$, либо сочленяются друг с другом разными способами. В зависимости от способа их сочленения выделяют следующие подклассы:

Островные силикаты с изолированными тетраэдрами (см. рис.5, а) представлены оливином. Для них характерны повышенные твердость и удельный вес, а также изометричные формы кристаллов.

Цепочечные силикаты с одинарными цепочками тетраэдров (см. рис. 5, б) представленные пироксенами;

Ленточные силикаты со сдвоенной цепочкой тетраэдров (см. рис. 5, в) представлены роговой обманкой. Несмотря на существенное различие в количественных соотношениях компонентов, цепочечные и ленточные силикаты имеют много общих

свойств: удлиненная форма кристаллов, средняя спайность в двух направлениях, твердость 5-6, темный цвет.

Листовые силикаты с непрерывными слоями кремнекислородных тетраэдров представлены слоями кремнекислородных тетраэдров (рис. 5, г). Сюда относят слюды (биотит, мусковит), хлорит, тальк, каолинит, серпентинит. В прямой зависимости от кристаллической структуры находится важное диагностическое свойство этих силикатов - весьма совершенная спайность, а также гексагональная форма кристаллов.

Каркасные силикаты с непрерывными трехмерными каркасами тетраэдров $[SiO_4]^{-4}$ представлены почти исключительно алюмосиликатами, в которых часть ионов Si^{4+} в кремнекислородных тетраэдрах замещена на ионы $A1^{3+}$. Для этих силикатов характерна светлая окраска и твердость 5-7.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Основная цель работы – знакомство с минералами и изучение их физических свойств. Исследование физических свойств выполняется в соответствии с рекомендациями, изложенными в разделе 1. 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 минераль-ных агрегатов	Физические свойства минералов						Приме-чание
		цвет	цвет черты	блеск	спай-ность	твер-дость	спец. св-ва	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

После нескольких лабораторных занятий проводится контрольная работа для проверки и закрепления полученных знаний.

Часть 2

МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

2.1. Общие сведения о магматических горных породах

Магматические горные породы образуются в результате затвердевания магмы на глубине или на земной поверхности при вулканических извержениях. Магматические породы также называют изверженными.

Магма (от греч. «густая мазь») — огненно жидкий, главным образом силикатный расплав, возникающий в верхней мантии или в земной коре. Магма содержит большое количество растворенных газов и паров воды (F, C1, CO_2, H_2O и др.). На большой глубине магма находится под очень большим всесторонним давлением и обладает высокой температурой.

Поднимаясь вверх, магма внедряется в твердые и относительно холодные породы, которым она отдает свое тепло, начинает охлаждаться и кристаллизоваться. Большую роль в процессе кристаллизации играют летучие компоненты: пары воды и газа, способствующие и часто определяющие скорость кристаллизации минералов.

Поднимаясь вверх, магма оказывается в различных термодинамических условиях.

На значительных глубинах при медленном остывании магмы и сохраняющемся большом давлении происходит постепенная, последовательная и полная кристаллизация расплава. Последовательность в кристаллизации магмы связана с существованием минералов с разной температурой плавления. Тугоплавкие минералы кристаллизуются при более высоких температурах, когда другие еще находятся в расплаве.

К тугоплавким относят минералы, содержащие Fe и Mg (железисто-магнезиальные силикаты: оливин, авгит, роговая обманка, биотит и др.). При понижении температуры последовательно кристаллизуются и другие минералы.

Таким образом, на больших глубинах весь силикатный расплав превращается в агрегат тех или иных минералов, образуется полнокристаллическая горная порода. Долго сохраняющиеся условия высоких температур и давления создают благоприятные условия роста для всех минералов, в результате образуются полнокристаллические и равнокристаллические структуры пород с более или менее одинаковым размером зерен всех минералов.

На средних и небольших глубинах условия кристаллизации магмы менее стабильны и более разнообразны.

Если масса и температура расплава, внедрившегося на средних глубинах, достаточно велики для прогрева вмещающих пород и давление является достаточным для удержания в расплаве летучих компонентов, происходит также полная раскристаллизация расплава и образуется полнокристаллическая порода. При этом центральные части получают равнокристаллическое, а краевые — неравнокристаллическое строение в связи с относительно быстрым охлаждением на контакте с вмещающими породами и частичной потерей летучих компонентов. Летучие компоненты для некоторых минералов являются катализаторами и заметно повышают скорость их роста, тогда при полнокристаллическом строении возникает большая разница в размерах зерен разных минералов, могут возникать порфировидные структуры.

На небольших глубинах температура и давление магмы могут быть недостаточными для ее полной кристаллизации. В таких условиях часть магмы успевает раскристаллизоваться и превратиться в минеральные зерна — вкрапленники, а другая часть затвердевает в виде вулканического стекла — аморфной массы, в которой могут быть зародыши кристаллов — микролиты, хорошо различимые только под микроскопом. В этих условиях образуются неполнокристаллические породы.

При вулканических извержениях магма либо изливается на земную поверхность (или на дно водного бассейна) в виде лавы, либо при взрывах выбрасывается в воздух на разную высоту, застывает и падает на поверхность в виде твердых частиц и обломков разного размера (вулканический пепел, песок, лапилли, вулканические бомбы), давая начало пирокластическим горным породам обломочного строения. Последние образуют особую группу вулканических пород и будут рассмотрены ниже.

Магма, излившаяся на поверхность в виде лавы, попадает в условия резкого понижения температуры и давления и связанной с этим почти полной потери летучих компонентов, что приводит к быстрому затвердеванию лавы. При этом если расплав поднимается медленно и с больших глубин и до выхода на поверхность в нем произошла частичная кристаллизация, то есть образовались кристаллы минералов, то при затвердевании на поверхности образуются неполнокристаллические породы. При быстром движении расплав не успевает кристаллизоваться и застывает на поверхности в виде вулканического стекла, образуя стекловатую породу, в которой кристаллы почти или полностью отсутствуют.

По условиям образования магматические горные породы подразделяют на следующие виды.

1. **Интрузивные** (внедрившиеся):
   - глубинные (абиссальные),

- полуглубинные (гипабиссальные).

2. **Вулканические**:
   - эффузивные (излившиеся),
   - пирокластические.

Интрузивные, или внедрившиеся (от лат. «интрузио» — внедрение), горные породы образуются при застывании магмы под земной поверхностью и по глубине застывания делятся на глубинные и полуглубинные.

Глубинные, или абиссальные (от греч. «абиссос» — бездонный), или плутонические, породы формируются на больших глубинах, в условиях длительно сохраняющихся высоких температур и давлений и характеризуются полной раскристаллизацией магматического расплава.

Полуглубинные (гипабиссальные) горные породы, затвердевшие на средних и небольших глубинах, по условиям образования являются промежуточными между глубинными интрузивными и эффузивными. Температура и давление магмы на разных глубинах меняются по-разному, и могут возникать как полно-, так и неполнокристаллические породы.

Излившиеся, или **эффузивные,** породы (от лат. «эффузио» — излияние) образуются при излиянии лавы на дневную поверхность, где резко понижаются температура и давление. Эффузивные породы характеризуются неполной кристаллизацией или быстрым затвердеванием расплава в виде вулканического стекла.

Различия в условиях образования магматических пород четко отражаются на их внешнем облике и легко распознаются макроскопически по характеру структуры и текстуры.

2.2. Структуры и текстуры магматических горных пород

Структуры магматических горных пород макроскопически классифицируются по степени кристалличности вещества, относительному и абсолютному размеру зерен.

По *степени кристаллизации* магматического расплава выделяют следующие структуры:

полнокристаллические, когда все вещество раскристаллизовано в агрегат минералов;

неполнокристаллические, когда часть расплава раскристаллизовалась и образовались минеральные зерна, а другая часть затвердела в виде вулканического стекла;

стекловатые, когда вся порода представлена вулканическим стеклом. Для глубинных пород характерны полнокристаллические структуры, для полуглубинных — полно- и неполнокристаллические, а для излившихся — неполнокристаллические и стекловатые структуры.

По *относительному размеру* минеральных зерен выделяют структуры:

равнокристаллические (равномерно-кристаллические). Если порода полнокристаллическая по степени кристаллизации и размеры минеральных зерен близки по величине;

неравнокристаллические структуры выделяются как для полнокристаллических, так и для неполнокристаллических пород.

Для полнокристаллических различают:

неравнокристаллические, когда размер минеральных зерен различается не резко;

порфировидные, если одни зерна по размеру резко отличаются от других.

Для неполнокристаллических пород различают:

порфировые, состоящие из нераскристаллизованной части исходного расплава, которая вне зависимости от ее количества в породе называется «основной массой», и раскристаллизованной — «вкрапленников», представленных кристаллами минералов;

афировые, если порода состоит из основной массы без вкрапленников .

Равно- и неравнокристаллические и порфировидные структуры характерны для интрузивных пород, порфировые и афировые — для эффузивных и близповерхностных полуглубинных пород.

Для пород полно- и равнокристаллических выделяют *структуры по абсолютному размеру зерен*, см:

Гигантокристаллические	> 1
Крупнокристаллические	1-0,3
Среднекристаллические	0,3-0,1
Мелкокристаллические	0,1-0,05
Скрытокристаллические (афанитовые)	< 0,05

Все вышеперечисленные структуры, от гиганто- до скрытокристал-лической, характерны для интрузивных глубинных и полуглубинных пород, афанитовые — для основной массы эффузивных пород (вкрапленники при этом могут иметь различные размеры).

Среди многочисленных структур, выделяемых по взаимоотношениям минералов в породе, макроскопически хорошо различима *пегматитовая (письменная)*, характеризующаяся закономерным прорастанием полевого шпата кварцем, образующим клинообразные зерна, напоминающие древнееврейские письмена, откуда и произошло название структуры.

Текстуры изверженных горных пород подразделяют на компактные, когда нет пор и пустот, и некомпактные, если есть в породе пустоты и поры. К компактным текстурам относят: *массивную, пятнистую, флюидалъную, полосчатую, миндалекаменную;* к некомпактным — *пористую, пенистую, пузырчатую.*

Массивная текстура отличается беспорядочным расположением минеральных зерен, она наиболее характерна для интрузивных пород, нередко встречается и в эффузивных породах.

Пятнистую текстуру выделяет при неравномерном распределении светлых и темных минералов в породе. Встречается реже, главным образом в интрузивных породах.

Флюидальная текстура отличается ориентированным расположением удлиненных кристаллов, например столбиков роговой обманки, что отражает вязкое течение магмы или лавы в процессе застывания, при котором удлиненные кристаллы, как бревна в реке, располагаются своими длинными осями по направлению течения более или менее параллельно друг другу.

Флюидальная текстура может проявляться также в *полосчатости,* характеризующейся различиями в составе или структуре полос.

Некомпактные текстуры характерны для эффузивных пород и связаны с выделением из лавы летучих компонентов, после чего в затвердевшей лаве остаются пустоты округлой или миндалевидной формы.

Если пустоты мелкие (до нескольких миллиметров), образуется *пористая,* более крупные — *пузырчатая текстура*. В особо благоприятных условиях пары и газы могут вспенивать лаву, и при застывании образуется *пенистая,* или *пемзовая, текстура,* в которой пустоты по объему преобладают.

Миндалекаменная (мандельштейновая) текстура характерна для эффузивных горных пород и образуется в результате заполнения пор и пустот в затвердевшей лаве вторичными минералами (кварц, халцедон, кальцит, хлорит и др.). Образовавшиеся миндалины обычно выделяются своим более светлым цветом на фоне темно-серой или черной породы. От вкрапленников миндалины отличаются округлой или миндалевидной формой. Горные породы с миндалекаменной текстурой называют мандельштейнами.

2. 3. Классификация магматических горных пород по химическому и минеральному составам

В основу классификации магматических горных пород положены химический и минеральный составы и структурные особенности пород (см. таблицу).

Химический анализ магматических горных пород показывает, что они состоят в основном из восьми оксидов: SiO_2, $A1_2O_3$, Fe_2O_3, FeO, MgO, CaO, Na_2O, K_2O. В значительно меньших количествах присутствуют TiO_2, MnO, P_2O_5, H_2O и некоторые другие. Из главных оксидов только SiO_2 присутствует во всех магматических породах в значительных количествах. Оксид SiO_2 и принят за основу химической классификации изверженных горных пород.

По содержанию кремнезема (оксида SiO_2) магматические породы подразделяют на четыре группы:

- кислые (SiO_2 = 64-78 %),
- средние (SiO_2 = 53-64 %),
- основные (SiO_2 = 44-53 %),
- ультраосновные (SiO_2 = 30-44 %).

Границы между этими группами магматических пород в известной мере являются условными, так как между породами соседних групп существуют постепенные переходы.

Важным показателем для классификации является содержание в магматической породе щелочей. По сумме щелочей ($Na_2O + K_2O$) выделяют три ряда магматических пород: нормальной щелочности (низкощелочные, известково-щелочные), субщелочные (умеренно-щелочные) и щелочные (с высокой щелочностью).

Границы содержаний суммы щелочей для выделения рядов значительно варьируют в зависимости от группы магматических пород по содержанию оксида SiO_2.

По относительному количеству железисто-магнезиальных силикатов в объемных процентах (M — цветное число) магматические породы подразделяют на ультрамафические (M > 70), мафические (70 > M > 20) и салические (M < 20).

Химический состав магматических пород взаимосвязан с комплексом слагающих их минералов. Минералами — показателями степени кислотности (содержания оксида SiO_2) являются кварц и оливин. Кислые породы отличаются значительным содержанием кварца. Для основных и ультраосновных пород характерен оливин, а кварц может встречаться только как второстепенный (менее 5 %) минерал и макроскопически обычно не виден. Средние по степени кислотности породы, занимая промежуточное положение и по минералогическому составу, являются переходными между кислыми и основными породами. В них выделяют средние кварцевые, переходные к кислым, и средние бескварцевые, переходные к основным породы.

Количество железисто-магнезиальных темноцветных минералов постепенно увеличивается от кислых к основным и ультраосновным породам. Некоторые разности основных и все ультраосновные породы состоят почти на 100 % из цветных силикатов и относятся к ультрамафитам.

Содержание полевых шпатов уменьшается от кислых к основным породам. В кислых и средних породах полевые шпаты развиты широко, в основных — количество их уменьшается, а ультраосновные породы являются бесполевошпатовыми.

Высокая щелочность магматических пород определяется присутствием щелочных минералов, таких как нефелин, калиевый полевой шпат и другие.

Химический и минералогический состав определяют цвет магматической породы: чем кислее порода, тем она светлее, чем основнее — тем темнее. Кислые и средние породы обычно бывают серыми или цветными (розовыми, красными, желтыми), основные — темно-серыми или черными, ультраосновные — черными или темно-зелеными.

Условия образования не оказывают существенного влияния на химический и минеральный состав изверженных пород. Поэтому в классификации по степени кислотности

Классификация магматических горных пород нормальной щелочности

	Группы пород по содержанию SiO_2 (в масс. %)							
	кислые (78-64)		средние (64-53)		основные (53-44)		ультраосновные (44-30)	
	глубинные	излившиеся	глубинные	излившиеся	глубинные	излившиеся	глубинные	излившиеся
Породы нормальной щелочности	Гранит, гранодиорит	Риолит, обсидиан, дацит	Диорит	Андезит	Габбро	Базальт	Дунит, перидотит, пироксенит, горнблендит	Пикрит, коматиит
Породо-образующие минералы	**Кварц,** КПШ, биотит, кислый плагиоклаз В обсидиане, пемзе - стекло		Средний плагиоклаз, роговая обманка, пироксен		Основной плагиоклаз, пироксен, роговая обманка, оливин		Оливин, пироксен, роговая обманка	
Количество кварца	15-40 %		-		-		-	
Цвет излившихся пород		Белый, серый, светлые тона		Темно-серый, коричневый		Черный		Черный
Количество темно-цветных минералов в глубинных породах	10-15 ± 5 %		25 ± 15 %		50 ± 15 %		100 %	

изверженных пород в одну группу объединяют различные по происхождению (интрузивные, эффузивные, жильные), но близкие по химическому и минеральному составу.

Первоначальный минералогический состав магматических пород может заметно меняться в результате вторичных изменений.

Магматические горные породы весьма разнообразны, но лишь немногие из них распространены в земной коре широко. Наиболее широко развиты породы основного и кислого состава.

В земной коре среди магматических пород *около 70 %* составляют *основные* породы, а *кислые* и *средние* вместе — *около 30 %.* На ультраосновные породы приходится незначительная доля процента.

При этом среди эффузивов самыми распространенными являются лавы основного состава (базальты), а среди интрузивных образований — кислые породы (граниты и гранодиориты).

Среди всех типов по степени кислотности (кислые, средние и т. д.) наиболее широко распространены магматические породы нормальной щелочности (известково-щелочные). Однако субщелочные и щелочные породы хотя и развиты меньше, но не являются редкими.

В таблицах приводится характеристика наиболее часто встречающихся разновидностей глубинных (плутонических) и эффузивных пород.

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.
4. Соотношение основной массы и вкрапленников в процентах.
5. Характеристика основной массы (цвет, особенности).
6. Характеристика вкрапленников (цвет, форма и размер зерен, спайность, блеск, излом, вторичные изменения).
7. Вывод: название, условия образования, группа по степени кислотности и щелочности.
8. Глубинный аналог.

После нескольких лабораторных занятий проводится контрольная работа для проверки и закрепления полученных знаний.

Часть 3

МЕТАМОРФИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

3.1. Общие сведения о метаморфизме

Горные породы после формирования могут попасть в такую геологическую обстановку, которая будет существенно отличаться от обстановки образования породы и на нее будут оказывать влияние различные эндогенные силы: тепло, давление (нагрузка) вышележащих толщ, глубинные флюиды, растворы и газы, вода, водород, углекислота и др. Изменение магматических и осадочных пород в твердом состоянии под воздействием эндогенных факторов и называется **метаморфизмом**. Преобразованию могут подвергаться любые горные породы: осадочные, магматические и ранее образовавшиеся метаморфические. В физико-химических условиях, отличных от тех, в которых образовались горные породы, происходит изменение их минерального состава, структуры и текстуры. Изменение минерального состава при метаморфизме может протекать **изохимически**, т. е. без изменения химического состава метаморфизуемой породы, и **метасоматически**, т. е. со значительным изменением химического состава метаморфизуемой породы за счет привноса и выноса вещества. Особенность метаморфических процессов заключается в том, что они протекают с сохранением твердого состояния системы, без существенного расплавления пород. Лишь при определенных физико-химических условиях метаморфизм сопровождается частичной или полной кристаллизацией исходных пород. Процессы подобного характера объединяются под названием **ультраметаморфизма.**

В зависимости от интенсивности метаморфических процессов наблюдается постепенный переход от слабо измененных, сохраняющих состав и структуру исходных разностей, до глубоко преобразованных пород, первичная природа которых практически утрачена. Метаморфические отложения широко распространены в земной коре.

Метаморфизм - процесс преобразования любых исходных пород под воздействием изменившихся физико-химических условий среды. Он реализуется преимущественно путем перекристаллизации пород без существенного плавления под воздействием меняющихся температур, давлений, газовой (флюидной) среды. Преобразуя свой минеральный состав, порода, таким образом, приспосабливается к изменившимся термодинамическим (Т-Р) условиям.

Название термина происходит от греческого слова metamorpho – преобразование, превращение. Метаморфическим преобразованием могут подвергаться изначально осадочные, магматические и (повторно) метаморфические породы. При этом исходные породы, как правило, после таких преобразований полностью теряют свой первоначальный облик.

Факторами метаморфизма, т. е. непосредственными причинами преобразования пород, являются: давление (Р), температура (Т), а также растворы и газы (флюиды), пронизывающие толщи горных пород.

Давление при метаморфических преобразованиях может быть обусловлено рядом причин: давлением нагрузки вышележащих толщ (литостатическим - Рл), динамическим давлением тектонического движения (стрессовым - Рс), давлением движущейся магмы (Рм), а также давлением поровых (гидротермальных и флюидных) растворов (Рф). Главным среди отмеченных причин следует считать тектоническое или стрессовое давление, способное достигать десятков тысяч атмосфер и распространяться на огромные пространства. При проявлении тектонического или стрессового давления роль нагрузки вышележащих пород может оказаться незаметной, а проявление магматического и порового давления флюидов на таком фоне может повлиять на характер минеральных преобразований лишь локально, в местах их проявления.

Температура метаморфических преобразований могут быть обусловлены

несколькими причинами и достигать уровней, когда порода начинает плавиться, т. е. 1000 - 1200 °С. Всегда существует температурный фон, обусловленный глубиной погружения пород, т. е. геотермическим градиентом (Тг), составляющим обычно около 30°/1 км. Однако основные тепловые превращения в породе осуществляются за счет тектонических подвижек (Тс), а также нередко сопровождающих такие движения аномальных глубинных тепловых потоков (Тф). На контакте с магматическими породами преобразование осуществляется за счет прогрева пород очагом остывающей магмы (Тм).

Гидротермальные растворы и флюиды, которые способны привносить или выносить различные химические компоненты, могут влиять на характер минералообразования, создавать специфическую окислительную или восстановительную (Eh), а также кислую либо щелочную (pH) среды.

Глубинные флюиды насыщены, прежде всего, парами воды и углекислоты, а также более редкими соединениями водорода, хлора, фтора и др.

3.2. Типы метаморфизма

В зависимости от сочетания упомянутых выше факторов выделяются те или иные типы метаморфизма. Наиболее простая схема типов метаморфизма, выделяющихся в зависимости от термодинамических (Р, Т) параметров, показана на рис. 1, а геологические условия их проявления - на рис. 2. Можно говорить о контактовом типе метаморфизма, когда порода преобразуется под преимущественным воздействием температуры, а также динамическом, когда основным фактором выступает давление, и динамотермальном, когда проявляются оба фактора одновременно. Каждый из этих типов обладает своими специфическими геологическими условиями проявления (рис. 2).

Контактовый тип метаморфизма проявляется в породах обрамления магматических тел, на контакте с ними, поэтому он называется контактовым. Температура магматических тел колеблется в интервале 800-1200° С, а вмещающие породы, разогретые первоначально за счет геотермического градиента, могут быть относительно «холодным». Ширина зоны (ореол) контактового метаморфизма зависит, главным образом, от объема магматического очага и может достигать нескольких километров. Если вмещающая порода разогрета жильным магматическим телом (пегматитовая жила, дайка гранитоидов и т. д.), то прогретой бывает лишь узкая полоса в несколько метров.

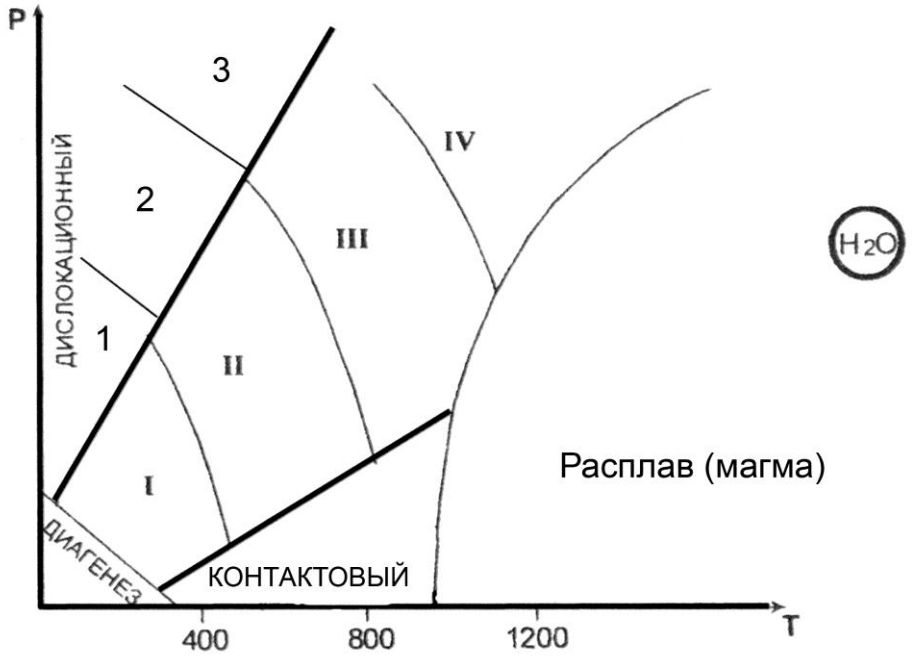


Рис. 1. Типы метаморфизма

Фации умеренного давления: I – зеленосланцевая, II – Эпидот-амфиболитовая, III – амфиболитовая, IV – гранулитовая

Фации высокого давления: 1– глаукофановая, 2 – дистен-мусковитовых сланцев и дистеновых гнейсов, 3 – эклогитовая

Весьма существенную роль при контактовом метаморфизме играет химический состав магмы и вмещающих пород, а точнее, контрастность состава между ними. В случае резкого контраста между многокомпонентной магмой и вмещающими породами на их контакте протекают диффузионные процессы взаимного проникновения, меняющие как состав внешней оболочки магматического тела, так и состав вмещающих пород. Такой процесс перекристаллизации пород, протекающий с существенным изменением их первичного химического состава, называется **метасоматозом**. Обычно метасоматоз сопровождается интенсивной гидротермальной и флюидной проработкой, способствующей привносу и выносу химических компонентов. Типичными представителями таких контактово-метасоматических процессов (на границе между силикатными магмами и известняками) являются скарны. С другой стороны, в случае, если силикатная магма находится в контакте с близкими ей по химическому составу вмещающими породами, то формируются роговики - прогретые и перекристаллизованные продукты метаморфизма первичных пород без проявления метасоматоза.

Дислокационный метаморфизм протекает в условиях высокого стрессового давления, под воздействием тектонических движений по крупным разрывным нарушениям (разломам). При этом происходит дробление пород с

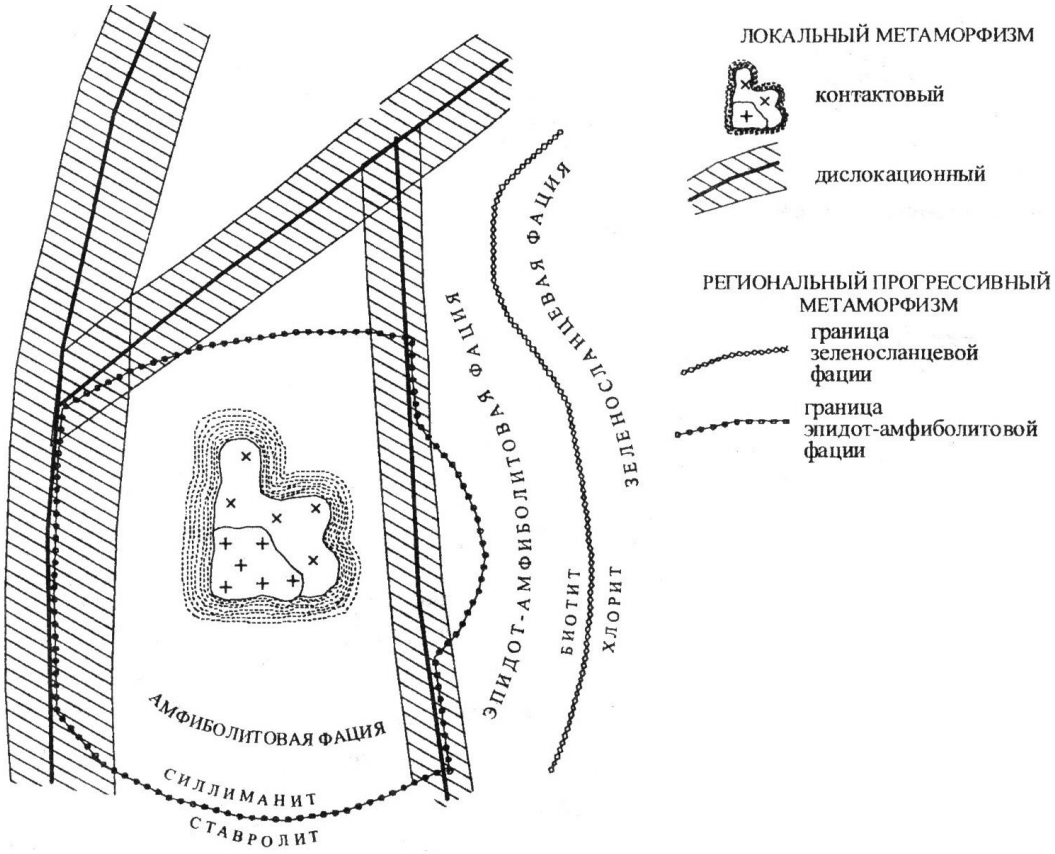


Рис. 2. Схематическая карта метаморфизма

образованием структур катаклаза, а под действием проникающих в ослабленные зоны флюидов (гидротермальных растворов), горные породы подвергаются частичной или полной перекристаллизации и цементации.

Новообразованными минералами - индикаторами высоких давлений являются кианит, глаукофан, пироп, омфацит (пироксен), алмаз. Эти минералы фиксируют давления больших глубин, где всегда имеется и некоторый температурный фон, создаваемый геотермальным градиентом. В приповерхностных условиях можно наблюдать и неперекристаллизованные брекчии, милониты, филлониты.

Процессы контактового и дислокационного типов метаморфизма протекают в ограниченных пространствах, т. е. развиваются локально. Контактовый метаморфизм проявляется в виде узкой полосы вокруг магматических тел, а дислокационный – такой же полосой сопровождает тектонические трещины, в связи с чем эти два тип метаморфизма объединяются под общим названием **локальный метаморфизм** (рис. 3).

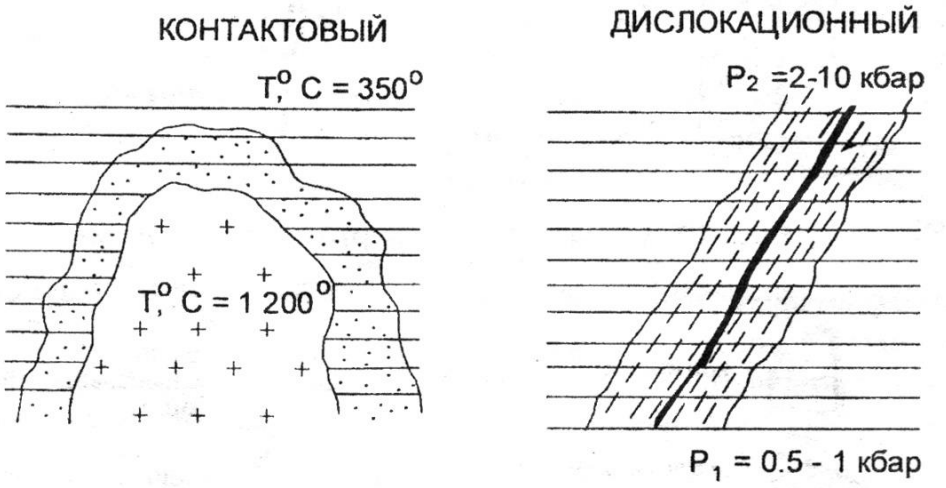


Рис. 3. Локальные типы метаморфизма

В противоположность локальному выделяют **региональный метаморфизм.** Региональный метаморфизм – широкомасштабный процесс, охватывающий огромные территории в пределах подвижных поясов земной коры. Главными его факторами являются температура и давление, а также воздействие воды и углекислоты, содержащихся в исходных породах и способствующих ходу химических реакций. Преобразование горных пород, происходящее на глубине без существенного плавления и метасоматоза, сопровождается перекристаллизацией и развитием новых минералов в условиях расплющивания и пластического течения вещества, что приводит к появлению характерной для метаморфических образований ориентированности (параллельному расположению) минеральных зерен. Породы регионального метаморфизма имеют наиболее широкое распространение.

Метасоматоз контактовый – процесс метасоматического изменения горных пород в контакте с интрузивными телами. При метасоматозе возникают как экзометасоматиты, то есть контактовоизмененные вмещающие породы под воздействием внедрившихся в них интрузий, так и эндометасоматиты, являющиеся продуктами изменения самих интрузивных образований при биметасоматических реакциях. Температурный режим этих процессов изменяется от 900 до 300-200 ºС. Примерами контактового метасоматоза могут служить скарнообразование, грейзенизация и пр.

1.2. Фации метаморфизма

В зависимости от параметров метаморфизма и минерального состава образующихся пород выделяют **фации метаморфизма**, понимая под этим термином совокупности горных пород, минеральный состав которых находится в равновесии при данных условиях метаморфизма.

Для метаморфических пород, в соответствии с типами метаморфизма, выделяют две группы фаций:

- фации умеренных давлений (региональный метаморфизм);

- фации высокого давления (дислокационный метаморфизм).

Метаморфические породы **умеренных давлений** подразделяются на четыре фации. По мере возрастания P-T условий регионального метаморфизма выделяют: 1 – зеленосланцевую фацию; 2 – эпидот-амфиболитовую фацию; 3 – амфиболитовую фацию; 4 – гранулитовую фацию. Название фации определяется по типичной породе, сложенной определенной ассоциацией минералов. В области термодинамических условий гранулитовой (иногда амфиболитовой) фации в породе может отмечаться частичное плавление, такое преобразование называют ультраметаморфизмом. Это переходная зона от метаморфизма к магматизму, сложенная мигматитами.

Фация зеленых сланцев (зеленосланцевая) соответствует наиболее низкотемпературной ступени регионального метаморфизма и объединяет породы, сформировавшиеся в температурном интервале 250-450 °C при давлении от 1,5 до 3 кбар. Широкое развитие минералов зеленого, светло-зеленого цвета (хлорита, актинолита, серицита, талька и др.) определило название фации.

Эпидот-амфиболитовая фация отвечает более высокотемпературной ступени регионального метаморфизма (T = 450-600 °C, P = 3-6 кбар) и поэтому характеризуются заменой низкотемпературных минералов более высокотемпературными. Граница прорисована линией исчезновения хлорита и замещением его биотитом. В этой фации появляется гранат, эпидот, ставролит, роговая обманка и другие. Наиболее широко распространены кристаллические сланцы с гранатом, биотитом, мусковитом, ставролитом и другие.

Амфиболитовая фация представлена гнейсами, амфиболитами, для образования которых требуются уже значительные температуры и давление (T = 600-800 °C, P = 4-8 кбар). При этих условиях исчезает эпидот, ставролит.

При высоком содержании в породах воды наступает частичное их плавление – анатексис с возникновением гранитного расплава, что приводит к образованию мигматитов.

Гранулитовая фация отличается наиболее интенсивными параметрами метаморфизма (T = 750-1100 °C, P = 6-11 кбар). Такие условия создавались на больших глубинах, на ранних стадиях развития Земли – архейского и протерозойского эонов. Породы, сформированные в условиях этой фации, почти полностью лишены воды; гидроксилсодержащие минералы в них содержатся редко.

В условиях дислокационного метаморфизма выделяются **фации высокого давления,** которые локализуются в глубинных узких тектонических зонах, формируются в условиях повышенного давления (до 10-20 кбар) и температурах 300-800 °C.

Глаукофановая фация является наиболее низкотемпературной и в этом отношении сопоставимой с зеленосланцевой фацией. Эта фация характеризуется развитием различных сланцев, в которых обычно присутствует хлоритоид, фенгит, парагонит, глаукофан.

Фация дистен-мусковитовых сланцев и дистеновых гнейсов соответствует примерно интервалам температур эпидот-амфиболитовой фации умеренных давлений, но наряду с минералами, свойственными указанной фации появляются новые минералы, индикаторы высокого давления – дистен, омфацит, глаукофан, пироповый гранат, парагонит и ряд других

минералов. Обычными породами этой фации являются дистен-мусковитовые (парагонитовые) сланцы и более высокотемпературные дистеновые гнейсы.

Эклогитовая фация включает весьма своеобразные породы, называемые эклогитами. Главными минералами эклогитов является пироксен (омфацит) и гранат (пироп).

3.3. Особенности минерального состава метаморфических горных пород

Широкий диапазон термодинамических условий проявления метаморфизма обусловил большое разнообразие минерального состава пород. Кроме того, этот набор минералов зависит от состава исходных пород. Сам механизм перекристаллизации пород, протекающий в твердом виде, представляет собой сложный процесс замещения одних минералов (неустойчивых при новых Р-Т- условиях) другими, более устойчивыми. При этом важную роль играют поровые флюиды как катализаторы реакций замещения.

Кроме упоминавшихся минералов, входящих в состав магматических пород, выделяется группа минералов, характерных преимущественно для метаморфических пород.

Тальк – низкотемпературный чешуйчатый минерал, возникающий при гидротермальной проработке магнезиальных пород. Мягкий, с жирным блеском.

Хлорит – низкотемпературный чешуйчатый минерал часто с зеленоватым оттенком. Образуется при гидротермальной проработке основных пород.

Серпентин – возникает как продукт гидротермальной проработки ультраосновных пород. Не обладает четко выраженной формой (иногда образует волокнистые агрегаты), серого с зеленоватыми оттенками цвета.

Серицит – низкотемпературная, мелкочешуйчатая, наиболее гидроксилнасыщенная разновидность слюды - мусковита. Присутствие в породе серицита обусловливает ее шелковистый блеск.

Эпидот – образует призматические кристаллы, лучистые или зернистые агрегаты. Цвет светло-зеленый. Блеск сильный стеклянный.

Гранат – кристаллы изометричные в виде ромбододекаэдров, реже зернистые агрегаты. Цвет – от коричневого до красного. Макроскопически легко узнается по характерному облику кристаллов и цвету.

Актинолит – низкотемпературная разновидность роговой обманки. Образует волосовидные, тонколучистые неориентированные агрегаты. Цвет светло-зеленый.

Глаукофан – разновидность роговой обманки, образующаяся при высоких давлениях. Образует тонколучистые агрегаты. Цвет густо фиолетовый до черного.

Ставролит – кристаллы в виде коротких ромбического сечения призм, характерные двойники, напоминающие прямой или косой (угол 60°) крест. Цвет коричневый, красно-бурый до черного. Легко узнается по цвету и двойниковым формам.

Дистен (кианит) – кристаллы длинные, уплощенные. Имеет анизотропию твердости. Цвет голубой или синий.

3.4. Текстуры и структуры метаморфических горных пород

Текстуры и структуры метаморфических пород зависят от специфических физических условий их образования. Эти условия отличаются от термодинамических параметров кристаллизации магматических пород, для которых действует в полной мере известный закон Паскаля, обеспечивающий при любом направленном тектонических движений одинаковое давление во все стороны. Этим условием обеспечивается повсеместная массивная текстура глубинных магматических пород. Слюды в гранитах, например, благодаря действию закона Паскаля, не ориентированы в одном направлении.

Метаморфические процессы не достигают условий плавления, поэтому породы изменяются в твердом или пластичном состоянии, когда закон Паскаля работает лишь частично или не проявляется вовсе. Для регионального метаморфизма, например, ориентированное давление влияет на форму возникающих минералов, а также на их параллельную или субпараллельную ориентировку. Поэтому у низкотемпературных продуктов регионального метаморфизма отмечаются, как правило, **сланцеватые текстуры** с параллельным и субпараллельным расположением вытянутых, уплощенных или чешуйчатых минералов.

С повышением температуры, в условиях амфиболитовой фации, когда вещество начинает проявлять пластические свойства, а значит, частично проявляется закон Паскаля, четкая ориентировка удлиненных, уплощенных минералов постепенно исчезает, т. к. давление становится, до определенной степени, всесторонним. Такая текстура со слабо выраженной ориентировкой минералов называется **гнейсовой,** по названию главного и типичного представителя пород амфиболитовой фации - гнейса.

Максимальное проявление закона Паскаля достигается в условиях гранулитовой фации, поэтому ее продукты не несут следов ориентировки минералов, а текстура называется **массивной** как у глубинных магматических пород.

Так как региональный метаморфизм протекает в условиях тектонического давления, то сланцеватые текстуры могут усложняться мелкой складчатостью. Тогда такая текстура называется плойчатой. Нередко метаморфические процессы высокотемпературных фаций сопровождаются расслоением первично однородной массы на слои контрастного минерального состава. Образуются темно-окрашенные (с амфиболом, слюдами) и светлоокрашенные (с кварцем, полевым шпатами) слои. В этом случае говорят о **полосчатой** текстуре пород.

Более широкий диапазон текстур характерен для продуктов локального (контактового и дислокационного) метаморфизма. Для скарнов, роговиков, березитов, лиственитов, мраморов, образующихся при контактовом метаморфизме без проявления тектонического (стрессового) давления, наиболее часто отмечается **массивная** текстура, хотя может встречаться пористая, ноздреватая, пятнистая и другие.

Структурные особенности метаморфических пород также в существенной степени определяются Р-Т условиями среды минералообразования. Очевидно, что в условиях полной анизотропии среды, когда относительно «холодная» твердая порода подвергается тектоническому направленному сжатию, легче кристаллизоваться и расти чешуйчатым минералам, которые относительно легко могут наращивать свой размер вкрест, перпендикулярно вектору давления. В то же время в условиях изотропной среды гранулитовой фации, когда давление становится всесторонним, возникают благоприятные условия для кристаллизации изометричных, объемных минералов.

Так как для метаморфических процессов отмечается тесная обусловленность внешними факторами формы минералов, эта особенность заложена в понятие структуры (в противоположность магматическим и осадочным породам, где в понятие структуры вкладывается не форма, а размер минералов, зерен и т. д.). Форма минералов, а значит и структура породы, совместно с ее текстурными особенностями позволяют восстанавливать Р-Т условия образования продуктов метаморфизма.

Конкретные названия структур определяются несколькими латинскими названиями упомянутых форм минералов: лепидос - чешуйка; нематос - нить, иголка; гранос - зерно. Кроме того, следует помнить, что метаморфизм – процесс постоянного обновления минерального состава породы, все минералы вновь выросшие, возникшие. Этот процесс называется бластезом (от греческого «бластос» – росток). В итоге структуры продуктов регионального метаморфизма, в зависимости от формы слагающих ее минералов, могут называться: лепидобластовая, гранобластовая, нематобластовая, либо более сложными комбинированными названиями: лепидо-гранобластовая, немато-гранобластовая или лепидо-немато-бластовая т. д.

Гранобластовая структура чаще отмечается для пород амфиболовой и гранулитовой фаций метаморфизма при наличии зерен изометричной формы кварца, полевых шпатов, гранатов, карбонатов и др.

Лепидобластовая характерна обычно для зеленосланцевой фации при обилии чешуйчатых, листоватых минералов – серицита, мусковита, биотита, хлорита, талька, серпентина.

Нематобластовая в чистом виде встречается редко (амфиболиты, актинолитовые сланцы) и отличаются наличием минералов игольчатой, длиннопризматической формы (эпидот, роговая обманка, актинолит, кианит, рутил).

Иногда в породе отмечаются разнозернистые агрегаты, когда один из новообразованных минералов резко выделяется по размеру среди остальных. В этом случае можно говорить о **порфиробластовой** структуре.

Значительно меньшую информацию об условиях образования несут структуры контактового метаморфизма, продукты которого чаще всего обладают **кристаллобластовыми** структурами.

Среди пород регионального метаморфизма имеется два характерных исключения. В зависимости от Р-Т условий различные формы минералов возникают лишь в том случае, если в исходном химическом составе имелись в наличии необходимые породообразующие компоненты, позволяющие строить все многообразие решеток минералов (чешуйчатых, игольчатых, зернистых). Среди осадочных пород известны две мономинеральные, а значит простые по составу, образования - известняки ($CaCO_3$, $MgCO_3$) и кварцевые пески (SiO_2). При метаморфизме эти простые по составу породы не способны формировать игольчатые, чешуйчатые и другие, кроме зернистых, формы. Поэтому известняки при метаморфизме переходят в мономинеральную (с одним кальцитом) породу – мрамор с возможным укрупнением зерна по мере роста температуры. Аналогично ведут себя кварцевые пески, которые способны образовать только зернистый агрегат кварцита. Так как отмеченные породы не способны реагировать на давление изменением формы зерен, то для них, обычно, трудно восстановить тип метаморфизма – региональный или контактовый.

3.5. Методика выполнения лабораторной работы

Основная цель лабораторной работы – знакомство с метаморфическими горными породами, их текстурно-структурными особенностями, минеральным составом. Студенты должны научиться определять продукты разных типов метаморфизма (регионального, термального и дислокационного) и, при возможности, устанавливать их исходный состав (эдукт).

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 (фации – 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

4.1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОСАДОЧНЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ

4.1.1. Литогенез

Формирование осадочных пород представляет собой сложный и длительный процесс, связанный с экзогенными процессами. В образовании осадочных пород выделяют следующие стадии: 1) образование исходного осадочного материала; 2) перенос осадочного материала; 3) накопление осадка (седиментогенез); 4) преобразование осадка в осадочную породу (диагенез); 5) изменение осадочной породы до начала метаморфизма или начача выветривания (катагенез). Процесс формирования осадочной породы, начиная от образования исходного материала и заканчивая превращением осадка в породу, носит название литогенеза. Крупный вклад в изучение этого процесса внесли советские учёные Н. М. Страхов, Л. В. Пустовалов, Г. Ф. Крашенинников, Н. Б. Вассоевич, Л. Б. Рухин, Н. В. Логвиненко, Т. А. Лапинская и др.

Исходным материалом осадочных пород служат продукты разрушения магматических, метаморфических и ранее образовавшихся осадочных пород на поверхности Земли. Разрушаются горные породы и входящие в их состав минералы в результате экзогенных процессов, причём основная масса продуктов разрушения образуется в результате выветривания. Под действием поверхностных вод и в меньшей степени ледников и ветра продукты разрушения переносятся к областям седиментации (осадконакопления). Весь этот материал, находящийся на стадии переноса, при соответствующих условиях рельефа и геохимической обстановки может перейти в осадок. При этом начинается третья стадия образования породы - седиментогенез, или накопление осадка. Осаждение частиц может быть временным, когда частицы вновь подхватываются движением среды, или окончательным, когда происходит накопление осадка, т. е. постепенное закрепление частиц на дне.

Подавляющая масса осадков накапливается в конечных водоёмах стока - озёрах и, главным образом, морях. Такие осадки называют субаквальными. В отличие от них осадки, накапливающиеся на суше, вне водной среды, называют субаэральными. В конечных водоёмах стока в зависимости от характера поступающего материала, а также от гидродинамического и гидрохимического режимов формируются осадки трёх типов: обломочные, органогенные и хемогенные. Характерно, что породы биогенного происхождения встречаются только в толщах субаквальных отложений. Субаэральные отложения обычно представлены только обломочными и хемогенными образованиями, отличными по своим свойствам от тех же разностей, сформировавшихся в субаквальных условиях. На стадии седиментогенеза закладываются такие важные свойства осадка, как минеральный состав, размер и форма слагающих его частиц, слоистость. Следующим этапом формирования породы является стадия диагенеза. Диагенез - совокупность процессов, преобразующих осадок в осадочную породу. Свежесформированные осадки обычно образуют рыхлые, сильно обводнённые слои, насыщенные разнообразными химически активными соединениями. Кроме минеральных веществ в осадке присутствует органическое вещество в виде остатков отмерших организмов и живые бактерии.

Только что образовавшийся осадок представляет собой рыхлое или текучее тело, обильно обводненное, богатое микроорганизмами и состоящее из весьма разнообразного материала, частью твердого, частью жидкого и газообразного. Главная особенность свежесформированного осадка - отсутствие равновесия между входящими в его состав реакционноспособными соединениями. Из-за неравномерности свежий осадок представляет собой неустойчивую физико-химическую систему. Так, в осадке имеется

много кислорода и богатых им веществ, здесь же - живые организмы, нуждающиеся в кислороде для своего существования, и органическое вещество, которое способно к окислению и сгоранию. Пропитывающая иловый осадок вода по составу почти не отличается в первый момент от воды наддонной. Эта вода не насыщена карбонатами, кремнеземом, фосфатами и другими компонентами; в то же время в осадке много биогенно осажденных или перенесенных в виде взвеси кальцита, магнезита, кремнезема и других веществ. В состав глинистых минералов в виде примеси входят также поглощенные ими катионы многих металлов.

После фиксации осадка на дне естественно начинается процесс уравновешивания этой системы. Физико-химическое равновесие достигается при процессах обезвоживания, разложения органических остатков, уплотнения и цементации осадков, образования конкреций.

Стадией диагенеза заканчивается процесс собственно формирования осадочной горной породы. Она продолжает существовать в земной коре до тех пор, пока находится в термодинамических условиях, характерных для верхних горизонтов. Однако и здесь осадочная горная порода не остаётся неизменной. Наступает стадия катагенеза. Катагенез — это совокупность процессов, изменяющих осадочную породу в период её' существования до начала метаморфизма или выветривания. В отличие от диагенетических процессов, обусловленных внутренней неуравновешенностью осадка, причиной катагенез является отсутствие равновесия между породой и средой, в которую она попадает в результате прогибания или подъёма участков земной коры. Основными факторами катагенеза являются температура и воздействие подземных вод. В целом процессы катагенеза протекают менее интенсивно, чем диагенетические, но зато чрезвычайно длительны и приводят к заметным результатам, а именно: уплотнению и обезвоживанию, растворению и выносу ряда минералов подземными водами, перекристаллизации минералов в осадочной породе.

4. 1.2. Химический и минеральный составы осадочных пород

Осадочные горные породы состоят из различных по составу и происхождению компонентов: аллотигенных, органических остатков разного типа и вулканогенного материала.

Аллотигенные (привнесённые извне) компоненты составляют основную массу обломочных и некоторых глинистых пород и представляют собой обломки и частицы пород и минералов различного размера. Как правило, в осадочных породах встречаются обломки наиболее устойчивых минералов и пород. Главным образом это кварц, затем следуют полевые шпаты, слюды. пироксены, амфиболы.

Аутигенные (образовавшиеся на месте нахождения) компоненты образуются за счёт выделения минерального вещества из природных растворов или в результате обменных и других реакций либо в воде бассейна осадконакопления, либо в осадочной горной породе. Наибольшее значение из них имеют глинистые минералы, карбонаты, сульфаты, соли, оксиды и гидроксиды Fe, Mn, Al, Si, а также фосфаты. Эти минералы слагают основную массу хемогенных и часть глинистых пород, а также широко распространены в цементах обломочных пород и конкрециях.

Органические остатки. В осадочных горных породах присутствуют органические останки или следы жизнедеятельности организмов. Это обломки раковин или скелетных частей различных животных и растительных организмов. В породах биогенного происхождения органические останки являются преобладающим компонентом, а в некоторых случаях породы целиком сложены ими (ракушняки, известняки, мел и др.).

В значительной части современных осадков присутствует вулканогенный материал в виде обломков вулканического стекла и эффузивных пород. Вулканогенный материал попадает в осадки обычно как примесь вулканического пепла, песка и более крупных

образований при извержениях. При этом название породы состоит из двух слов, например, туфогенный песчаник. Следует иметь в виду, что прилагательное в этом словосочетании (в данном случае «туфогенный») означает, что вулканогенного материале в породе меньше, чем терригенного. В песчанистом туфе меньше терригенного материала, чем вулканогенного.

3.2. Классификация осадочных горных пород

Общепризнанных классификаций осадочных горных пород нет, что связано, прежде всего, с разнообразием процессов и факторов, контролирующих образование осадков. В нашей стране распространением пользуется классификация осадочных пород, предложенная в 1958 г. М. С. Шевцовым, в основу которой положено, с одной стороны, их происхождение, а с другой - их химический и минеральный составы. Упрощенная классификация осадочных пород приведена в виде таблицы.

По генетическим признакам среди осадочных горных пород выделяют три главные группы.

1. Терригенные (обломочные) породы образуются в результате механического разрушения ранее существовавших горных пород и накопления обломочного материала. К ним относят песчаники, гравелиты, конгломераты, а также их не сцементированные и неокатанные разности: пески, гравий, дресву, галечник и щебень. В эту же группу входят глинистые породы, являющиеся продуктом преимущественно химического разрушения пород, а также переотложения глинистых минералов, освободившихся при выветривании глинистых толщ и тончайшего дробления химически стойких минералов.

2. Органогенные породы, которые образуются в результате жизнедеятельности организмов (коралловые постройки) и их отмирания (кости рыб, зубы акул и т. д.). В отдельную группу выделяют каустобиолиты, образующиеся из растительных и животных (планктон) останков, преобразованных под влиянием биохимических, химических и другихгеологических факторов и обладающих горючими свойствами. Это - угли, торф, сапропель и др.

3. Хемогенные породы, образующиеся при химическом разрушении, растворении минералов материнских пород и последующем выпадении новых минералов в осадок из пересыщенных растворов.

Более детальное подразделение осадочных пород в пределах выделяемых генетических групп производится по вещественному и минеральному составам. Терригенные осадочные горные породы по размеру обломков (частиц) подразделяют на грубообломочные (псефиты), песчаные (псаммиты), пылеватые (алевролиты) и глинистые (пелиты). По характеру связи (цементации) обломочного материала их подразделяют на сцементированные и несцементированные (рыхлые).

При классификации органогенных и хемогенных пород определяющим является их химический состав.

3.3. Текстуры и структуры осадочных горных пород

Строение осадочных пород характеризуется текстурой и структурой.

Текстура - это общий рисунок породы, черты ее строения, определяемые способом заполнения пространства, характером сочетания между собой элементарных частиц (минералов, зерен, обломков). Текстура породы формируется с этапа накопления осадка. Возникшие в процессе осадконакопления первичные текстуры отражают состояние среды в момент накопления осадочного материала и результаты её взаимодействия с осадком. Вторичные текстуры возникают в уже сформировавшейся породе при процессах диагенеза и гипергенеза.

'Структура осадочной породы - это особенности её строения, которые определяются размером, формой, степенью однородности составных частей, а также количеством, размером и степенью сохранности органических остатков. Элементы структуры породы формируются на протяжении всех этапов образования и жизни породы.

Важнейшим признаком, характеризующим строение осадочных пород, является их слоистая текстура. Образование слоистости связано с условиями накопления осадков. Любые перемены этих условий вызывают либо изменение отлагающегося материала, либо обстановку в его поступлении, что внешне выражается в появлении слоев.

Классификация осадочных горных пород

ТЕРРИГЕННЫЕ				
Структура	Рыхлые, несцементированные		Сцементированные	Размер, мм
	неокатанные	окатанные		
псефитовая	Глыбы Щебень Дресва	Валуны Галечник Гравий	>50 Конгломераты 10 Гравелит	> 1-10
псаммитовая	Песок		Песчаник	0,1-1,0
алевритовая	Алевриты		Алевролиты	0,01 -ОД
пелиговая	Глины		Аргшшпы	<0,01
ОРГАНОГЕННЫЕ				
Название			Химический состав	
Известняки, мел			CaCOз	
Доломит			CaMg(CQ,)	
Опоки, трепела			SiQz-nHaO	
Сапропелиты, торф, уголь			Органические соединения углерода	
Х Е М О Г Е Н Н Ы Е				
Название			Химический состав	
Соли галоидные: галит сильвин Соли сернокислые: гипс ангидрит Соли фосфатные: аштит Бурые железняки Бокситы			NaCl KC1 CaS0_4-2H20 CaS0_4 АЩз • nH_2O, Al(OHb A10(OH)	

Слои представляют собой более или менее плоские тела, горизонтальные размеры которых во много раз больше их толщины (мощности), и отделяющиеся друг от друга поверхностями напластования. Слоистая текстура обусловлена чередованием слоев нескольких разностей осадочных пород и может быть вызвана резким изменением размера обломочных частиц и вещественного состава пород либо ориентировкой осадочного материала.

Для осадочных пород характерна также пористая текстура, характеризующая степень её проницаемости. По степени пористости выделяют следующие породы:

микропористые, в которых пористость не заметна на глаз, но устанавливается специальными методами;

мелкопористые, в которых можно различить мелкие частые поры;

крупнопористые - с колебанием размера пор в пределах от 0,5 до 2,5 мм;

кавернозные имеют крупные поры (каверны) на месте выщелоченных раковин и остатков других организмов, а также отдельных частей горной породы.

Для однородных, преимущественно зернистых хемогенных и органогенных пород, характерны массивные текстуры. Все несцементированные осадочные горные породы имеют рыхлую текстуру.

Структура осадочных пород отражает их происхождение. Структуры осадочных пород определяются, главным образом, размером и отчасти формой слагающих их частиц. По величине обломков для терригенных горных пород (мм) выделяют такие структуры, как: галечная (окатанные обломки) - 10 - 100; щебеночная (остроугольные обломки) - 10

- 100; гравийная (окатанные обломки) - 1 - 10 ; дресвяная (остроугольные обломки) — 1-10; псаммитовая -0,1-1; алевролитовая — 0,01 - 0,1; пелитовая - < 0,01.

Для хемогенных пород (известняки, доломит, гипс) характерна кристаллически-зернистая структура. В зависимости от размера слагающих породу зерен выделяют крупнозернистую (преобладают зерна величиной 1,0 -0,5 мм), среднезернистую (0,5 - 0,25 мм), мелкозернистую структуры (0,25 -0,1 мм), иногда, когда порода плохо отсортирована, выделяют разнозернистую структуру.

Оолитовая структура наблюдается в случаях, когда в породе в массовых количествах присутствуют мелкие шаровидные стяжения (оолиты) различного размера (боксит, оолитовый известняк).

Структуры пород, в составе которых большое участие принимают остатки организмов (свыше 20 - 30 % объема породы), определяются степенью сохранности этих останков и их количеством. Выделяются следующие структуры: биоморфная - в случае хорошей сохранности скелетных остатков организмов; детритовая - порода почти полностью состоит из скелетных обломков размером крупнее 0,1 мм.

Осадочные породы имеют самую разнообразную окраску и оттенки. При этом иногда окраска является признаком, характерным для определения этих пород, и зависит: 1) от окраски минералов, слагающих пород; 2) окраски рассеянных в породе примесей и цемента; 3) цвета тончайшей корочки, часто обволакивающей зерна составляющих породу минералов. Белый и светлосерый цвета обычно обусловлены окраской главных минералов осадочных пород (кварца, каолинита, кальцита, доломита и др.) и свидетельствует до некоторой степени о чистоте породы. Темно-серый и черный цвета чаще всего появляются в результате примеси углеродистого вещества и, реже, оксидов и гидрооксидов марганца. Красный и розовый цвета связаны с примесью в породе оксидов железа, а зеленый цвет зависит от примеси закисного железа и присутствия минералов с зеленой окраской - чаще глауконита, реже хлорита и малахита.

4.3. Методика выполнения практической работы

Основная цель практической работы - знакомство с осадочными горными породами, их текстурно-структурными особенностями, минеральным составом.

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 обусловливающих окраску; структуру; растительные остатки и окаменелости.

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Дворов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ» ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБЩАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Екатеринбург

Введение

Естественные науки – совокупность наук о природе. Природа – в широком смысле – все сущее, весь мир в многообразии его форм; объект естествознания. К естественным наукам относятся и география, и геология. **География –** система естественных – физико-географических и общественных – экономико-географических наук, изучающих географическую оболочку Земли, природные и производственно-территориальные комплексы и их компоненты. **Геология –** комплекс наук о составе, строении и истории развития земной коры и Земли (Советский энциклопедический словарь. М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1979).

В школьных программах нет дисциплины «Геологии». Элементарные сведения о Земле как планете и ее внутреннем строении школьники получают на уроках «Географии» в 6 и 7 классах. Для изучения геологических вопросов рекомендуем самостоятельно читать учебники по геологии. В настоящее время выпущено огромное число самых различных учебников, учебных пособий, методических указаний по всем направлениям геологических наук. Любой желающий по своему усмотрению без особого труда может для себя их приобрести. Но следует помнить афоризм Козьмы Пруткова: «Никто не обнимет необъятного!» Нельзя школьникам сразу преподносить геологические знания в объеме читаемой в высшей школе, но знать основы геологии необходимо каждому грамотному человеку для того, чтобы понимать историю развития природы. Без этих знаний невозможно понять процесс формирования как прошлых, так и современных ландшафтов – важнейших составных частей географической оболочки Земли.

Для квалифицированного подхода к встрече с природными объектами рекомендуем иметь элементарные познания по геологии. Аннотации первоочередных лекций приведены в настоящих методических указаниях.

Геология – это наука о Земле, о ее свойствах и изменениях, происходящих на ней в настоящее время, а также совершавшихся во времена прошедшие. Геология – это история Земли, и эту историю она сама записывает. Она сама ведет свою автобиографию; ведет ее без перерыва почти от начала своего образования и до настоящего времени, записывая ее на своих каменных страницах, и человеку остается лишь научиться читать эту занимательную каменную летопись, научиться понимать эти каменные письмена, в которых буквами являются попадающиеся нам под ноги камешки, а чернилами – воды ручьев, рек и морей. Вначале мы должны научиться различать буквы – камни, потом должны постигнуть самый процесс чтения записей Земли, для этого должны изучать геологические процессы, и лишь после того, как мы хорошо освоимся с ними, мы можем приступить к чтению древних страниц этой летописи. В этой великой многотомной летописи Вселенной всякая летопись человека, будь то самый древний папирус, является лишь одной незначительной строчкой, помещенной в конце ее последней страницы. Читая эту великую автобиографию, мы уносимся в бесконечно отдаленные от нас, неизмеримые даже тысячелетиями, времена. Эти далекие времена отдалены от нас во времени так, как отдалены от нас в пространстве далекие, загадочно мерцающие звезды.

Но где и как можно научиться читать эту великую летопись Земли? Где и как надо изучать геологию? Везде и всюду – в каждом овраге, в каждой речке, в любом карьере можно наблюдать результаты геологических процессов. Для изучения геологических процессов необходимо принимать участие в геологических экскурсиях, проходящих по геологическим объектам, доступными непосредственно нашему наблюдению.

1. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ГЕОЛОГИИ

1.1. НАУКА О ЗЕМЛЕ. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ НАУЧНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ

Два греческих слова "гео" — Земля и "логос – учение позволяют трактовать термин "геология" как науку о Земле. Однако в наше время ограничиться таким простым толкованием уже нельзя, поскольку этот термин объединяет в себе целый комплекс самостоятельных направлений, как фундаментальных, так и прикладных.

Под ***фундаментальными*** обычно понимают те направления, которые разрабатывают понятия, открывают явления, закономерности, свойства, определяющие развитие геологии как науки. Фундаментальность не следует отождествлять с теоретическими разработками. К фундаментальным геологическим наукам могут быть отнесены следующие дисциплины: геохимия, минералогия, петрография, геотектоника, общая геология и историческая геология. Названные дисциплины занимаются различными уровнями организации вещества Земли в пространстве и во времени. Именно это обстоятельство в основном и определяет фундаментальность каждого из названных направлений. Все они теснейшим образом связаны между собой.

К ***прикладным направлениям*** принято относить те, которые непосредственно работают на производство: создают приёмы, методы, технологию геологических исследований, связанных в первую очередь, с поисками и разведкой полезных ископаемых, а также охраной и рациональной эксплуатацией земных недр. Их в современной геологии значительно больше, чем фундаментальных. Назовём лишь несколько: региональная геология, структурная геология, геологическое картирование, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых, инженерная геология.

1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ГЕОЛОГИИ

Объектом общей геологии является Земля в целом: её возникновение как планеты, формирование внутренних и внешних оболочек, их функционирование и взаимодействие. Иными словами, речь идёт об изучении Земли как геологической системы.

Предметом непосредственного изучения геологии служат минералы, горные породы, ископаемые органические остатки и современные геологические процессы.

В основе научного познания геологической истории Земли, реконструкции процессов и обстановок прошлого лежит ***метод актуализма.*** При использовании этого метода к пониманию прошлого идут от изучения современных процессов, но с осознанием того, что в прошлом, особенно отдалённом от современности, и физико-географическая обстановка, и сами процессы отличались от современных тем больше, чем больше отдалена от нас прошлая геологическая эпоха.

1.3. ЗНАЧЕНИЕ ГЕОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА

Огромное значение, которое имеет геология, может быть рассмотрено в двух аспектах - общенаучном и народнохозяйственном.

Общенаучное значение геологии заключается в её неоценимой роли в формировании материалистического понимания природы. Данные геологии играют важную роль в диалектико-материалистическом обосновании философских принципов, отражающих материальное единство мира и его развитие,

Практическое значение геологии заключается в обеспечении минерально-сырьевыми ресурсами различных отраслей хозяйства, в инженерно-геологическом обосновании строительства разнообразных гражданских и промышленных объектов, в решении питьевого и технического водоснабжения.

1.4. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИИ

Геология зародилась в глубокой древности. Задолго до новой эры человек научился выплавлять металлы, использовать минеральную воду. Издавна привлекали внимание человека и природные процессы. Однако временем возникновения геологии как науки принято считать вторую половину ХУШ в. – период зарождения и бурного развития горнодобывающей промышленности. В России основоположником обобщений геологических знаний стал М.В. Ломоносов (1711-1765), в Западной Европе - Д.Геттон (1726-1797) и А.Г.Вернер (1750-1817).

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕ

2.1. ЗЕМЛЯ ВО ВСЕЛЕННОЙ

"Вселенная, весь мир, бесконечный во времени и пространстве и бесконечно разнообразный по тем формам, которые принимает материя в процессе своего развития. Вселенная существует объективно, независимо от сознания человека, её познающего. Вселенная содержит гигантское множество небесных тел, многие из которых по размерам превосходят Землю иногда во много миллионов раз (БСЭ, т.5, с. 1315). Доступная для изучения часть Вселенной называется ***Метагалактикой,*** включающей свыше миллиарда звёздных скоплений, или ***галактик*** (греч. "галактика" - молочный, млечный).

Наша ***Галактика Млечного Пути*** - типичная звездная система с массой около 10^{10} масс Солнца относится к типу спиральных и включает свыше 150 миллиардов звёзд. С Земли, расположенной внутри Галактики, Млечный Путь представляется в виде широкой белёсой полосы звезд, пересекающей небо. Период обращения Солнца и звёзд вокруг центра Млечного Пути 200 млн. лет. Возраст Галактики около 12 млрд. лет. Когда речь идёт о Солнечной системе, то имеется в виду Солнце и всё, что находится в поле его тяготения. К наиболее крупным телам этой системы относятся 9 планет, 34 их спутника, многочисленные кометы и астероиды. Согласно современным космогеническим представлениям Земля и другие планеты Солнечной системы образовались 4,6 млрд. лет назад почти одновременно с Солнцем.

Земля обращается вокруг Солнца по эллиптической орбите на среднем расстоянии 149,6 млн. км (144,117 млн. км в перигелии, 152,083 в афелии), период обращения 365,242 средних солнечных суток (год), скорость в среднем 29,765км\с (30,27км\с в перигелии, 29,27км\с в афелии). Период обращения Земли вокруг оси 23 час 56 мин 4,1 с (сутки).

Пожалуй, все согласны с тем, что исходным веществом для формирования Солнечной системы послужили межзвёздная пыль и газы, широко распространенные во Вселенной. Но каким образом в их составе оказался полный набор химических элементов таблицы Менделеева и что послужило толчком для начала конденсации газа и пыли в протосолнечную туманность остается дискуссионной проблемой. Следующая стадия образования Солнечной системы предусматривает распад протопланетного диска на отдельные планеты внутренней и внешней групп с поясом астероидов между ними. Промежуточной фазой было образование сонма твердых и довольно крупных, до сотен километров в диаметре, тел, именуемых планетезималями, последующее скопление и соударение которых и явилось процессом аккреции (наращивания) планеты. Этот процесс занял не более сотни миллионов лет, т.е. был с геологической точки зрения очень быстрым.

Важнейшее отличие Земли от других планет Солнечной системы - существование на ней жизни, появившейся 3-3,5 млрд. лет назад и достигшей с появлением человека (12 млн. лет назад) своей высшей формы.

2.2. ФОРМА И РАЗМЕРЫ ЗЕМЛИ

Поверхность реальной Земли чрезвычайно сложна и во всех деталях навряд ли может быть описана с помощью математических формул. Однако эта сложность существенно уменьшается при переходе от крупномасштабного к мелкомасштабному изображению, когда особенности рельефа Земли рассматриваются для достаточно обширных территорий.

Под фигурой, или формой Земли, понимают форму ее твердого тела, образованную поверхностью материков и дном морей и океанов. Форма планеты определяется ее вращением, соотношением сил притяжения и центробежной, плотностью вещества и его распределением в теле Земли. Геодезические измерения показали, что упрощенная форма Земли приближается к ***эллипсоиду вращения (сфероиду).*** В СССР в качестве эталона в 1946 году был принят эллипсоид Ф.Н.Красовского и его учеников (А.А.Изотов, и др.), основные параметры которого подтверждаются современными исследованиями и с орбитальных станций. По этим данным экваториальный радиус равен 6378,245 км, полярный радиус 6356,863 км, полярное сжатие 1/298,25.

Поверхность реальной Земли чрезвычайно сложна и во всех деталях навряд ли может быть описана с помощью математических формул. Однако эта сложность существенно уменьшается при переходе от крупномасштабного к мелкомасштабному изображению, когда особенности рельефа Земли рассматриваются для достаточно обширных территорий.

В связи с расчлененностью рельефа (наличием высоких гор и глубоких впадин) действительная форма Земли является более сложной, чем трехосный эллипсоид. Наиболее высокая точка на Земле - гора Джомолунгма в Гималаях - достигает высоты 8848 м. Наибольшая глубина - 11 034 м - обнаружена в Марианской впадине. Таким образом, наибольшая амплитуда рельефа земной поверхности составляет немногим менее 20 км. Учитывая эти особенности, немецкий физик Листинг в 1873 г. фигуру Земли назвал геоидом, что дословно обозначает «землеподобный». **Геоид** — некоторая воображаемая уровневая поверхность, которая определяется тем, что направление силы тяжести к ней будет всегда перпендикулярно. Эта поверхность совпадает с уровнем воды в Мировом океане, который мысленно проводится под континентами. Это та поверхность, от которой проводится отсчет высот рельефа. Поверхность геоида приближается к поверхности трехосного эллипсоида, отклоняясь от него местами на величину 100-150 м (повышаясь на материках и понижаясь на океанах, что, по-видимому, связано с плотностными неоднородностями масс в Земле и появляющимися из-за этого аномалиями силы тяжести.

2.4. СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ

Изучение внутреннего строения Земли производится различными методами. Геологические методы, основанные на изучении естественных обнажений горных пород, разрезов шахт и рудников, керна глубоких буровых скважин, дают возможность судить о строении приповерхностной части земной коры. Глубинное внутреннее строение Земли изучается главным образом геофизическими методами: сейсмическими, гравиметрическими, магнитометрическими и др. Одним из важнейших методов является сейсмический, основанный на изучении скорости распространения упругих волн, вызванных естественными и "искусственными" землетрясениями.

На основании скорости распространения сейсмических волн австралийский сейсмолог К. Буллен разделил Землю на ряд зон, дал им буквенные обозначения в определённых усреднённых интервалах глубин, которые используются с некоторыми уточнениями до настоящего времени.

Выделяются три главные области Земли:

Земная кора (слой А) - верхняя оболочка Земли, мощность которой изменяется от 6-7 км под глубокими частями океанов до 35- 40 км под равнинными платформенными территориями континентов, до 50 - 75км под горными сооружениями (наибольшие под Гималаями и Андами).

Мантия Земли распространяется до глубин 2900км. В её пределах по сейсмическим данным выделяются: верхняя мантия - слой В глубиной до 400км и С - до 800 - 1000км (некоторые исследователи слой С называют средней мантией); нижняя мантия - слой D до глубины 2900 с переходным слоем от 2700 до 2900км.

Ядро Земли подразделяется на внешнее ядро - слой Е в пределах глубин 2900 - 4980км; переходную оболочку - слой Г - от 4980 - 5120км; и внутреннее ядро - слой G до 6971 км.

Земная кора - это верхняя каменная оболочка Земли, сложенная магматическими, метаморфическими и осадочными породами. Она представляет собой наиболее активный слой твердой Земли - сферу деятельности магматических и тектонических процессов. Нижняя граница земной коры как бы зеркально повторяет поверхность Земли. Под материками она глубоко опускается в мантию, под океанами приближается к поверхности Земли,

Мантия Земли является самым крупным элементом Земли - она занимает 83% ее объема и составляет около 66% ее массы.

Верхняя мантия характеризуется резким нарастанием скорости распространения сейсмических волн с глубиной. Выделяется два слоя: В (35-420 км), С (420-1000 км). Внутри слоя В, с глубин 80-100 км под материками и 50-70 км под океанами и до глубин 250-300 км, выделяется слой пониженной вязкости, который носит название *астеносферы.* Астеносфера выделяется по геофизическим данным как слой пониженной скорости, поперечных сейсмических волн и повышенной электропроводности. Повышенная вязкость астеносферы обусловлена, по-видимому, высокой температурой, приводящей, как полагают, к частичному выплавлению базальтовой магмы. Астеносфера играет важную роль в эндогенных процессах, протекающих в земной коре.

Земная кора вместе с твёрдой частью слоя Гутенберга образует единый жесткий слой, лежащий на астеносфере, который называется *литосферой.* По существу литосфера является своеобразной геосферой, отделённой от остальной части мантии активным поясом астеносферы.

Земная кора и верхняя мантия включая астеносферу, представляют собой *тектоносферу* - область Земли, где происходят тектонические явления.

3. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

3.1.ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Под воздействием внутренних, или ***эндогеннных,*** и внешних, или ***экзогенных,*** сил земная кора испытывает постоянные изменения, которые называются ***геологическими процессами***. Соответственно различают эндогенные и экзогенные процессы.

Эндогенные процессы определяются глубинными источниками энергии. В результате на поверхности Земли образуются горные хребты и впадины, в земной коре возникают магматические очаги, происходят вулканические извержения, землетрясения. Эндогенные процессы характеризуются сложностью и большим разнообразием.

Экзогенные **процессы** развиваются на поверхности Земли за счёт энергии Солнца, и их интенсивность связана с активностью атмосферных явлений, геологической деятельностью поверхностных и подземных вод, озер, ледников, морей и океанов.

Сформировавшийся под воздействием эндогенных процессов рельеф молодых горных областей подвергается воздействию экзогенных сил, направленных на

сглаживание, выравнивание рельефа. Таким образом, эндогенные и экзогенные процессы развиваются одновременно, связанно и взаимно обусловленно.

К эндогенным процессам относятся тектонические движения, магматизм и метаморфизм.

3.2. ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ

Совокупность тектонических движений и деформаций, под воздействием которых формируются геологические структуры, называется тектоническими процессами, или *тектогенезом.* Тектонические движения – механические перемещения масс горных пород различного масштаба, сопровождающиеся изменениями их залегания и строения, а также связанными с этими изменениями деформациями (дислокациями). Тектоническим движениям принадлежит ведущая роль в развитии всех геологических процессов, так как они обусловливают перераспределение и трансформацию внутренней энергии Земли, влияют на изменение давления, интенсификацию теплопотока и т.д.

Упрощенно в зависимости от интенсивности, преимущественной направленности и геологических результатов тектонические движения можно разделить на две основные группы - *колебательные и дислокационные.*

3.3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГМАТИЗМА

Магматизмом называют явления, связанные с образованием, изменением состава и движением магмы из недр Земли к ее поверхности. Магма представляет собой природный высокотемпературный расплав, образующийся в виде отдельных очагов в литосфере и верхней мантии, главным образом в астеносфере. Подъем магмы и прорыв ее в вышележащие горизонты происходят вследствие инверсии плотностей, при которой внутри литосферы появляются очаги менее плотного, но мобильного расплава. Магматизм - это глубинный процесс, обусловленный тепловым и гравитационными полями Земли.

В зависимости от характера движения магмы различают магматизм интрузивный и эффузивный. При ***интрузивном магматизме*** (плутонизме) магма не достигает земной поверхности, а активно внедряется во вмещающие вышележащие породы, частично расплавляя их, и застывает в трещинах и полостях коры. При ***эффузивном магматизме*** (вулканизме) магма через подводящий канал достигает поверхности Земли, где образует вулканы различных типов, и застывает на поверхности. В обоих случаях при застывании расплава образуются магматические горные породы. Температуры магматических расплавов, находящихся внутри земной коры, судя по экспериментальным данным и результатам изучения минерального состава магматических пород, находятся в пределах 700-1100°С.

Измеренные температуры магм, излившихся на поверхность, в большинстве случаев колеблются в интервале 900-1100°С, изредка достигая 1350°С. Более высокая температура наземных расплавов обусловлена тем, что в них протекают процессы окисления под воздействием атмосферного кислорода. На больших глубинах в магме в растворенном состоянии присутствуют летучие компоненты - пары воды и газов (H_2O, H_2, CO_2, HCl и др.). В условиях высоких давлений их содержание может достигать 12%. Они являются химически очень активными подвижными веществами и удерживаются в магме только благодаря высокому внешнему давлению.

3.4. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТАМОРФИЗМА

Метаморфизм - преобразование горных пород под действием эндогенных процессов, вызывающих изменение физико-химических условий в земной коре. Преобразованию могут подвергаться любые горные породы: осадочные, магматические и

ранее образовавшиеся метаморфические. Изменение минерального состава при метаморфизме может протекать ***изохимически,*** т. е. без изменения химического состава метаморфизуемой породы, и ***метасоматически,*** т. е. со значительным изменением химического состава метаморфизуемой породы за счет привноса и выноса вещества. Изменение структуры и текстуры пород обычно происходит в процессе перекристаллизации вещества. Особенность метаморфических процессов заключается в том, что они протекают с сохранением твердого состояния системы.

Метаморфизм представляет собой сложное физико-химическое явление, обусловленное комплексным воздействием температуры, давления и химически активных веществ.

3.5. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Экзогенные геологические процессы в отличие от эндогенных протекают в самых верхних слоях земной коры на её границе с внешними геосферами Земли. Их энергетической основой является энергия солнечной радиации и сил гравитации. Экзогенные процессы протекают при нормальных значениях температуры и давления с поглощением тепла и направлены на дифференциацию вещества земной коры. Выделяют четыре группы (стадии) экзогенных геологических процессов: выветривание, денудацию, аккумуляцию, диагенез.

Выветривание (нем. "веттер" - погода) представляет собой процесс глубокого изменения магматических, метаморфических и осадочных горных пород и минералов, оказавшихся неустойчивыми в условиях земной поверхности. Изменение физического и химического состояния первичных минералов и горных пород происходит в месте их залегания в результате физического, химического и биологического воздействия воды, углекислого газа, различных минеральных и органических кислот, живых организмов, а также непосредственного воздействия солнечной радиации.

Денудация (лат. "денудацио" - обнажение) - это совокупность процессов удаления (сноса и переноса) продуктов выветривания с места их образования и непосредственного разрушения горных пород агентами денудации (силы гравитации, воды континентов, морей и океанов, ветер, ледники). Перемещая материал с возвышенностей в пониженные участки рельефа, денудационные процессы приводят к разрушению земной поверхности и образованию выровненных форм рельефа.

Аккумуляция (осадконакопление) - геологические процессы, в результате которых рыхлые продукты разрушения первичных горных пород накапливаются в понижениях рельефа: в речных долинах, озёрах, болотах, морях и океанах.

Диагенез (перерождение) представляет собой сложный процесс преобразования продуктов экзогенной деятельности (осадков) в осадочные горные породы под влиянием гравитационных сил и изменения физико-химических условий в приповерхностной части земной коры.

Все экзогенные геологические процессы тесно взаимосвязаны. Благодаря выветриванию происходит подготовка материала для денудации, а сами продукты выветривания, оставшиеся на месте, являются материалом для образования новых горных пород.

Основными результатами экзогенных геологических процессов являются изменения вещественного состава верхней части земной коры, дифференциация вещества по физическим и химическим свойствам, создание толщ осадочных горных пород и форм рельефа земной поверхности. Благодаря экзогенным процессам формируются почвы и полезные ископаемые. Около 60% мировой добычи полезных ископаемых связано с продуктами экзогенной деятельности.

Вместе с тем разрушения берегов рек, озёр и морей, обвалы, оползни, снежные лавины, размыв и разрушение склонов, рост оврагов и заболачивание территорий - это также результаты деятельности экзогенных геологических процессов

4. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Земную кору — верхнюю твердую оболочку Земли - слагают горные породы (магматические, осадочные и метаморфические), состоящие из определенного сочетания минералов, в состав которых входят различные химические элементы. Изучая такую иерархию: химические элементы – минералы – горные породы, можно судить о строении земной коры в различных структурных зонах.

4.1. МИНЕРАЛЫ

Подавляющие большинство химических элементов образуют в земной коре простые или сложные соединения (исключения составляют инертные газы и некоторые самородные элементы). Химические соединения, образовавшиеся в земной коре в результате природных процессов и обладающие определенными химическим составом и физическими свойствами, называются ***минералами.*** Установлено, что в земной коре содержится около 4000 минералов.

Любой минерал обладает вполне определённым химическим составом и вполне определённой кристаллической структурой, т.е. закономерным расположением в пространстве элементарных частиц (молекул, атомов, ионов). В зависимости от особенностей химического состава и кристаллической структуры минералы образуют многогранники различной формы, называемые кристаллами. Эти же характеристики минералов (химический состав и кристаллическая структура) обуславливают все физические свойства, такие, как цвет, блеск, твёрдость и т.д.

4.2. ГОРНЫЕ ПОРОДЫ

Горными породами называются устойчивые парагенетические ассоциации минералов, возникающие в результате определённых геологических процессов и образующие геологически самостоятельные тела в земной коре. Науки, изучающие горные породы, - петрография, литология, астрофизика и физика горных пород.

Традиционно под горными породами подразумеваются только твёрдые тела, в широком применении к горным породам относят также воду, нефть и природные газы.

Горные породы могут слагаться как одним минералом, так и их комплексом. Минералы, входящие в состав горной породы и определяющие её состав и свойства, называются ***породообразующими***

Если горные породы состоят из одного минерала (кварцит, известняк, каменная соль), они называются ***мономинеральными,*** если же из нескольких ***-полиминеральными*** (гравий, глина).

Все горные породы обладают комплексом морфологических особенностей, которые объединяют в понятия структура и текстура. Наряду с химическим и минеральным составом структура и текстура являются важнейшими диагностическими признаками горных пород.

По происхождению горные породы делятся на три класса: осадочные, магматические и метаморфические.

Осадочные горные породы образуются только на поверхности земной коры при разрушении любых, ранее существовавших горных пород, в результате жизнедеятельности и отмирания организмов и выпадения осадков из пересыщенных растворов.

Магматические горные породы возникают путём кристаллизации природных силикатных расплавов внутри земной коры или на её поверхности.

Метаморфические горные породы возникают путем коренного преобразования магматических, осадочных и ранее существовавших метаморфических пород под влиянием высоких температур, давления и химически активных растворов.

5. СТРОЕНИЕ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Строение земной коры рассматривается отдельно по той причине, что эта геосфера является основным объектом геологии и средой горного производства.

Земная кора - это верхняя каменная оболочка Земли, сложенная магматическими, метаморфическими и осадочными породами и имеющая мощностьот 7 до 75 км. Она представляет собой наиболее активный слой твёрдой Земли - сферу деятельности магматических и тектонических процессов. Нижняя граница земной коры как бы зеркально повторяет поверхность Земли. Под материками она глубоко опускается в мантию, под океанами приближается к поверхности Земли.

Выделяют два главных типа земной коры: континентальную и океаническую.

Мощность ***континентальной*** коры в зависимости от тектонических условий меняется в среднем от 25-45 . (на платформах) до 45-75 км (в областях горообразования), однако в пределах каждой геоструктурной области она не остаётся строго постоянной. В континентальной коре различают осадочный, гранитный и базальтовый слои.

Мощность осадочного слоя достигает 20 км , но распространён он не повсеместно. Названия гранитного и базальтового слоев условны и исторически связаны с выделением разделяющей их границы Конрада, хотя последующие исследования показали некоторую сомнительность этой границы.

Основное отличие ***океанической*** коры от континентальной - отсутствие гранитного слоя, существенно меньшая мощность (2-10 км), более молодой возраст (юра, мел, кайнозой), большая латеральная однородность. Океаническая кора состоит из трёх слоев. Первый слой, или осадочный, характеризуется широким диапазоном скоростей и мощностью до 2 км. Второй слой, или акустический фундамент, имеет среднюю мощность 1,2-1,8 км. Глубоководным бурением установлено, что этот слой сложен сильно трещиноватыми и брекчированными базальтами, которые с увеличением возраста океанической коры становятся более консолидированными. Третий слой сложен породами в основном габброидного состава.

Кроме двух главных типов земной коры выделяется кора переходного типа - субконтинентальная в островных дугах и субокеаническая на континентальных окраинах.

Участки земной коры, различающиеся типом геологического строения, называются ***структурными элементами.*** *С* точки зрения закономерностей пространственного строения земной коры океаны и континенты - это ***структуры*** **I** (планетарного) порядка . В пределах структурных элементов I порядка по особенностям геологического строения и развития выделяются структуры П порядка: на материках - платформы и геосинклинальные пояса, на океанической коре - талассократоны и срединно - океанические хребты.

6. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ. ОСНОВЫ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Геология - наука естественно-историческая, и поэтому особо важное значение имеет ее раздел, посвященный изучению развития геологических событий по времени. Задачи исторической геологии - восстановление физико-географических обстановок накопления осадков в различные эпохи, последовательности формирования пород и их

распределения по относительному возрасту, изучение истории развития органического мира от древнейших эпох до настоящего времени.

6.1. ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ И СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛЫ

В геологии как в никакой другой науке важна последовательность установления событий, их хронологии, основанной на естественной периодизации геологической истории. Геологическая хронология, или геохронология, основана на выяснении геологической истории наиболее хорошо изученных регионов. На основе широких обобщений, сопоставления геологической истории различных регионов Земли, закономерностей эволюции органического мира в конце прошлого века на первых международных геологических конгрессах была выработана и принята Международная геохронологическая шкала, отражающая последовательность подразделений времени, в течение которых формировались определённые комплексы отложений, и эволюцию органического мира. Таким образом, Международная геохронологическая шкала - это естественная периодизация истории Земли.

Среди геохронологических подразделений выделяются: зон, эра, период, эпоха, век, время. Каждому геохронологическому подразделению отвечает комплекс отложений, выделенный в соответствии с изменением органического мира и называемый стратиграфическим: эонотема, группа, система, отдел, ярус, зона. Таким образом существует две шкалы - геохронологическая и стратиграфическая. Первую мы используем, когда говорим об относительном времени в истории Земли, а вторую, когда имеем дело с отложениями. В настоящее время выделяют три наиболее крупных стратиграфических подразделения - эонотемы: архейскую, протерозойскую и фанерозойскую.

6.2. СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ФОРМИРОВАНИИ ЗЕМНОЙ КОРЫ

Представления о закономерностях формирования земной коры развивались на протяжении длительного времени по мере накопления фактического материала, совершенствования геологических и геофизических методов исследований. Особое значение на современном этапе развития теоретической геологии имеют данные, полученные при изучении обширных океанических территорий, и результаты космических исследований.

Гипотезы горизонтального дрейфа континентов

Механизм горизонтального перемещения континентальных глыб был разработан в 1929г. американским учёным А.Холмсом. Его гипотеза подкоровых течений предполагает существование в мантии (субстрате) медленных конвективных потоков, обусловленных различным накоплением тепла под континентами и океанами. Восходящие конвективные потоки приводят к разрыву коры, раздвиганию блоков и образованию молодого океанического дна. В районах нисходящих потоков, наоборот, блоки сталкиваются, сминаются, образуя системы надвигов, шарьяжей, а глубинные слои коры даже вовлекаются в мантию, переходя в глубинные аналоги базальтов - эклогиты.

Можно отметить, что с разработкой гипотезы А.Холмса идеи мобилизма получили новый импульс, обусловивший их широкую популярность и в наши дни. Кроме того, в последние годы при изучении строения дна океанов получены новые данные, которые также используются для подтверждения возможности горизонтального дрейфа. Эти данные послужили основой гипотезы новой глобальной тектоники, или тектоники плит. Гипотеза разработана американскими учёными Г.Хессом и Р.Дицем. Значительный вклад в её развитие внесли зарубежные и советские геологи.

Основные идеи, положенные в основу гипотезы тектоники плит, связаны с открытием зон формирования молодой океанической коры в зонах рифтообразования и зон поглощения коры у глубоководных желобов.

По мнению авторов гипотезы, в зонах рифтообразования происходит "раздвигание" плит литосферы с образованием молодой океанической коры в центральной рифтовой зоне. Это явление называется ***спрединг*** океанического дна, характеризуется прерывистостью, сопровождается внедрениями мантийного вещества из астеносферы и разрывами маломощных базальтов в рифтовой зоне. С этой активной зоной связаны проявления вулканизма, неглубокие зоны землетрясений и аномалии теплового потока.

Образование новой коры в зонах спрединга сопровождается поглощением блоков (плит) литосферы в других участках нашей планеты. По мнению авторов гипотезы, такими участками являются зоны глубоководных океанических желобов, в которых происходит прерывистое поддвигание одной плиты литосферы под другую. Это явление называется ***субдукцией,*** сопровождается кратковременным выделением значительной механической энергии в виде землетрясений, проявлений вулканизма. Длительное поддвигание океанической коры под континентальную приводит к деформации окраинного моря, смещению островной дуги к континенту и складкообразованию. При этом поддвигание может смениться развитием обширных надвигов океанической коры - ***обдукцией***. Другим путём образования орогенных зон, по мнению авторов гипотезы, является столкновение - ***коллизия*** континентов.

Движущие силы механизма перемещения блоков литосферы авторы гипотезы тектоники плит связывают с конвективным перемешиванием мантийного вещества, что близко к взглядам А.Холмса. Однако в отличие от положений гипотезы подкоровых течений, в соответствии с рассматриваемой гипотезой потоки мантийного вещества здесь замыкаются на уровне астеносферы.

Таким образом, в соответствии с гипотезой тектоники плит под действием потоков мантийного вещества происходят глобальные перемещения континентов, но не изолированно, как считал А.Вегенер, а в составе мощных плит литосферы. При таком горизонтальном перемещении плит в зонах спрединга происходит обновление коры, а в зонах субдукции - её поглощение и растворение в астеносфере.

По современным данным, литосфера состоит из семи крупных плит, ограниченных зонами спрединга, субдукции или смятия: Тихоокеанской, Евразиатской, Индийской, Африканской, Антарктической, Северо-Американской и Южно-Американской.

7. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

7.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Важнейший раздел геологии, позволяющий решать обширные прикладные задачи, - учение о полезных ископаемых. Он включает в себя совокупность сведений о геологической позиции и закономерностях размещения месторождений различных полезных ископаемых, методику поисков и экономику минерального сырья, тесно соприкасается с технологий переработки руд и извлечения из них ценных компонентов.

Полезным ископаемым называют природное минеральное образование, которое используется в народном хозяйстве в естественном виде или после предварительной обработки (переработки) путем дробления, сортировки, обогащения для извлечения ценных металлов или минералов. По физическому состоянию полезные ископаемые бывают газообразными, жидкими и твердыми. К первым относятся горючие газы углеводородного состава и негорючие инертные газы, ко вторым - нефть, рассолы, вода, к третьим - большинство полезных ископаемых, которые применяются как

химические элементы или их соединения, а также в виде кристаллов, минералов, горных пород. По промышленному использованию полезные ископаемые разделяются на ***металлические, неметаллические, горючие или каустобиолиты, гидро-и газоминеральные.***

Металлические полезные ископаемые служат для извлечения из них металлов и элементов: черных (железо, титан, хром, марганец и др.); легирующих (никель, кобальт, вольфрам, молибден и др.); цветных (алюминий, свинец, цинк, сурьма, ртуть и др.); благородных (золото, серебро, платина, палладий и др.); радиоактивных (уран, радий, торий и др.); редких и рассеянных (висмут, цирконий, ниобий, тантал, галлий, германий, кадмий, индий и др.); редкоземельных (лантан, церий, иттрий, прометий, самарий, лютеций и др.).

К *неметаллическим* полезным ископаемым принадлежат строительные горные породы (естественные строительные камни, пески, глины, сырье для каменного литья, стекол и керамики и др.), индустриальное (алмаз, графит, асбест, слюды, драгоценные и поделочные камни, пьезокристаллы, оптические минералы и др.), а также химическое и агрономическое сырье (сера, флюорит, барит, галит, калийные соли, апатит, фосфориты и др.).

Горючие ископаемые включают торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит, горючие сланцы, озокерит, нефть, горючий газ. Они служат энергетическим и металлургическим топливом, а также сырьем для химической промышленности.

К ***газоминеральному*** сырью относятся негорючие инертные газы: гелий, неон, аргон, криптон и др.

Гидроминеральные полезные ископаемые разделяются на подземные воды питьевые, технические, бальнеологические или минеральные и нефтяные, содержащие ценные элементы (бром, йод, бор, радий и др.) в количестве, позволяющем извлекать их, а также рассолы (озерные рассолы, минеральные грязи, илы). Важным гидроминеральным сырьем являются воды морей и океанов, используемые для получения пресной воды и извлечения многих ценных элементов.

Рудой называется минеральное сырье, содержащее ценные полезные компоненты (металлы, их соединения, минералы) в количестве, достаточном для промышленного извлечения при современном состоянии экономики, техники и технологии. В зависимости от вида извлекаемого компонента выделяются руды металлические (железные, медные, свинцово-цинковые и т. д.) и неметаллические (серные, асбестовые, графитные, апатитовые и др.). По количеству компонентов руды различают монометалльные (мономинеральные), биметалльные (биминеральные) и полиметалльные (полиминеральные).

Месторождением **полезного ископаемого** называется его природное в виде геологических тел скопление в земной коре, которое по условиям залегания, количеству и качеству минерального сырья при данном состоянии экономики и техники может служить объектом промышленной разработки в настоящее время или в ближайшем будущем. К месторождениям полезных ископаемых промышленность предъявляет требования, определяемые технической возможностью и экономической целесообразностью их разработки.

Совокупность требований промышленности к минеральному сырью называется ***кондициями*** - они не являются постоянными и зависят от экономических условий и состояния техники и технологии добычи и переработки минерального сырья.

Площади распространения полезных ископаемых в порядке их уменьшения разделяются на провинции, области (пояса, бассейны), районы (узлы), поля, месторождения, тела.

Телом полезного ископаемого называют ограниченное со всех сторон скопление минерального вещества, которое приурочено к отдельным структурным элементам или их комбинациям.

7.2. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Являясь природными минеральными образованиями, все полезные ископаемые обладают определенным вещественным (минеральным и химическим) составом, строением или структурно-текстурными особенностями, а также некоторым комплексом физических, физико-химических и технологических свойств. Все эти характеристики в общем случае обусловливают качество полезных ископаемых, которое имеет важнейшее значение для оценки месторождений с целью их промышленного использования.

Вещественный состав металлических и неметаллических руд определяется соотношением рудных, или ценных, и сопутствующих им нерудных, или жильных, минералов. В металлических рудах рудные минералы являются носителями ценных металлов, в неметаллических - минералы сами представляют практический интерес благодаря специфическим свойствам.

По составу преобладающей части минералов выделяются следующие типы руд:

самородные - самородные металлы и интерметаллические соединения - медь, золото, платина и др.;

сернистые **и им** подобные - сульфиды, арсениды и антимониды тяжелых металлов - меди, цинка, свинца, никеля, кобальта, молибдена и др.;

оксидные - оксиды и гидроксиды железа, марганца, хрома, олова, урана, алюминия и др.;

карбонатные - карбонаты железа, марганца, магния, свинца, цинка, меди и др.;

сульфатные - сульфаты бария, стронция, кальция и др.;

фосфатные - *апатитовые и фосфоритовые неметаллические руды, а также фосфаты некоторых металлов и др.;*

силикатные - *сравнительно редкие руды железа, марганца, меди; широко распространенные неметаллические полезные ископаемые - слюды, асбест, тальк и др.;*

галоидные - *минеральные соли и флюорит и др.*

По вещественному составу, определяющему промышленную ценность и технологические свойства, полезные ископаемые разделяются на природные типы и промышленные сорта.

7.3. ГЕНЕТИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В настоящее время известно несколько десятков генетических классификаций месторождений полезных ископаемых. Наиболее известной является классификация В.И.Смирнова.

Эндогенные месторождения, к числу которых относятся скопления полезных ископаемых, прямо или косвенно связанные с магматической деятельностью, подразделяют на: собственно магматические, пегматитовые и постмагматические.

Магматическими называются месторождения, образующиеся из жидких магматических расплавов в процессе их внедрения и раскристаллизации. При подъеме магматических расплавов в верхние горизонты земной коры и остывании происходит их дифференциация, с чем связана концентрация, а иногда и полное обособление рудных компонентов. Процессы образования магматических месторождений достаточно сложны. В одних случаях месторождения образуются в результате внедрения магмы, обогащенной рудными компонентами еще на глубине, в других - рудные концентрации возникают из магм при ее подъеме, в третьих - лишь на месте становления интрузива.

Главная особенность всех магматических месторождений - их связь с материнскими интрузивами, которые рассматриваются как вещественный или

энергетический источник оруденения. Магматические месторождения разделяются на генетические подгруппы: ликвационные, раннемагматические и позднемагматические.

В группу ***экзогенных*** включаются скопления полезных ископаемых, которые образуются при экзогенных процессах в результате химической, биохимической и механической дифференциации вещества земной коры. По способу накопления осадочного материала различают месторождения выветривания и осадочные.

К ***месторождениям выветривания*** относятся остаточные и инфильтрационные месторождения. ***Остаточные*** месторождения полезных ископаемых образуются при физическом и химическом выветривании горных пород, которое сопровождается гидролизом породообразующих минералов, растворением и выносом неустойчивых компонентов.

К **осадочным месторождениям** относятся аллювиальные и прибрежно-морские россыпи, химические и биохимические осадочные месторождения.

Метаморфизованными называют месторождения любого происхождения, испытавшие метаморфические преобразования одновременно с вмещающими породами. При этом процессы метаморфизма могут выражаться в изменении и преобразовании структур и текстур, изменении характера минерального состава руд, а также в переотложении рудного вещества, изменении формы рудных тел, рассланцевании и изменении состава вмещающих пород.

Под ***метаморфическими*** месторождениями понимают такие месторождения, которые возникли в результате метаморфизма горных пород, до того не содержащих промышленных рудных скоплений и не представляющих собой полезного ископаемого. К возникающим в процессе метаморфизма собственно метаморфическим месторождениям относятся месторождения высокоглиноземистого сырья (кианит, андалузит, силлиманит), графита, гранулированного кварца, слюды, амфибол-асбеста, корунда, наждака, граната, титана и др.

8. СИСТЕМА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

Геологическое изучение недр в России производится последовательно и планомерно с тем, чтобы не только получить необходимую геологическую информацию о недрах, но и своевременно выявить промышленные и отбраковать непромышленные скопления полезных ископаемых. В общей системе геологического изучения недр можно выделить три крупных этапа. Этапы геологического изучения включают несколько последовательных стадий.

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения.

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр прогнозирование полезных ископаемых.

Этап II. Поиски и оценка месторождений.

Стадия 2. Поисковые работы.

Стадия 3.Оценочные работы.

Этап III. Разведка и освоение месторождений.

Стадия 4. Разведка месторождения.

Стадия 5. Эксплуатационная разведка.

На каждой стадии геологического изучения недр осуществляется их геолого-промышленная оценка, заключающаяся в определении действительной или возможной значимости изучаемого участка земной коры, в котором содержатся или могут содержаться скопления полезной минерализации или же предполагается горное строительство. С этой целью исследуются состав и строение горных пород и полезного ископаемого, условия залегания, степень и характер тектонической нарушенности,

гидрогеологические и инженерно-геологические характеристики месторождения, географо-экономические условия района и т. п.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Для более углубленного изучения отдельных разделов геологических дисциплин рекомендуем воспользоваться следующими методическими указаниями.

Часть 1. Минералы.

Часть 2. Магматические горные породы.

Часть 3. Метаморфические горные породы.

Часть 4. Осадочные горные породы.

Часть 5. Организация геологических экскурсий.

Часть 6. Художественная обработка камнесамоцветного сырья.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Л. И. Кралина, Ф. П. Сердюков, Г. А. Усов

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ В БУРЕНИИ

Учебно-методическое пособие
к практическим занятиям и самостоятельной работе
по профилирующим дисциплинам
для студентов специальности

21.05.02 Прикладная геология
очного, заочного обучения

Екатеринбург
2018

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено в помощь преподавателям и студентам при проведении занятий по бурению скважин, а также для подготовки курсовых и квалификационных работ по профилирующим дисциплинам. Сборник выполнен для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология. При выполнении работ используются справочные материалы, которые приведены в таблицах каждого расчета. Большинство работ рассчитано на выполнение и оформление непосредственно на занятиях. Если работа не закончена, то с разрешения преподавателя она может быть оформлена и сдана к следующему занятию.

В конце приводится список литературы, использованной при написании данного учебно-методического пособия.

Расчет №1
Расчет предельного значения кернопотерь

1. Расчет предельного значения кернопотерь

$$B_k^{\min}=F(\text{НП, И,}[m_k]).$$

При НП, И $[m_k]$ табличные значения (см. таблицу) расчет по формуле для реального (различного) B_k и по данным лабораторных анализов P, $P_{\text{к}}$, $P_{\text{сред}}$

$$B_k^{\min}=\frac{(\text{НП}-1)*\text{И}}{(\text{НП}-1)*\text{И}+m_k^{\text{доп}}}*100\ \%$$

где $B_k^{\min}$- выход керна минимальный, %;
НП- неоднородность оруденения, %;
И- избирательность кернопотерь, %;
$m_k^{\text{доп}}$ - погрешность опробования, %.

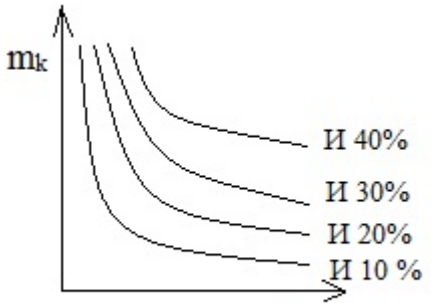
Группировка месторождений по значениям НП и И

Группы и типы руд	Примеры руд и месторождений	Характерные значения	
		НП, %	И
I. Сплошные массивные			
I.1. Мономинеральные	Сплошные мартитовые, магнетитовые, гидромагнетитовые и другие богатые железные руды криворожского типа, сплошные мономинеральные руды каменной соли, бокситы Боксонского месторождения, тальк Алгуйского месторождения и т. п.	1,2±10	40±15
I.2. Полиминеральные	Сплошные колчеданные медные и медно-цинковые месторождения ураль-ского типа, сплошные полиметаллические руды Горевского, Риддер-Сокольного и других месторождений. Апатиты Ошурковского месторождения и т. п.	4±10 2,5±10	15±10 20±10
II. Вкрапленные			
II. 1. В массивных изверженных и осадочных породах	Вкрапленные руды полиметаллических месторождений Садовое, Миргалимсай. медные руды Алмалыка, редкометал-льных месторождений Белозиминское, Африкандское и т. п.	6,5±10	7± 5
II. 2. В жилах и дайках	Руды жильных золоторудных месторождений Средней Азии, Забайкалья, Якутии, оловянных и вольфрамовых месторождений Приморья, Якутии и др.	16±5	5±4
III. Прожилково- и слоисто-вкрапленные			
III. 1. Руды штокверковых месторождений	Руды вольфрамовых, молибденовых, медно-молибденовых месторождений Забайкалья, Казахстана и Средней Азии	6,5±5	10±8
III. 2. В линейно-вытянутых зонах трещиноватости	Руды полиметаллических месторождений Алтая, Средней Азии, Прибайкалья, оловорудных месторождений Комсомольского района, ртутных месторождений Терлиг-Хая и частично Никитовки и т. п.	8,3±6	10±8
IV.Прожилковые, слоистые и переливающиеся			
IV. 1. Прожилковые	Медные руды месторождения Дальнего: никель-кобальтовые руды Тувинской АССР, асбестовое месторождение Молодежное; оловянные - Тарбальджей, Иигода, Хрустальное; золотые - Советское, Коммунар и др.	3,3±15	25±15
IV. 2. Переслаивающиеся и полосчатые	Железистые кварциты Кольского полуострова, Кривого Рога, сферосидериты Дагестана	1,7±10	30±15
V. Прожилково-гнездовые			
V. Прожилково-гнездовые	Руды ртутных месторождений Средней Азии (Хайдаркан, Акташ, Чувай), отдельных участков Никитовки и др. Мусковит Луговского, Чуйского и Согдиондонского месторождений	20±10 6,5±5	4±3 8±5

2. Изучение влияния выхода керна на погрешность опробования для различных сортов руд (для бакалаврской работы)

Слабонеоднородные руды **НП=2**

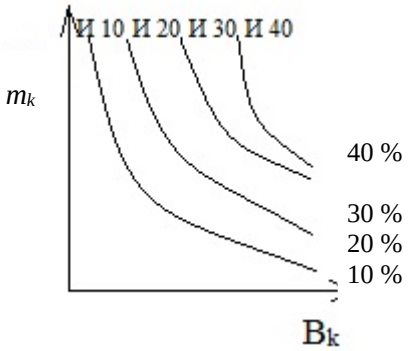
m_k\И	10 %	20 %	30 %	40 %
5 %	B_k^{1-1}	B_k^{1-2}	…	…
10 %	…	B_k		B_k^{2-4}
15 %	B_k^{3-1}			
20 %	…			B_k^{4-4}
25 %	B_k^{5-1}	…	…	B_k^{5-4}



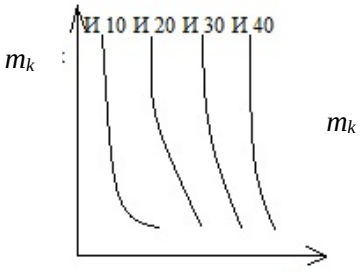
B_k

Средненеоднородные руды **НП=6**

m_k\И	10 %	20 %	30 %	40 %
5 %	B_k^{1-1}	B_k^{1-2}	…	…
10 %	…	B_k		B_k^{2-4}
15 %	B_k^{3-1}			
20 %	…			B_k^{4-4}
25 %	B_k^{5-1}	…	…	B_k^{5-4}



Сильнонеоднородные руды **НП=15**



B_k

m_k\И	10 %	20 %	30 %	40 %
5 %	B_k^{1-1}	B_k^{1-2}	…	…
10 %	…	B_k		B_k^{2-4}
15 %	B_k^{3-1}			
20 %	…			B_k^{4-4}
25 %	B_k^{5-1}	…	…	B_k^{5-4}

3. Основные аналитические задачи:

3.1. Для каких руд избирательность истирания более всего влияет на погрешность опробования?

3.2. При какой избирательности и в каких сортах руд наибольший эффект дают мероприятия по повышению выхода керна?

3.3. Постройте таблицу нормативных значений минимального выхода керна, при допустимой погрешности m_k=5 % (10 %, 15 %, 20 %, 25 %) для всех сортов руд (для всех табличных комбинаций НП и И).

Расчет №2

Определение рациональной частоты вращения бурового снаряда при твердосплавном бурении, рад/с

$$n = \frac{60*0{,}105\omega_0}{\pi*D_0} \approx \frac{2*\omega_0}{D_0};$$

$$n = \frac{60*\omega_0}{\pi*D_0} \approx \frac{20*\omega_0}{D_0}.$$

Таблица исходных данных

Обозначение	Наименование	Ед.изм	Пределы изменения		Примечание
			от	до	
ω_0	Окружная скорость движения резцов	м/с	1,0 крепкие породы (YI-YIII кат.)	3,0 мягкие породы (II-IYкат.)	Ограничивается сверхнормативным износом
D_0	Средний диаметр коронки	м	$46*10^{-3}$	$223*10^{-3}$	Стандарт
n_0	Частота вращения	Рад/с об/мин	9,3 93	65 500	Ограничение техническими условиями бурения

Расчет №3

Минимальная (критическая) частота вращения шнекового снаряда, рад/с

$$n_{\min} = \frac{30}{\pi} * \frac{\sqrt{g*(\tan a+f)}}{f'*R*(1-f*\tan a)}.$$

Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Единица измерения	Пределы измерения	
			от	до
R	Радиус вала шнека	м	$50*10^{-3}$	$89*10^{-3}$
a	Угол подъема винтовой ленты	град	10	30
f	Коэффициент трения породы о шнек	-	0,25	1,4
f'	Коэффициент трения породы о породу	-	0,2	1,5
g	Ускорение силы тяжести	м/с^2	9,8	

Основные аналитические задачи

1.1. Оцените влияние коэффициента трения породы о шнек и породы о породы на $n_{\min}$. Постройте графики зависимости $n_{\min}$ от f и f' для различных значений R и a.

1.2. Оцените влияние конструктивных параметров шнека (R и a) на $n_{\min}$ для вязких (f'=1,5; F=0,25). Постройте графики.

Расчет №4

Определение критической скорости восходящего потока и расхода очистного агента по предельным нормативным характеристикам (для воды малоглинистых растворов)

1. Критическая скорость восходящего потока очистного агента, м/с:

$$U_{kp} = K_{\text{ф}}\sqrt{\frac{d_u(\gamma_{\text{п}}-\gamma_{\text{р}})}{\gamma_{\text{р}}}}.$$

2. Рациональная скорость восходящего потока, м/с:

$$U_{\text{р}} = U_{\text{кр}} + U\ .$$

3. Расход промывочной жидкости, обеспечивающий рациональную скорость движения восходящего потока, м^3/с:

$$Q_{\text{кр}} = U_{\text{р}} * \frac{\pi(D^2_{\text{скв}}-d^2_{\text{бур.тр.}})}{4}\ .$$

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменения	
			от	до
$K_{\text{ф}}$	Коэффициент формы частиц шлама	-	2,5 (плоские)	5,11 (ид. шар)
d_u	Диаметр (средний размер) частиц	м	0,1*10^3	1,5*10^3
$\gamma_{\text{п}}$	Удельный вес горной породы, руды	т/м^3	2,0	5,5
$\gamma_{\text{р}}$	Удельный вес раствора	т/м^3	1	1,15
U	Желательная скорость движения шлама вверх	м/с	0,1	0,3
$d_{\text{бур.тр.}}$	Диаметр бурильной колонны, номинальный (без учета износа)	м	32*10^{-3}	73*10^{-3}
$d'_{\text{бур.тр.}}$	Диаметр бурильной колонны, с учетом износа	м	30*10^{-3}	70*10^{-3}
$D_{\text{скв}}$	Диаметр скважины, номинальный	м	46*10^{-3}	225*10^{-3}
$D'_{\text{скв}}$	Диаметр скважины, с учетом разработки ствола	м	47*10^{-3} 230*10^{-3}	50*10^{-3} 250*10^{-3}
$D''_{\text{скв}}$	Диаметр скважины, с учетом каверн	м	По геолого-геофизическим и гидрогеологическим данным $D_{\text{скв}}$ 500*10^{-3}	
Q	Расход очистного агента	м^3/с л/мин	0,0002 10,0	0,003 160

Расчет №5

Критический расход глинистого раствора с учетом реологии раствора

$$Q_{\text{кр}} = 0{,}392 * \text{ŋ} * \frac{D+d}{\gamma}\left[1 + \sqrt{1 + \frac{2*10^{-3}*\gamma*t_0*(D-d)^2}{3*\text{ŋ}}}\right]$$

Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы измерения		Примечания
			от	до	
D	Диаметр долота	мм	46	225	
d	Диаметр колонны	мм	32	73	
ŋ	Пластическая вязкость	Пуаз (Па*с)	0,05	0,4	В зависимости от содержания глины в качестве раствора
γ	Уд. вес раствора	г/см^3	1,01	1,2	
t_0	Динамическое напряжение сдвига	Дин/ см^2	50	600	
Q	Расход глинистого раствора Критическая скорость восходящего потока	л/с м/с	0,1	5,0	В зависимости от диаметра скважины

Расчет №6

Расчет осевой нагрузки при твердосплавном бурении, кН

$$P = \frac{b^2 * m}{\text{ŋ}\sqrt{\frac{2\omega * \mu_К * D_Н * n * K * \tan a}{b * P_Ш}}}.$$

Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменения	
			от	до
b	Ширина резца	м	$3*10^3$	$30*10^3$
K	Количество резцов на ширине кольца	шт	2 (М-1)	4 (СТ-2)
m	Количество основных резцов	шт	8 (М-1)	30 (СА-3)
$\boldsymbol{\mu_к}$	Коэффициент резцов о породу	-	0,2	1,0
$\boldsymbol{\omega}$	Удельный износ резца	$м^3/Н*м$	2	60
$D_н$	Наружный диаметр коронки	М	$46*10^3$	$225*10^3$
n	Частота вращения снаряда	рад/с	60	360
a	Угол приострения резца	град	45	90
ŋ	Коэффициент угла приострения	-	0,97	0,9
$P_ш$	Твердость породы по штампу	Па	$1*10^6$	$70*10^3$

Расчет №7

Определение механической скорости (интенсивности) углубки скважины при твердосплавном бурении, м/ч

$$V_м = V_0 * e^{-\gamma t} = V_0 * (\frac{1}{e})^{\gamma t}.$$

Если $V_0 = 60 * n * h_0 * K * m$,

то $V_м = 60 * n * h_0 * K * m * e^{-\gamma t}$.

Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменения	
			от	до
n	Частота вращения снаряда	об/мин	40	600
h_0	Торцовый вылет основных резцов	М	$0,1*10^{-3}$	$5*10^{-3}$
m	Количество резцов	шт	4	20
K	Коэффициент включения резцов	-	0,3	0,5
e	Основание натуральных логарифмов	1/град	2,71	2,71
γ	Декремент затухания	-	0,1	1
t	Текущее время (длительность рейса)	Ч	0,5	6
$V_м$	Интенсивность углубки (механическая скорость)	м/ч	0,15	25
V_0	Начальная механическая скорость	м/ч		

Здесь $V_м$ - величина приращения глубины скважины в единицу времени на данный момент (интенсивности углубки). Выражается показательной функцией постепенного замедления от максимального начального значения V_0 в соответствии с γ.

V_0 и γ зависят от технологических условий: прочности пород, абразивности, характеристик инструмента, параметров бурения {$P_ш$, $K_{абр}$, $X_и$, $P_б$}.

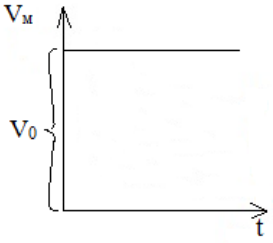
Чем легче условия бурения и лучше инструмент, тем больше V_0 (↑) и меньше γ (↓) - долго не замедляется бурение.

Чем интенсивнее режим бурения (максимальные параметры), тем больше V_0 (↑) и γ (↑) - вначале углубка идет быстро, но очень быстро замедляется - на малой глубине приемлемо.

Чем слабее режим бурения, тем меньше V_0 , но и тем медленнее затухание $V_м$ (см. рисунок).

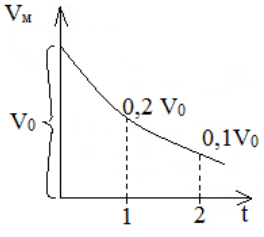
γ =0; $V_м$=V_0

Незатупл. инструмент



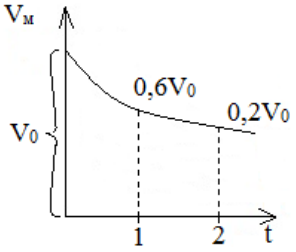
γ =1; $V_м$=V_0*$\left(\frac{1}{2,7}\right)^t$

Интенсивное затупление



γ =0,5; $V_м$=V_0*$\left(\frac{1}{2,7}\right)^t$

Интенсивное затупление



Графики изменения механической скорости
от декремента затухания

Расчет №8

Определение механической скорости бурения на основе физико-механических свойств пород при алмазном бурении, м/ч

$$V_{\text{м}} = L * F_{\text{д}}^{-a} * K_{\text{абр}}^{-a} .$$

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменения	
			однослойные алмазные коронки	импрегнированные алмазные коронки
$F_{\text{д}}$	Коэффициент динамической прочности	-	10-15	15-30
$K_{\text{абр}}$	Коэффициент абразивности пород	-	1,1-2,0	2,1-2,6
L	Коэффициент конструктивности коронки	-	5,9	0,14
$-a$	Коэффициент влияния прочности пород	-	0,36	0,2
-β	Коэффициент влияния абразивности пород	-	0,5	0,2
$V_{\text{м}}$	Механическая скорость бурения	м/ч	1,8-1,9	0,15-0,12

Расчет №9

Расчет шпинделя бурового станка

Шпиндель испытывает осевую нагрузку от механизма подачи и крутящий момент.

1. Напряжение от осевой нагрузки, Н/м^2:

$$\sigma = \frac{4Q}{\pi*(D^2-d^2)}.$$

2. Крутящий момент на шпинделе, Н·м:

$$M = 9750\frac{N^{max}}{n}.$$

$$N_{\max} = N_g * \eta * \lambda \text{ , кВт}$$

3. Касательные напряжения от крутящего момента, снимаемого со шпинделя, Н/м^2:

$$\tau = \frac{M}{2W};$$

$$W = \frac{\pi}{16} * \frac{D^4-d^4}{D} \text{, м}^3.$$

4. Полное приведенное напряжение в теле шпинделя, Н/м^2:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma^2 - \tau^2}.$$

Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
Q	Усилие подачи станка	Н	40000	50000
D	Наружный диаметр шпинделя	м	$51*10^{-3}$	$61*10^{-3}$
d	Внутренний диаметр шпинделя	м	$43*10^{-3}$	$53*10^{-3}$
$N_{\max}$	Мощность, передаваемая на шпиндель	кВт	-	-
n	Число оборотов шпинделя	-	80	1500
N_g	Номинальная мощность шпинделя	-	0,8	
η	КПД передачи от вала двигателя до шпинделя	-		
λ	Коэффициент возможной перегрузки: - электродвигатель -двигатель внутреннего сгорания	 - -	 1,5 1,1	 2,0 1,15

Расчет №10

Расчет механического зажимного патрона

Расчет патрона приведен для двух плашек, управляемых двумя болтами.

1. Допустимое осевое усилие по болту из условий его прочности на сжатие, Н:

$$P = F[\sigma_{сж}] .$$

2. Допустимое осевое давление, развиваемое болтом, Н:

$$P' = \frac{\pi*(d^2-d_t^2)*I*P}{4t} .$$

3. Сила трения, при закреплении ведущей трубы в двух патронах, Н:

$$T = 4P' * f.$$

4. Окружное усилие, передаваемое патроном, Н:

$$P_0 = \sqrt{T_0^2 - Q^2}$$

5. Передаваемая мощность патронами, кВт:

$$N = \frac{P_v*V}{75} .$$

Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
F	Площадь поперечного сечения	м^2	0,04	0,06
$[\sigma_{сж}]$	Допустимое напряжение сжатия	Н/м^2	1000*10^5	1400*10^5
d	Наружный диаметр резьбы болта	м	0,03	0,5
d_1	Внутренний диаметр резьбы болта	м	0,025	0,4
I	Длина резьбы болта	м	0,03	0,5
P	Наибольшее удельное давление болта	Н/м^2	65*10^5	75*10^5
t	Шаг резьбы болта	м	0,003	0,004
f	Коэффициент трения между плашками и бурильной трубой	-	0,35	0,4
Q	Осевое усилие	Н	40000	120000
V	Окружная скорость	м/с	0,2	0,85

Расчет №11

Расчет фрикционной лебедки

1. Скорость вращения подъемного вала лебедки, мин$^{-1}$:

$$n_2 = n_1 \frac{d_1}{d_2} \varphi.$$

2. Скорость навивки каната на барабан, м/с:

$$V = \frac{(D+d)n_2}{60}.$$

3. Окружная скорость на ободе большого фрикционного колеса, м/с:

$$V_1 = \frac{\pi * d_2 * n_2}{60}.$$

4. Окружное усилие на ободе барабана, Н:

$$P = \frac{75 * N * \eta}{V}.$$

5. Окружное усилие на ободе фрикционного колеса, Н:

$$P_\phi = \frac{75 * N * \eta}{V_1}.$$

6. Необходимое усилие нажатия фрикционных колес друг на друга, Н:

$$Q = \frac{k * P_\phi * \sin\alpha}{f}$$

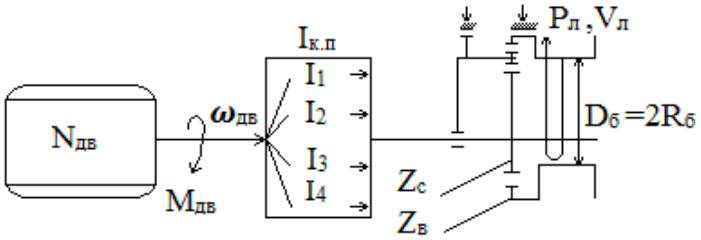
Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
n_1	Число оборотов приводного вала станка	мин$^{-1}$	80	
d_1	Диаметр малого фрикционного колеса	м	0,15	
d_2	Диаметр большого фрикционного колеса	м	0,8	
φ	Коэффициент скольжения при фрикционной передаче	-	0,98	
D	Диаметр барабана	м	0,22	
d	Диаметр каната	м	0,12	
N	Мощность электродвигателя станка	кВт	11	
η	КПД передачи от двигателя до барабана	-	0,8	
k	Коэффициент запаса	-	1,5	
α	Угол наклона боковых поверхностей клиньев	град	12	15
f	Коэффициент трения чугуна по стали	-	0,2	

Расчет №12

Анализ взаимосвязи мощности привода, конструктивных параметров и эксплуатационных характеристик планетарной лебедки бурового станка

1. Принципиальная расчетная схема



2. Основные расчетные формулы:

$$N_{\text{дв}} = 713 * M_{\text{дв}} * \omega_{\text{дв}}(\text{л.с.}) = 973 * M_{\text{дв}} * \omega_{\text{дв}}, \text{кВт}$$

$$M_{\text{Б}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\omega_{\text{дв}}} * i_{\text{к.п.}} * \frac{Z_{\text{с}}}{Z_{\text{В}}}, \text{Н*м};$$

$$\text{Р}_{\text{л}} = \frac{M_{\text{Б}}}{R_{\text{Б}}}, \text{Н};$$

$$\omega_{\text{Б}} = \frac{N_{\text{ДВ}}}{M_{\text{Б}}} * \frac{i}{i_{\text{К.П.}}} * \frac{Z_{\text{В}}}{Z_{\text{С}}}, \text{об/мин};$$

$$V_{\text{Л}} = \omega_{\text{Б}} * 2\pi * R_{\text{Б}}, \text{м/мин}.$$

Таблица основных исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменения	
			от	до
$N_{\text{дв}}$	Мощность двигателя	кВт л.с.	10 15	150 220
$\omega_{\text{дв}}$	Число оборотов двигателя	об/мин	1200	5000
$I_{\text{к.п.}}$	Передаточное число коробки перемены передач	-	1 (прямая передача)	10 (высшая передача)
$D_{\text{б}}$	Диаметр барабана лебедки	м	0,2	0,7
$Z_{\text{с}}$	Число зубьев солнечной шестерни лебедки	шт	50	150
$Z_{\text{в}}$	Число зубьев венца лебедки	шт	250	1500

3. Основные эксплуатационные характеристики лебедки

$P_{\text{л}}$ – рабочее усилие (грузоподъемность на прямом канате, кГс, Тс, кН, даН) на конкретной передаче ($P_{\text{л}1}$, $P_{\text{л}2}$, $P_{\text{л}3}$, …);
$V_{\text{л}}$ – скорость подъема груза (на прямом канате, м/мин) на конкретной передаче ($V_{\text{л}1}$, $V_{\text{л}2}$, $V_{\text{л}3}$, …).

4. Основное задание

4.1. Рассчитать и построить графики зависимости эксплуатационных характеристик лебедки ($V_{\text{л}}$, $P_{\text{л}}$) от конкретных параметров бурового станка: $Z_{\text{с}}$ и $Z_{\text{в}}$, $D_{\text{б}}$, i_{i}.

4.2. Рассчитать и построить графики зависимости мощности и механической характеристики ($\omega_{\text{дв}}$=F($N_{\text{дв}}$)) двигателя.

Расчет №13

Расчет талевой системы

1. Натяжение на струне талевой системы, Н:

$$P_m = \frac{P_л}{\beta^m}.$$

2. Натяжение каната наматываемого на барабан лебедки, Н:

$$P_л = Q * \frac{\beta^m(\beta-1)}{\beta^m-1}.$$

3. Натяжение закрепленного конца каната, Н:

$$P_m = Q * \frac{\beta-1}{\beta(\beta^m-1)}.$$

4. КПД талевой системы, Н:

$$\eta = \frac{1}{m} * \frac{(\beta^m-1)}{\beta^m*(\beta-1)}.$$

Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
β	Коэффициент сопротивления узла одного ролика	-	1,03	1,04
m	Число струн талевой системы	шт	1	6
Q	Нагрузка на крюке	Н	15000	55000

Расчет №14

Расчет колонны бурильных труб на прочность

Сечение I-I

1. Напряжение растяжения, Н/м^2:

$$\sigma_{\text{р}} = \frac{Q_{\text{кр}}}{F}.$$

2. Напряжение кручения, Н/м^2:

$$\tau = \frac{M_{\text{б}}}{W_{\text{р}}}.$$

3. Крутящий момент при бурении, Н*м:

$$M_{\text{б}} = \frac{N_{\text{б}}}{\omega}.$$

4. Мощность, затрачиваемая на бурение, кВт:

$$N_{\text{б}} = N_{\text{тр}} + N.$$

5. Первый момент сопротивления, м^3:

$$W_{\text{р}} = 0{,}1 * \frac{d_{\text{н}}^4 - d_{\text{в}}^4}{d_{\text{н}}}.$$

6. Суммарное напряжение в сечение I-I:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{\sigma_{\text{р}}^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma_g].$$

Сечение II-II

7. Напряжение сжатия, Н/м^2:

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{P_{\text{ос}}}{F}.$$

8. Напряжение изгиба, Н/м^2:

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{\pi^2 * E * D * f}{2 * 1^2}.$$

9. Напряжения кручения, Н/м^2:

$$\tau = \frac{M_{\text{б}}}{W_{\text{р}}}.$$

10. Мощность, затрачиваемая на бурение, кВт:

$$N_{\text{б}} = 1{,}5 * N_{\text{з}}.$$

11. Суммарное напряжение в сечение II-II, Н/м^2:

$$\sigma_{\Sigma} = \sqrt{(\sigma_{\text{сж}} + \sigma_{\text{из}})^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma_g].$$

12. Запас статической прочности колонны:

$$n = \frac{\sigma_{\text{г}}}{\sigma_{\Sigma}} \geq 1{,}7.$$

13. Запас прочности по нормальным напряжениям:

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{из} * k_g}.$$

14. Запас прочности по касательным напряжениям:

$$n_\tau = \frac{\tau_г}{\tau}.$$

15. Суммарный запас прочности:

$$n_\Sigma = \frac{n_\sigma * n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 * n_\tau^2}}.$$

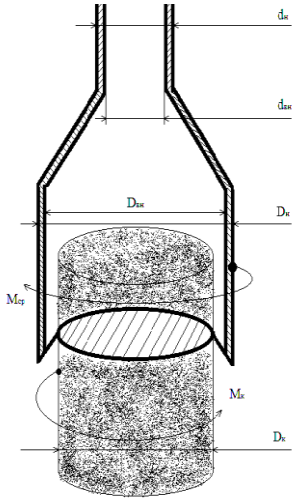
Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
$Q_{кр}$	Нагрузка на крюке	Н	0	55000
F	Площадь опасного сечения	м^2	2,16*10^{-4}	7,06*10^{-4}
$M_б$	Крутящий момент при бурении	Н*м	70	6500
$W_р$	Полярный момент сопротивления	м^3	5,4*10^{-6}	10,6*10^{-6}
$N_б$	Мощность, затрачиваемая на бурение	кВт	1,5	70
$d_н$	Наружный диаметр бурильных труб	м	42	54
$d_в$	Внутренний диаметр бурильных труб	м	22	40
$P_{ос}$	Осевая нагрузка на забой	Н	0	120000
E	Модуль упругости	Н/м^2	0,7*10^{11}	2,1*10^{11}
D	Диаметр скважины	м	0,037	0,133
f	Стрела прогиба	м	0,01	0,025
I	Длина полуволны	м	5	30
$\boldsymbol{\omega}$	Угловая скорость вращения снаряда	с$^{-1}$	8,3	156
$N_{гр}$	Затраты мощности на вращение колонны бурильных труб	кВт	12	40
$N_з$	Затраты мощности на разрушение забоя	кВт	1,2	2,5
$[\sigma_g]$	Предел прочности материала, из которого изготовлены бурильные трубы	Н/м^2	230*10^5	683*10^5

Расчет №15

Сопоставление конструктивных характеристик бурового снаряда и параметров керна при срыве вращением

1. Принципиальная схема и таблица исходных расчетных данных



Пара-метр	Наименова-ние	Ед. изм.	Пределы изменения	
			от	до
$d_н$	Наружный диаметр бурильных труб	м	$32*10^{-3}$	$73*10^{-3}$
$d_{вн}$	Внутренний диаметр бурильных труб	м	$22*10^{-3}$	$59*10^{-3}$
$D_н$	Наружный диаметр колонковой трубы	м	$34*10^{-3}$	$219*10^{-3}$
$D_{вн}$	Внутренний диаметр колонковой трубы	м	$27*10^{-3}$	$203*10^{-3}$
$D_к$	Диаметр керна	м	$23*10^{-3}$	$199*10^{-3}$
$[\tau_{тр}]$	Прочность материала труб при кручении	МПа	162	284
$[\tau_к]$	Прочность горных пород при кручении	МПа	1,5	56,0

2. Основные аналитические зависимости.

Момент срыва керна $M_{ср}$ равен моменту реакции керна $M_к$, Н*м :

$$M_{ср} = [\tau_{тр}] * W_{тр} = [\tau_к] * W_к = M_к$$

где $W_{тр}$- момент сопротивления поперечного сечения труб, м^3:

а) бурильных труб:

$$W_{тр}^{б.тр} = \frac{\pi}{16} * \frac{d_н^4 - d_{вн}^4}{d};$$

б) колонковых труб:

$$W_{тр}^{к} = \frac{\pi}{16} * \frac{D_{н.к.т.}^4 - D_{вн.к.т}^4}{D_{н.к.т}};$$

$W_к$- момент сопротивления поперечного сечения керна, м^3:

$$W_к = \frac{\pi * D_к^4}{32}.$$

3. Основные аналитические задачи

3.1. Задайте некоторое значение прочности горной породы и материала труб. Постройте графики зависимости минимальных значений наружного диаметра бурильных труб (при постоянной толщине стенок) от диаметра керна.

3.2. При тех же условиях постройте график зависимости диаметра колонковой трубы от диаметра срываемого керна.

3.3. Задайте некоторый постоянный диаметр керна и материала труб. Постройте графики зависимости минимального диаметра бурильных труб от прочности горной породы.

3.4. При тех же условиях постройте график зависимости диаметра колонковой трубы от прочности горной породы.

3.5. Задайте диаметры труб и керна, постройте график зависимости необходимой прочности труб от диаметра срываемого керна.

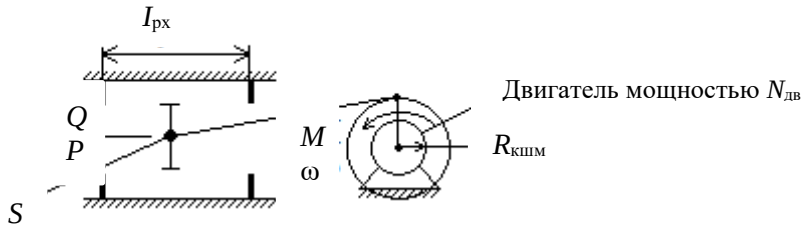
3.6. Задайте диаметры труб, прочность горной породы и постройте график зависимости необходимой прочности труб от диаметра срываемого керна.

3.7. Повторите расчеты 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 при измененных начальных условиях.

Расчет №16

Анализ взаимосвязи мощности привода, конструктивных параметров и эксплуатационных характеристик бурового промывочного насоса

1. Принципиальная расчетная схема



2. Основные расчетные формулы

$$N_{дв} = K_i * M * \beta ,$$

где М – крутящий момент, кГс*м;
ω- частота вращения, об/мин;
$N_{дв}$- мощность двигателя (при K_1=973 кВт, а при K_2=713 л. с.).

$$Q = S * I_{рх} * \omega;$$

$$P = \frac{M}{R_{кшм}} * \frac{1}{S};$$

$$I_{рх} = 2 * R_{кшм} ,$$

где Q – расход промывочной жидкости, м^3/мин;
S – площадь поршня, м^2;
$I_{рх}$ – ход поршня, м;
P – рабочее давление в напорной магистрали, кГс/м^2
$R_{кшм}$ – радиус кривошипа, м.

3. Расчетно-аналитические задачи

3.1. При постоянной мощности асинхронного двигателя:
- Как влияет площадь поршня S на эксплуатационные характеристики насоса (построить графики $P=f_1(S)$ и $Q=f_2(S)$ для N=10, … 50 кВт).
- Как влияет радиус кривошипа и величина рабочего хода поршня на эксплуатационные характеристики насоса.

3.2. С изменяемой мощностью:
- До какой глубины возможно применение насоса с приводом 10, 20, …50 кВт, если гидросопротивления на каждые 100 м скважины при алмазном бурении (Q=300 л/мин) составляют 10 атмосфер, при твердосплавном бурении (Q=60 л/мин) 7 атмосфер, при шарошечном бурении (Q=100 л/мин) 15 атмосфер.

Расчет №17

Расчет эрлифта для откачки воды из скважины

Условия откачки:

- Проектный дебит откачки Q, м^3/ч.
- Глубина статического уровня в скважине h_0, м.
- Проектное понижение уровня воды при откачке $h_п$, м.
- Мощность водоносного горизонта m, м.
- Глубина залегания водоносного горизонта L, м.
- Конструкция эрлифта с расположением эрлифтных труб по схеме «рядом».

Расчетная схема представлена на рисунке.

1. Расчет глубины погружения смесителя

1.1 Определяется проектный динамический уровень воды в скважине, при откачке воды относительно излива:

$$h_g = h_0 + h_п + h_и ,$$

где h_g – проектный динамический уровень, м;

h_0– статический уровень, м;

$h_п$– проектное понижение уровня, при откачке ($h_п \leq 0{,}4\ m$), м;

m – мощность водоносного горизонта, м;

$h_и$ – высота расположения излива относительно устья скважины (0,5 м), м.

1.2. Определяется глубина погружения смесителя относительно уровня излива, при проектном динамическом уровне воды в скважине:

$$H = K + h_g ,$$

где H- погружение смесителя относительно уровня излива, м;

h_g- динамический уровень относительно излива, м;

K- коэффициент погружения смесителя.

Абсолютная величина коэффициента погружения смесителя K в зависимости от динамического уровня определяется опытным путем и поэтому принимается при расчетах согласно табл.1.

Таблица 1

Зависимость коэффициента погружения смесителя эрлифта от динамического уровня

h_g	70-40	60-20	30-10
K	1,4-1,6	1,7-2	2,5-3

2. Расчет расхода и давления воздуха, нагнетаемого в эрлифтную систему

2.1. Определяется удельный расход воздуха для откачки из скважины 1 м^3 воды:

$$W_0 = \frac{h_g}{C_0 * \log_{10} \frac{h_g * (K-1) + 10}{10}} ,$$

где W_0 – удельный расход воздуха, приводимый к 1 атм или 0,1 МПа, м^3/мин;

h_g– динамический уровень воды в скважине, м;

K – принятый коэффициент погружения смесителя;

C_0 – опытный коэффициент, зависящий от коэффициента погружения смесителя, принимается согласно табл. 2.

Таблица 2

Зависимость коэффициента C_0 от K

K	4	3,35	2,85	2,5	2,2	2	1,8	1,7	1,55
C_0	14,3	13,9	13,6	13,1	12,4	11,5	10	9	8

При расчете удельного расхода воздуха для откачки из скважины жидкостей, имеющих удельный вес больше единицы ($\gamma_ж > 1$), г/см^3, необходимо W_0 умножить на $\gamma_ж$.

2.2. Определяется полный расход воздуха для откачки воды из скважины с проектной производительностью Q, м^3/ч:

$$\sum W_0 = \frac{Q * W_0}{60},$$

где $\sum W_0$ – суммарный полный расход воздуха, приведенный к 1 атм или 0,1 МПа, м^3/мин;
Q – проектный дебит откачки, м^3/мин
W_0 – удельный расход воздух, приведенный к 1 атм или 0,1 МПа, м^3/мин.

3. Расчет необходимого давления и производительности для выбора компрессора

3.1. Определение необходимого давления сжатого воздуха, при спуске компрессора:

$$P_п = 0{,}01 * \left(K * (h_g - h_0\right) + P_1),$$

где $P_п$ – пусковое давление компрессора, МПа;
K – принятый коэффициент погружения смесителя;
h_g – динамический уровень воды в скважине, м;
h_0 – статический уровень воды в скважине, м;
P_0 – потери напора в воздухопроводах, при спуске компрессора: $P_1 = 1$ м. вод. ст.

3.2. Определение рабочего давления компрессора в процессе откачки воды из скважины:

$$P_р = 0{,}01 * (h_g * (K - 1) + P_2,$$

где $P_р$ – рабочее давление компрессора, МПа;
h_g – динамический уровень воды в скважине, м;
K – принятый коэффициент погружения смесителя;
$P_р$ – потери напора в воздухопроводах, при процессе откачки.

3.3.Определение рабочего расхода сжатого воздуха в процессе откачки воды из скважины с проектной производительностью Q, м^3/ч:

$$W_р = \sum W_0 * \frac{P_0}{P_p},$$

где $W_р$ – рабочий расход промывочной жидкости, м^3/мин;
$\sum W_0$ – полный расход воздуха, приведенный к 1 атм или 0,1 МПа, м^3/мин;
P_0 – атмосферное давление воздуха, P_0=0,1 МПа;

$P_р$ – рабочее давление сжатого воздуха, МПа.

3.4. Выбор компрессора для оборудования эрлифта.

Для откачки воды из скважины м проектной производительностью Q давление компрессора $P_к$ и производительностью компрессора $q_к$ выбирается согласно следующим условиям:

$$Р_к \geq Р_п; \quad P_к \geq Р_р; \quad q_к \geq W_р.$$

4. Расчет внутренних диаметров эрлифтных колон

4.1. Выбор скоростей движения потоков воздуха и аэрированной воды в эрлифтных колоннах труб.

Для устойчивой и эффективной работы эрлифта необходимо обеспечить следующие скорости движения потоков воздуха и аэрировонной воды в эрлифтных колоннах труб:

$V_в$ – скорость потока в воздухопроводной колонне труб:

$$V_в=10 \text{ м/с};$$

$V_с$ – скорость потока аэрированной воды в водоподъемной колонне труб над смесителем

$$V_с=(2\text{-}4) \text{ м/с};$$

$V_н$ – скорость потока аэрированной воды в водоподъемной колонне труб, перед изливом

$$V_н=(6\text{-}12) \text{ м/с}.$$

$V_с$ и $V_н$ зависят от h_g (чем больше h_g, тем больше $V_с$ и $V_н$).

4.2. Расчет площади сечения потока воздуха в воздухопроводной колонне:

$$\omega_в = \frac{W_р}{60 * V_в},$$

где $\omega_в$ – площадь сечения потока воздуха в воздухопроводной колонне, м^2;

$W_р$ – рабочий расход сжатого воздуха, м^3/мин;

$V_р$ – скорость потока воздуха в воздухопроводной колонне, м/с.

4.3. Расчет площади потока аэрированной воды в водоподъемной колонне

4.3.1. Определение расхода воды над смесителем:

$$q_c = \frac{Q}{360} + \frac{W_p}{60},$$

где $q_с$– расход аэрированной воды над смесителем, м^3/с;

Q – проектный дебит откачки, м^3/ч;

$W_р$ – рабочий расход сжатого воздуха, м^3/мин.

4.3.2. Расчет площади сечения потока аэрированной воды над смесителем:

$$\omega_с = \frac{q_с}{V_с},$$

где $\omega_с$ – площадь сечения потока над смесителем, м^2;

$q_с$ – расход потока над смесителем, м^3/ч;

$V_с$ – скорость потока над смесителем, м/с.

4.3.3. Определение расхода аэрированной воды перед изливом:

$$q_н = \frac{Q}{3600} + \frac{\sum W_0}{60},$$

где $q_н$ – расход аэрированной воды перед изливом, м^3/ч;

Q – проектный дебит откачки, м^3/ч;

$\sum W_0$– суммарный полный расход воздуха, приведенный к 1 атм или 0,1 МПа, м^3/мин.

4.3.4. Расчет площади сечения аэрированного воды перед изливом:

$$\omega_{н} = \frac{q_{н}}{V_{н}},$$

где $\omega_{н}$ – площадь потока перед изливом, м^3;

$q_{н}$ – расход потока перед изливом, м^3/ч;

$V_{н}$ – скорость потока перед изливом, м/с.

4.4. Расчет внутренних диаметров внутренних эрлифтных колонн

Внутренние диаметры эрлифтных колонн определяются на основании площадей сечений потоков воздуха в воздухопроводной колонне и аэрированной воды в водоподъемной колонне по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4\omega_{н}}{\pi}},$$

где d- внутренний диаметр трубы, м;

$\omega_{н}$- площадь сечения потока в трубе, м^2.

Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы изменений	
			от	до
L	Глубина залегания водоносного горизонта	м	50	150
h_0	Статический уровень воды	м	8	26
$h_{н}$	Понижение уровня воды	м	1	5
Q	Дебит	м^3/ч	10	130
m	Мощность водоносного горизонта	м	2	14

Расчет №18

Цементирование скважин

Основная цель цементирования – получение прочного водогазонефте непроницаемого, концентрично расположенного в затрубном пространстве кольца цементного камня, который по всей высоте обеспечивал бы разобщение и надежную изоляцию вскрытых скважиной продуктивных горизонтов и зон осложнений.

Способ цементирования выбирается в зависимости от температуры в ее стволе, опасности поглощения при заданной высоте подъема цементного раствора и возникновения затрубных проявлений в период ОЗЦ для каждой конкретной скважины.

Расчет цементирования сводится к определению:

- потребного количества сухого цемента, воды, промывочной жидкости;
- конечного давления при цементировании и выбора типа и потребного количества цементировочных агрегатов и цементно-смесительных машин;
- продолжительности цементирования.

1. Определение потребного количества сухого цемента, воды, продавочной жидкости при цементировании обсадной колонны

1.1. Определение потребного количества цементного раствора, м^3:

$$V_{\text{п.р.}} = \frac{\pi}{4}\left[(k^2 \cdot D^2 - d^2) \cdot h_{\text{ц}} + h_0 \cdot d_{\text{в}}^2\right],$$

где k – коэффициент увеличения ствола скважины (k = 1,1÷1,25).

1.2. Определение удельного веса цементного раствора, г/с^3:

$$\gamma_{\text{ц.р}} = \frac{\gamma_{\text{ц}} \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot (1+m)}{m \cdot \gamma_{\text{ц}} + \gamma_{\text{в}}},$$

где $\gamma_{\text{ц}}$, $\gamma_{\text{в}}$ - соответственно удельный вес сухого цемента и воды ($\gamma_{\text{ц}}$ = 3,15 г/см^3, $\gamma_{\text{в}}$ =1,0 г/см^3);

m – цементное отношение.

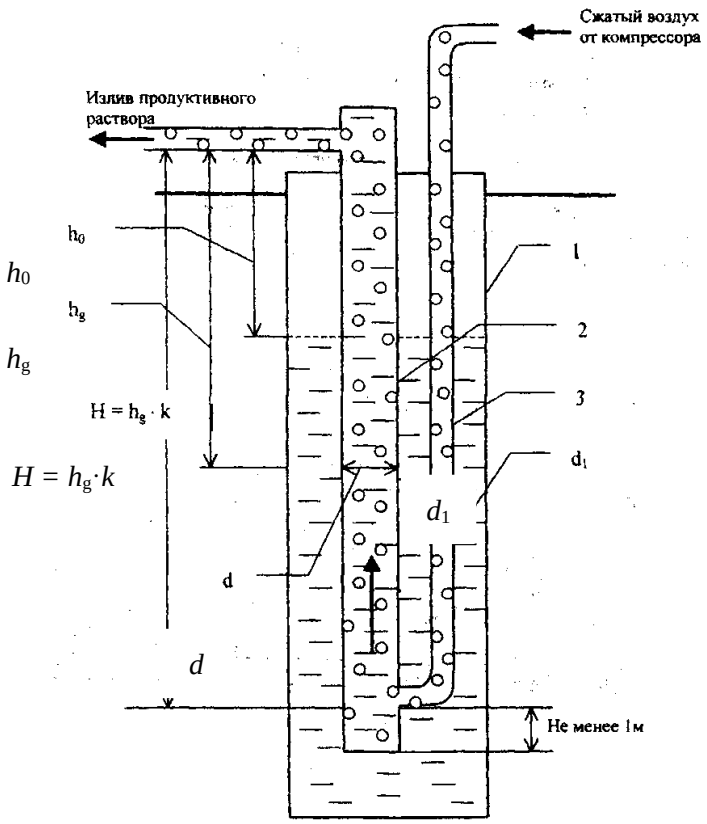


Схема эрлифта с расположением труб «рядом»:

1 – обсадные трубы; 2 – водоподъемные трубы; 3 – воздухопроводные трубы

1.3. Определение потребного количества сухого цемента, т:

$$Q_{\text{ц}} = e \cdot \frac{1}{1+m} \cdot \gamma_{\text{ц.р}} \cdot V_{\text{ц.р}} ,$$

где e – коэффициент, учитывающий потери сухого цемента при транспортировке и затворении (e = 1,03÷1,05).

1.4. Определение потребного количества воды для затворения цемента, м^3:

$$V_{\text{в}} = m \cdot Q_{\text{ц}} .$$

1.5. Определение объема продавочной жидкости, м^3:

$$V_{\text{пр}} = \Delta \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2_{\text{вн.ср}} \cdot (L - h_0) ,$$

где Δ - коэффициент, учитывающий сжатие жидкости (Δ = 1,03 ÷ 1,05).

Таблица исходных данных

Пара-метр	Наименование	Ед. изм.	Пределы измерений		Примечание
			от	до	
D	Диаметр долота	м	161	445	D (161, 172, 190, 214, 243, 269, 295, 320, 346, 370, 394, 445)
d	Диаметр обсадных труб	м	114	340	d (114, 127, 146, 168, 178, 194, 219, 245, 273, 299, 324, 340, 508)
δ	Толщина стенки обсадных труб	мм	6,5	12	
$d_{\text{вн.ср}}$	Средний внутренний диаметр обсадных труб	м	$(d-\delta)$		
$h_{\text{ц}}$	Высота подъема цементного раствора за колонной	м	50	4000	
h_0	Высота цементного стакана в колонне	м	20	20	
L	Глубина спуска обсадных труб	м	50	4000	

2. Определение конечного давления при цементировании

2.1 Определение давления в цементировочной головке в конце цементирования, атм:

$$P_{\max} = P_{\text{гидр}} + 0{,}1 \cdot \left[\left(L - h_{\text{ц}}\right)\gamma_{\text{г.р}} + \left(h_{\text{ц}} - h_0\right)\gamma_{\text{г.р}} - \left(L - h_0\right)\gamma_{\text{пр.ж}}\right] + (15 \div 20),$$

где $P_{\text{гидр}}$ – гидравлические сопротивления, атм.:

$$P_{\text{гидр}} = 0{,}01L + 8, (V_{\text{восх}} \leq 1 \text{ м/с и 1 агрегатом}),$$

$$P_{\text{гидр}} = 0{,}02L + 16, (V_{\text{восх}} > (1 \div 2)\text{м/с});$$

L – длина эксплуатационной колонны, м;

$h_{\text{ц}}$ - высота цементирования, м;

h_0 - высота цементного стакана, м;

$\gamma_{\text{г.р}}$ - плотность глинистого раствора, г/см^3;

$\gamma_{\text{п}}$ – плотность продавочной жидкости, г/см^3.

$(15 \div 20)$ - скачок давления на манометре в момент посадки продавочной пробки на упорное кольцо, атм.

Выбор ЦА $P_{\text{агр}} \geq P_{\max}$(выписываем характеристику ЦА – P и q).

2.2. Определение производительности цементировочного кольца агрегата в конце цементировочного агрегата в конце цементирования, м^3/с:

$$\sum q = \frac{\pi}{4} \cdot (K^2 \cdot D^2 - d^2) \cdot V_{\text{восх,}}$$

где K – коэффициент кавернозности;

$V_{\text{восх}}$ - скорость восходящего потока, м/с.

2.3. Определение необходимого количества цементировоч-ных агрегатов по скорости, шт:

$$n = \frac{\sum q}{q^{\text{v}}} + 1,$$

где $\sum q$ – необходимый расход для обеспечения заданной скорости поднятия цементного раствора за эксплуатационную колонну, м^3/с;

q^v – производительность выбранного агрегата на высшей скорости, л/с.

Характеристика 3ЦА-400

Скорость	Число двойных ходов поршня насоса в 1мин	*d* = 100 мм		*d* = 115 мм		*d* = 127 мм	
		подача, л/с	давление, атм	подача, л/с	давление, атм	подача, л/с	давление, атм
I	53,2	6,5	400	8,6	305	11,25	232
II	76,2	9,6	270	12,7	205	16,10	163
III	112,5	14,2	182	18,7	138	23,8	110
IV	156,0	19,7	131	26,0	100	33,0	79

Характеристика ЦА-320М

Режим работы	Скорость	Число двойных ходов поршня насоса в 1мин	*d* = 90 мм		*d* = 100 мм		*d* = 115 мм		*d* = 127 мм	
			подача, л/с	подача, л/с	давление, атм	давление, атм	давление, атм	давление, атм	давление, атм	давление, атм
Максимальная производительность	I	28	2,4	390	3,0	305	4,1	225	5,1	182
	II	54	4,5	202	5,8	159	7,9	117	9,9	95
	III	97	8,3	113	10,4	88	14,2	65	17,6	52
	IV	125	10,6	87	13,5	69	18,3	50	22,8	40
Максимальное давление	I	27	2,3	400	2,9	320	3,9	230	4,9	185
	II	41	3,5	231	4,4	182	6,0	134	7,5	109
	III	73	6,2	130	7,8	103	10,7	75	13,3	61
	IV	94	8,0	102	10,1	80	13,8	59	17,1	47

2.4. Определение количества цементно-смесительных машин, шт:

$$i = \frac{Q_{\text{ц}}}{20},$$

где $Q_{\text{ц}}$ - количество цемента, необходимое для цементирования эксплуатационной колонны, т.

Таблица исходных данных

Параметр	Наименование	Ед. изм.	Пределы измерений	
			от	до
D	Диаметр долота	м	161	445
d	Диаметр обсадных труб	м	114	340
L	Глубина спуска обсадной колонны	м	50	4000
$h_{\text{ц}}$	Высота подъема цементного раствора за колонной	м	50	4000
h_0	Высота цементного стакана в колонне	м	20	20
$\gamma_{\text{г.р}}$	Удельный вес глинистого раствора	г/см^3	1,2÷1,25÷ 1,3	
$\gamma_{\text{ц.р}}$	Удельный вес цементного раствора	г/см^3	1,9÷ 1,85 ÷ 1,8	
$\gamma_{\text{п}}$	Удельный вес продавочной жидкости	г/см^3	1,0÷ 1,25	
$V_{\text{восх.}}$	Скорость подъема восходящего потока цементного раствора в затрубном пространстве: - для кондукторов и технических колонн - для эксплуатационных колонн	м/с	 (0,6÷ 0,8) (1,2÷1,5)	
k	Коэффициент увеличения диаметра ствола скважины	-	1,1	1,25

3. Определение продолжительности цементирования обсадной колонны

Возможность начала закачки определяется следующим условием:

$$P^V > P_г,$$

где P^V – максимальное давление, развиваемое ЦА на наивысшей скорости, атм;
$P_г$ - давление на преодоление в скважине в скважине гидравлических сопротивлений, атм.

$$P_г = 0{,}01L + 8 \text{ (при } V_{восх} \leq 1 \text{ м/с)};$$

$$P_г = 0{,}02L + 16 \text{ (при } V_{восх} \leq 2 \text{ м/с)}.$$

Если условие не выполняется, выбираем ближайшую скорость, на которой

$$P_{агр} > P_г.$$

3.1. Определяем, сколько цементного раствора будет закачано на этих скоростях:

$$h_{ц.р}^{IV} = \frac{10(P_г - P^V)}{(\gamma_{ц.р} - \gamma_{гл.р})},$$

где $h_{ц.р}^{IV}$ - высота столба цементного раствора, который необходимо закачать на IV скорости, м;

P^V – давление, создаваемое насосом агрегата на V скорости.

Определяем объем раствора, закачанного на IV скорости, м^3:

$$V_{ц.р}^{IV} = \frac{\pi \cdot d_{вн.ср}^2}{4} \cdot h_{ц.р}^{IV},$$

Определяем объем цементного раствора, закачанного на V скорости, м^3:

$$V_{ц.р}^{V} = V_{ц.р} - V_{ц.р}^{IV}.$$

3.2. Определение высоты столба продавочной жидкости в колонне при работе агрегата на V скорости, м:

$$I_i^V == \frac{L \cdot (d_{вн}^2 + k^2 \cdot D_с^2 - d_{э.к}^2) + (k^2 \cdot D_с^2 - d_{э.к}^2) \cdot \frac{10(P_н^V - P_г)}{\gamma_{ц.р} - \gamma_{гл.р}} - \frac{4V_{ц.р}}{\pi}}{(k^2 \cdot D_с^2 - d_{э.к}^2)\frac{\gamma_{ц.р} - \gamma_{пр.ж}}{\gamma_{ц.р} - \gamma_{гл.р}} + d_{вн}^2}.$$

Определяем постоянные элементы для данной формулы:

$$a = L \cdot (d_{вн}^2 + k^2 \cdot D_с^2 - d_{э.к}^2);$$

$$b=(k^2 \cdot D_с^2 - d_{э.к}^2);$$

$$c = \frac{\gamma_{ц.р} - \gamma_{пр.ж}}{\gamma_{ц.р} - \gamma_{гл.р}};$$

$$Z = \frac{4V_{ц.р}}{\pi};$$

$$I_1^V = \frac{a + b \cdot \frac{10(P_н^V - P_г)}{\gamma_{ц.р} - \gamma_{гл.р}} - Z}{b \cdot c + d_{вн}^2}.$$

3.3. Определение высоты подъема цементного раствора за колонной на V скорости агрегата, м:

$$I_2^V = \frac{a + b \cdot \frac{10(P_{\text{н}}^V - P_{\text{г}})}{\gamma_{\text{ц.р}} - \gamma_{\text{гл.р}}} - Z}{b \cdot c + d_{\text{вн}}^2},$$

т. е.

$$I_2^v = \frac{Z - d^2(L - I_1^v)}{b}.$$

3.4. Высота столба продавочной жидкости на IV скорости агрегата, м:

$$I_1^{IV} = \frac{a + b \cdot \frac{10(P^{IV} - P^V)}{\gamma_{\text{ц.р}} - \gamma_{\text{гл.р}}} - Z}{b \cdot c + d_{вн}^2}.$$

3.5. Высота подъема цементного раствора за колонной на IV скорости агрегата, м:

$$I_2^{IV} = \frac{Z - d^2(L - I_1^{IV})}{b}.$$

3.6. Высота столба продавочной жидкости на III скорости агрегата, м:

$$I_2^{III} = \frac{a + b \cdot \frac{10(P^{III} - P^{IV})}{\gamma_{\text{ц.р}} - \gamma_{\text{гл.р}}} - Z}{b \cdot c + d_{\text{вн}}^2}.$$

3.7. Высота подъема цементного раствора за колонной, на III скорости агрегата, м:

$$I_2^{III} = \frac{Z - d^2(L - I_1^{III})}{b}.$$

3.8. Определяем количество продавочной жидкости, закачиваемой на различных скоростях агрегата, м^3:

$$V_{\text{пр}}^V = e \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4} \cdot I_1^V;$$

$$V_{\text{пр}}^{IV} = e \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4} \cdot (I_1^{IV} - I_1^V);$$

$$V_{\text{пр}}^{III} = e \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4} \cdot (I_1^{III} - I_1^{IV});$$

$$V_{\text{пр}}^{II} = V_{\text{пр}} - V_{\text{пр}}^I - V_{\text{пр}}^{III} - V_{\text{пр}}^{IV} - V_{\text{пр}}^V;$$

$$V_{\text{пр}}^I = 2.$$

3.9. Определяем время работы одним агрегатом на разных скоростях, мин:

$$t^{\text{V}} = \frac{(V_{\text{ц.р}}^V + V_{\text{пр}}^V)}{q^V \cdot 60};$$

$$t^{IV} = \frac{(V_{\text{ц.р}}^{IV} + V_{\text{пр}}^{IV})}{q^{IV} \cdot 60};$$

$$t^{III} = \frac{(V_{\text{ц.р}}^{III} + V_{\text{пр}}^{III})}{q^{III} \cdot 60};$$

$$t^{II} = \frac{(V_{\text{ц.р}}^{II} + V_{\text{пр}}^{II})}{q^{II} \cdot 60};$$

$$t^{I} = \frac{(V_{\text{ц.р}}^{I} + V_{\text{пр}}^{I})}{q^{I} \cdot 60}.$$

3.10. Общее время цементирования, мин:

$$T' = t^{\text{I}} + t^{\text{II}} + t^{\text{III}} + t^{\text{IV}} + t^{\text{V}}.$$

С учетом подготовительно-заключительных работ

$$T_{\text{ц}} = T' + 15 \text{ мин.}$$

3.11. Определяем температуру на забое скважины, ℃:

$$t_{\text{заб}} = t_{\text{ср}} + 0{,}025L,$$

где $t_{\text{ср}}$ – среднегодовая температура воздуха, ℃,

L – глубина скважины, м.

3.12. Определяем количество агрегатов, шт:

По времени схватывания

$$n_{ЦА} = \frac{T}{0{,}75T_{\text{скв}}} + 1,$$

по скорости

$$n = \frac{\sum q}{q^{\text{v}}} + 1,$$

где $\sum q$ – необходимый расход для обеспечения заданной скорости поднятия цементного раствора за эксплуатационную колонну, л/с;

q^{v} – производительность выбранного агрегата на высшей скорости, л/с.

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Технология бурения разведочных скважин / А. Г. Калинин, В. И. Власюк, О. В. Ошкордин, Р. М. Скрябин. - М.: Техника, ТУМА ГРУПП, 2004. - 528 с.
2. Башкатов Д. Н., Кривошеев В. В., Соловьев Н. В. Бурение разведочных скважин: учебник для вузов. - М.: Высшая школа, 2007.
3. Гусман А. М., Порожский К. П. Буровые комплексы. Современные технологии и оборудование. – Екатеринбург, 2002. - 592 с.

Дополнительная:

1. Ошкордин О. В. Технологическое проектирование в разведочном бурении на твердые полезные ископаемые: учебное пособие. – Екатеринбург: УГГГА, 1994.
2. Калинин А. Г., Ошкордин О. В. Разведочное бурение. – М.: Недра, 2000.
3. Михайлова Н. Д. Техническое проектирование колонкового бурения. – М.: Недра, 1985.
4. Ганджумян Р. А. Практическое расчеты в разведочном бурении. – М.: Недра, 1986.
5. Поляков Г. Д., Булгаков Е. С. Проектирование, расчет и эксплуатация буровых установок. – М.: Недра, 1983.
6. Кирсанов А. Н., Зиненко В. П., Кардыш В. Г. Буровые машины и механизмы. –М.: Недра, 1986.
7. Элияшевский И. В., Орсуляк А. М. Типовые задачи и расчеты в бурении. – М.: Недра, 1974.
8. Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду /под общей ред. В. В. Дубровского – Второе издание, перераб. и доп. – М.: Недра, 1972.
9. Справочник по бурению скважин на воду / под общей ред. Д. Н. Башкатова. – М.: Недра, 1979.
10. Справочник инженера по бурению геологоразведочных скважин /авторский колл.; гл. ред. проф. Е. А. Козловский. – СПб, 2000.

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Л. И. Кралина, Г. А. Усов, Ф. П. Сердюков

БУРОВЫЕ СТАНКИ И БУРЕНИЕ СКВАЖИН

Методические указания

по выполнению курсового проекта
по дисциплине
«Буровые станки и бурение скважин»

для студентов специальности
21.05.02 Прикладная геология

очного и заочного обучения

Екатеринбург
2018

Оглавление

1. Общие положения ……3
2. Объем курсового проекта и его оформление ……3
3. Содержание основных разделов проекта ……4
Введение……4
3.1. Гидрогеологическая характеристика разреза……..4
3.2. Выбор и характеристика средств откачки ……..……4
3.3. Выбор и расчет фильтра ……...5
3.4. Выбор способа бурения и расчет конструкции скважины …….....5
3.5. Технология бурения скважин……...6
3.6. Выбор бурового оборудования и инструмента……...7
3.7. Вскрытие и освоение водоносного пласта …….8
3.8. Промсанитария, техника безопасности и охрана окружающей среды.....8
Рекомендуемая литература …….8
Приложение 1. Пример выполнения титульного листа курсового проекта…….9
Приложение 2. Пример бланка задания ……10
Приложение 3. Геолого-технический наряд……...12

1. Общие положения

Студенты специальности Прикладная геология выполняют курсовой проект по бурению скважин на воду после изучения дисциплины «Буровые станки и бурение скважин». Это самостоятельная работа, характеризующая умение студентам решать комплексные инженерные задачи в зависимости от конкретных технико-экономических и гидрогеологических условий производства работ.

Целью курсового проекта является закрепление и углубление знаний по дисциплине «**Буровые станки и бурение скважин**» и их практическое применение к решению конкретных инженерных задач, знакомство с методикой пользования специальной и справочной литературой. Курсовой проект можно рассматривать как важнейший этап подготовки к работе над технической частью дипломного проекта.

Курсовой проект разрабатывается на основании фактических материалов, собранных студентами на производственной практике. Эти материалы включают геологическую карту района производства работ, геологический разрез с указанием места заложения проектной скважины, гидрогеологическую характеристику разреза с подробными данными о всех водоносных горизонтах и ориентировочном проектном дебите каждого из них.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя кафедры технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых. Каждый студент перед началом проектирования получает у руководителя индивидуальное задание, в котором содержатся формулировка темы проекта, характеристика проектного геологического разреза, данные о проектном дебите скважины, статическом уровне подземных вод и условиях производства работ.

2. Объем курсового проекта и его оформление

Курсовой проект выполняется на бумаге формата А4 (210×297) с одной стороны листа. С левой стороны листа оставляется поле для подшивки 30 мм; с верхней – 20 мм; с правой – 15 мм; с нижней – 35 мм, на котором посередине проставляется порядковый номер страницы.

После титульного листа (приложение 1) помещается задание на курсовой проект, затем содержание, и далее следует текст. В конце проекта приводится список используемой литературы и приложения.

Текст пояснительной записки должен быть выполнен на компьютере. Общий объем записки курсового проекта – 25-30 с.

Графические приложения к тексту выполняются на плотной бумаге, кальке или миллиметровке формата 210×297 мм и подшиваются вместе с текстом записки. На отдельном листе формата А3 выполняется чертеж, на котором могут быть представлены геолого-технический наряд, схемы различных устройств, технологические схемы откачки, вскрытия, освоения водоносных пластов.

Пример оформления геолого-технического наряда представлен в приложении 3.

Текст курсового проекта включает следующие основные разделы.

Вводная часть – 5 % от всего объема.

Гидрогеологическая часть – 5-10 % объема.

Технико-технологическая часть – 85-90 % объема.

Разработка и изложение отдельных вопросов в проекте должны быть осуществлены в следующей последовательности.

Содержание курсового проекта:

Введение

1. Гидрогеологическая характеристика разреза.
2. Выбор и характеристика средства откачки.
3. Выбор и расчет фильтра.

4. Выбор способа бурения и расчет конструкции скважины.
5. Выбор бурового оборудования и инструмента.
6. Вскрытие и освоение водоносного пласта.
7. Техника безопасности и охрана окружающей среды.

Список использованной литературы.
Приложения.

3. Содержание основных разделов проекта

Введение.

Во введении обосновывается назначение проектируемой скважины. Приводятся общие сведения о районе работ, дается его краткая физико-географическая и экономическая характеристика, оцениваются условия производства работ по бурению и оборудованию скважин, отмечается обеспеченность электроэнергией, топливом, водой, глиной и т. д.

3.1. Гидрогеологическая характеристика разреза

Приводится описание литологического состава горных пород, указываются их мощность, физические свойства, категория буримости, дается характеристика коллекторских свойств пород водоносных горизонтов (трещиноватость, гранулометрический состав, пористость, проницаемость), величина дебита каждого водоносного горизонта и статический уровень подземных вод.

Затем приводится характеристика тектонических зон и указываются возможные осложнения при их бурении.

Геологический разрез составляется в масштабе 1:200 или 1:500.

3.2. Выбор и характеристика средств откачки

В зависимости от целевого назначения скважины и ее дебита выбирается наиболее рациональный способ подъема воды из скважины. Выбор водоподъемной установки производится с учетом следующих исходных данных:

1) проектного дебита скважины;
2) глубины установки водоподъемных средств;
3) особых условий производства откачки, обусловленных повышенной температурой, минерализацией или высоким загрязнением воды. При этом фактические производительности и напор выбранного водоподъемника должны быть равны или несколько больше проектных. Особое внимание уделяется размерам водоподъемника, особенно его диаметру, который влияет на выбор размера водоподъемных труб и, следовательно, на конструкцию скважины. Обычно необходимо выбирать водоподъемники с минимально возможными размерами рабочих органов, что упрощает и удешевляет конструкцию скважины.

Водоподъемные установки выбираются по справочникам на основании данных о проектном дебите и динамическом уровне откачки.

Эрлифты применяются на стадии испытания, освоения водоносных горизонтов и при откачке из разведочных скважин. Выбранная схема эрлифта должна быть рассчитана для определения основных его параметров: глубины погружения смесителя, удельного расхода воздуха и производительности эрлифта, диаметров водоподъемных и воздухопроводных труб.

3.3. Выбор и расчет фильтра

Производительность скважины в процессе откачки зависит от правильного выбора водоприемной части скважины (типа фильтра и от его геометрических размеров).

Тип, конструкция фильтра выбираются в зависимости от характера пород (гранулометрического состава) водоносного горизонта, назначения скважины, ее производительности и глубины, агрессивности вод и ряда других факторов.

Необходимые конструктивные размеры фильтра для конкретных условий откачки определяются расчетом.

Диаметр и длина рабочей части фильтра подбираются и рассчитываются с учетом дебита скважины, коэффициента фильтрации пород водоносного горизонта и его мощности.

При этом необходимый диаметр фильтра рассчитывается исходя из диаметра выбранного водоподъемника, а точнее диаметра эксплуатационной колонны. При мощности водоносного горизонта, не превышающей 10 м, диаметр фильтра рассчитывается с учетом проектного дебита скважины, рабочей длины фильтра и коэффициента фильтрации пород. В данном случае длина рабочей части фильтра принимается равной мощности водоносного горизонта (10 м), а при мощности более 10 м рассчитывается на основании проектного дебита скважины диаметра фильтра. Скважность фильтра выбирается с учетом характеристики пород водоносного горизонта и должна обеспечивать водопропускную способность фильтра с минимальным сопротивлением движению и с допустимой скоростью движения воды, которая не приводит к переносу частиц шлама в скважину.

При правильном выборе и расчете параметров фильтра его водопропускная способность должна быть равна или более проектного дебита скважины.

3.4. Выбор способа бурения и расчет конструкции скважины

Выбор способа бурения скважин на воду производится с учетом гидрогеологических условий, проектной глубины скважины, ее целевого назначения, экономичности и качественных показателей по вскрытию и освоению водоносного горизонта.

В настоящее время применяются следующие способы бурения скважин на воду: роторный, колонковый, ударно-вращательный и ударно-канатный.

Роторный способ применяется при бурении разведочно-эксплуатационных и эксплуатационных скважин на воду в твердых, трещиноватых породах с промывкой водой, в мягких породах, а также в тектонических зонах сильно рассланцованных, перемятых пород с промывкой глинистым раствором. В районах с затрудненным водоснабжением (Крайний Север, Средняя Азия) роторное бурение целесообразно использовать с продувкой воздухом или применять пневмоударное бурение. Роторное бурение рекомендуют использовать при вскрытии глубокозалегающих водоносных горизонтов, и оно отличается более высокой производительностью и экономичностью по сравнению с другими способами.

Канатно-ударное бурение применяется для бурения разведочно-эксплуатационных, эксплуатационных и дренажных скважин большого диаметра (свыше 500 м) при вскрытии низконапорных горизонтов. Оно отличается высокой металлоемкостью конструкции скважин и является более дорогостоящим по сравнению с роторным бурением. Канатно-ударный способ рекомендуется при бурении скважин глубиной до 150 м в породах осадочного комплекса, представленного средне- и крупнозернистыми песками, плывунами, валунно-галечными отложениями, а также сильно трещиноватыми и кавернозными породами, в которых использование роторного бурения весьма затруднительно.

Колонковый способ в основном применяется при бурении разведочных скважин на воду небольшого диаметра (до 200 мм) в породах различной крепости.

После выбора способа бурения проектируется конструкция скважины. При бурении скважин на воду выделяют следующие элементы конструкции скважин: кондуктор (направление), эксплуатационную колонну и фильтр.

При проектировании конструкции скважины необходимо учитывать специфику и возможности выбранного способа бурения. В частности, расчетные диаметры бурения обсадных труб должны быть указаны со стандартными размерами бурового инструмента конкретно для выбранного способа бурения.

3.5. Технология бурения скважин

Технология бурения разрабатывается на основании составленного ранее геологического разреза с учетом физико-механических свойств горных пород и характеристик водоносных горизонтов. При этом для каждой разновидности горных пород выбираются рациональные конструкции буровых наконечников и определяются технологические параметры режима бурения этими наконечниками.

Прежде всего необходимо выбрать типы буровых наконечников (коронки, долота) и установить их необходимые характеристики в соответствии с конструкцией скважины.

Затем для вращательных способов бурения выбирается вид промывочной жидкости и определяются необходимые параметры (например, глинистых растворов), характеризующие их качество. Параметры промывочных жидкостей (удельный вес, вязкость, водоотдача, статическое напряжение сдвига, содержание песка и др.) применяются в зависимости от возможных осложнений при бурении скважин.

После этого рассчитываются рациональные величины технологических параметров режима бурения. Для вращательных способов бурения это – осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, частота вращения бурового снаряда и количество промывочной жидкости, нагнетаемой в скважину. Для ударно-канатного бурения определяются вес, высота сбрасывания и частота ударов бурового инструмента.

Необходимо также разработать мероприятия по борьбе с возможными осложнениями при бурении скважин (обвалы стенок скважин, поглощения промывочной жидкости и др.).

Устье скважины оборудуется направлением или кондуктором. Эксплуатационная колонна обеспечивает крепление ствола скважины, в ней обычно устанавливают насос для подъема воды.

В скважинах со сложным геологическим разрезом, в котором может встречаться несколько зон осложнений, устанавливают иногда промежуточную колонну, которая обычно следует после кондуктора. Выбор конструкции разведочно-эксплуатационной скважины необходимо начинать с определения типа водоподъемника и его диаметра, который определяет внутренний диаметр эксплуатационной колонны:

$$D_{в.эк} = D_{в} + 2\Delta ,$$

где $D_{в}$ - наружный диаметр водоподъемника, мм; Δ - зазор между водоподъемником и эксплуатационной колонной, мм.

Диаметр долота под эксплуатационную колонну определяется из условия:

$$D_{д} = D_{м} + 2\delta ,$$

где $D_{м}$ - наружный диаметр муфты, мм; δ - зазор между муфтой и скважиной, мм.

Для $D_{м}$<250 мм δ = 25 мм; для $D_{м}$>250 мм δ =20-50 мм.

Чем больше выход колонны из-под башмака обсадных труб, тем больше должен быть зазор δ.

Диаметр фильтра подбирают из условия обеспечения необходимого водопритока. Конечный диаметр скважины определяется необходимостью проведения комплекса гидрогеологических исследований и наблюдений.

Особое внимание уделяется технологии бурения скважин в интервалах водоносных горизонтов, направленной на сохранение естественной водопроницаемости водоносных пластов.

В случае бурения разведочных скважин устанавливаются интервалы бурения с отбором керна для составления детального геологического разреза и проведения исследований образцов горных пород. Особое внимание необходимо уделить разработке мероприятий по обеспечению получения качественного керна с интервалов водоносных горизонтов. С целью обеспечения получения качественных образцов горных пород при бурении необходимо выбрать комплекс технических средств и разработать специальные технологические и организационные мероприятия.

3.6. Выбор бурового оборудования и инструмента

Буровое оборудование выбирается с учетом целевого назначения скважины, ее конструкции, характера пород геологического разреза, способа бурения и разработанной технологии бурения.

В настоящее время буровое оборудование комплектуется в буровые агрегаты и установки, которые выпускаются отечественной промышленностью. Поэтому выбор основного бурового оборудования сводится к выбору буровой установки.

Выбор буровой установки производится по способу бурения, по проектной глубине бурения, по величине начального и конечного диаметра, которые обычно даются в ее характеристике. Также учитываются и другие данные характеристики буровой установки, такие как скорости вращения, осевое усилие, развиваемое механизмом подачи, которые обеспечивают необходимые технологические параметры режима бурения. В зависимости от наличия источников энергосбережения в районе бурения скважин буровые установки выбираются с электроприводом (от электролинии) или с автономным приводом от двигателя внутреннего сгорания (при отсутствии электролинии).

Вспомогательное буровое оборудование (труборазвороты, глиномешалки, КИП, талевая оснастка, вертлюги-сальники и др.) выбирается в зависимости от его потребности и условий производства работ.

После выбора всего комплекса бурового оборудования, необходимого для бурения проектируемой скважины, приводятся его технические характеристики.

Выбор породоразрушающего инструмента (коронок, долот) производится с учетом физико-механических свойств горных пород и их буримости.

Для вращательного бурения выбираются типы бурильных труб и их диаметры, конструкция и тип колонковой трубы для обеспечения качественного выхода керна; длина и диаметр утяжеленных труб при бурении скважин сплошным забоем большого диаметра (более 150 мм).

Для ударно-канатного бурения выбирается конструкция и размеры ударного снаряда, тип и размеры долот. Для ликвидации наиболее распространенных аварий (обрывы бурильных канатов, колонковых, обсадных труб) необходимо предусмотреть ловильный аварийный инструмент (метчики, колокола, труболовки, крючки, штопоры, овершоты).

В приложении нужно дать спецификацию всего бурового оборудования и инструмента с указанием его наименования и количества, необходимого для бурения скважины.

На основании геологического задания, выбора бурового оборудования, конструкции скважины и разработанной технологии бурения составляется геолого-технический наряд на бурение скважины, форма которого приведена в приложении 2.

3.7. Вскрытие и освоение водоносного пласта

Ответственными операциями при сооружении скважин на воду являются вскрытие и освоение водоносного пласта, которые оказывают большое влияние на производительность и долговечность скважины.

Вскрытие водоносного пласта включает комплекс технологических операций, направленных на успешное бурение горных пород водоносного пласта при обеспечении их устойчивости и сохранения естественной водопроницаемости.

Выбор технологии вскрытия водоносного пласта зависит от глубины его залегания, устойчивости и коллекторских свойств горных пород, слагающих водоносный пласт, пластового давления, мощности водоносного пласта и дебита скважины.

Неустойчивые горные породы водоносного пласта не рекомендуется вскрывать с применением глинистого раствора, так как глинистые частицы вызывают кольматацию пор и трещин и резкое снижение их водопроницаемости. В этом случае применяют специальные промывочные жидкости: малоглини-стые, меловые, полимерные, аэрированные, самораспадающиеся промывочные жидкости, пены и др.

Безнапорные пески при наличии устойчивой кровли водоносного пласта могут вскрываться гидровмывом фильтра, а также формированием каверны в водоносном пласте. Существуют и другие методы с применением различных схем промывки.

Освоение скважины обычно включает такие технологические операции, как установка фильтра в скважину, восстановление естественной водопроницаемости или ее искусственное увеличение, устройство гравийной обсыпки фильтров, откачки воды из скважины с целью формирования водоприемной части скважины и осветления воды.

При выборе способа освоения скважины необходимо учитывать его эффективность и простоту его технологического выполнения.

3.8. Промсанитария, техника безопасности и охрана окружающей среды

В этом разделе необходимо предусмотреть мероприятия по охране здоровья работающего персонала и средства по оказанию первой помощи пострадавшим.

Мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и охране окружающей среды проектируются в соответствии с действующими инструктивными указаниями при выполнении различного вида работ: монтаж установок, бурение скважины, транспорт, демонтаж установки, эксплуатация скважин.

Рекомендуемая литература

Бейсебаев А. М., Туякбаев Т. Н., Федоров Б. В. Бурение скважин и горно-разведочное бурение. – М.: Недра, 1990. – 303 с.

Соломин Б. Н. Проектирование скважин на воду. – М.: Недра, 1983. – 107 с.

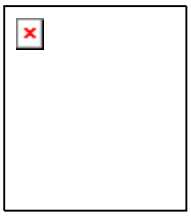
Справочник по бурению скважин на воду / Д. Н. Башкатов, С. С. Сулакшин, С. Л. Драхлис, Г. П. Квашнин. – М.: Недра, 1979. –560 с.

Справочник по бурению и оборудованию скважин на воду / В. В. Дубровский [и др.]. – М.: Недра, 1972. – 512 с.

Разведочное бурение / О. В. Ошкордин [и др.] – М.: Недра, 2000. – 748 с.

Приложение 1

Пример выполнения титульного листа курсового проекта



МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО

«УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Кафедра ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКИ РАЗВЕДКИ МПИ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

НА ТЕМУ: «Сооружение разведочно-эксплуатационной скважины на воду»

Руководитель_____
Студент_____
Группа _____

Екатеринбург 201__г.

Приложение 2

Пример бланка задания

З А Д А Н И Е

по курсовому проекту на бурение гидрогеологической скважины

Студенту _____ группы _____

Тема проекта _____
_____

Содержание проекта

I. Исходные данные
1. Геологический разрез скважины.

№ п/п	Наименование пород и горизонты	Интервалы, м	Примечание
1			
2			
3			
4			
5			

2. Проектная глубина скважины _____
3. Проектный дебит скважины __$м^3$/час из горизонта_____
4. Статический уровень _____
5. Проектный динамический уровень _____
6. Период работы _____
7 . Особые условия (обеспеченность электроэнергией, водой, глиной и т. п.)_____

II. Задачи проектирования
1) выбрать и обосновать тип и размеры откачных средств;
2) обосновать выбор типа фильтра и произвести его расчет;
3) выбрать и обосновать способ бурения скважины;
4) составить и обосновать конструкцию скважины;
5) разработать рациональную технологию бурения для каждого горизонта:
   а) выбрать породоразрушающий инструмент;
   б) выбрать промывочную жидкость и обосновать ее качественные параметры;
   в) рассчитать технологические параметры режима бурения.
6. Выбрать буровое оборудование:
   а) буровой агрегат (буровой станок, насос, привод);
   б) буровой копер или мачту.
7. Разработать конструкцию бурового снаряда:
   а) колонкового набора;
   б) колонны бурильных труб;
   в) колонны обсадных труб.

Примечание: для выбранного оборудования приводится краткая техническая характеристика.

8. Уточнить режим бурения с учетом технических характеристик выбранного оборудования.

9. Произвести проверочный расчет выбранного бурового оборудования:

а) насоса (по производительности и рабочему давлению);

б) привода бурового станка и насоса;

в) бурового копра или мачты (по грузоподъемности);

г) колонны бурильных труб.

10. Запроектировать способ вскрытия водоносного горизонта и опробования.

11. Предусмотреть мероприятия по технике безопасности, противопожарной технике и промсанитарии.

12. Составить спецификации основного оборудования, инструмента и материалов, необходимых для бурения скважин.

III. Графические приложения

1. Геолого-технический наряд.
2. Схема конструкции скважины.
3. Схема бурового снаряда.
4. Схема фильтра.
5. Схема оборудования скважины для откачки.

Дата сдачи проекта на кафедру _____

Руководитель проекта _____

Приложение 3

Геолого-технический наряд

ГРО, ГРЭ _____
Проектная глубина, м _____
Начало бурения _____
Окончание бурения _____

Буровой станок_____
Буровой насос _____
Двигатель _____
Мачта_____
Буровые трубы _____

Скважина _____

Геологическая часть							Техническая часть										
Масштаб глубин	Наименование горных пород	Категория пород по буримости	Литология	Интервал и вид отложений	Статический уровень Динамический уровень	Мощность слоев, м	Конструкция скважины	Тип и диаметр ПРИ, мм	Длина и диаметр УБТ	Режимы бурения			Качество бурового раствора	Способы борьбы с осложнениями	Способ вскрытия водоносного пласта	Тип фильтра	Примечание
										Осевая нагрузка, кН	Частота вращения, об/мин.	Расход промывочной жидкости, л/мин.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Л. И. Кралина, Г. А. Усов, Ф. П. Сердюков

Исследование процессов разрушения и физико-механических свойств горных пород

Методическое пособие
к комплексу практических занятий
по дисциплине

«Буровые станки и бурение скважин»

для студентов специальности
21.05.02 Прикладная геология
Очного и заочного обучения

Часть 1

Екатеринбург
2018

Оглавление

Введение…….3
Лабораторная работа № 1. Определение абразивности образцов горной породы методом Барона……4
Лабораторная работа № 2. Определение физико-механических параметров скальных горных пород……..6
Лабораторная работа № 3. Определение энергоемкости процесса распиловки горных пород алмазным диском…….....10
Лабораторная работа № 4. Исследование акустического спектра резания горной породы алмазным диском…….....15
Библиографический список…….....18

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для выполнения лабораторных работ по профилирующим дисциплинам для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология. Предложенные в учебно-методическом пособии лабораторные работы выполняются с целью закрепления теоретических знаний, приобретения практических навыков в выполнении работ лабораторного характера, в том числе с элементами НИРС, расчетов, необходимых при изучении студентами профилирующих дисциплин, курсовом и дипломном проектировании. При выполнении работ используются справочные материалы, приведенные в приложении. Большинство работ рассчитано на выполнение и оформление непосредственно на занятиях. Если работа не закончена, то с разрешения преподавателя она может быть оформлена и сдана к следующему занятию.

Структурно, в зависимости от теоретического характера лабораторных исследований, учебно-методическое пособие состоит из трех частей:

Часть 1. Исследование процессов разрушения и физико-механических свойств горных пород;

Часть 2. Исследование буровых промывочных жидкостей и тампонажных растворов;

Часть 3. Методика обработки результатов исследования при выполнении лабораторных работ и справочные материалы.

Список литературы, использованной при написании учебно-методического пособия, приведен в конце каждой части.

Предлагаемые в настоящем методическом пособии лабораторные работы студентами выполняются побригадно по 2-3 человека. Объем данных работ рассчитан в основном на 2-4 часа, реже - на 6-8 часов в случае проведения студентами комплексных исследований повышенной сложности и детальности.

Полученные результаты лабораторных исследований оформляются студентами в виде отчета, содержащего следующие данные и разделы:

1. Полное наименование работы.
2. Состав исполнителей.
3. Руководитель работы.
4. Задание, дата.
5. Исходные данные.
6. Порядок выполнения работы.
7. Выводы и рекомендации по результатам исследований.

Лабораторная работа № 1

Определение абразивности образцов горной породы методом Барона

Настоящие методики определения абразивности горных пород разработаны в Институте горного дела им. А. А. Скочинского, Л. И. Бароном и А. В. Кузнецовым. Сущность ее заключается в истирании о поверхность образца горной породы торца вращающегося стержня из незакаленной стали -серебрянки с последующим определением весового износа стержня во время опыта. За критерий абразивности принимается суммарная потеря в весе стержня за стандартное время опыта 10 минут. Опытное потирание стержня производится при осевой нагрузке 150 Н и скорости вращения 400 об/мин.

Испытания производятся на установке, выполненной на базе обычного сверлильного станка типа НС - 1 2 А.

Образец горной породы устанавливается в зажимном приспособлении таким образом, чтобы истираемая поверхность была перпендикулярна шпинделю станка. В патроне станка закрепляется эталонный стержень из инструментальной калиброванной стали-серебрянки У8А диаметром 8 мм. Изготовление стержней производится на токарном станке, где пруток разрезается на части длиной 70 мм. В одном из торцов каждого стержня высверливается центральное отверстие диаметром 4 мм и глубиной 12 мм.

Определение абразивности породы производят сверлением образца породы эталонным стержнем, предварительно взвешенным на аналитических весах с точностью до 0,1 мг. Исследования производят по схеме парных опытов: сначала сверление осуществляется в течение 10 мин одним концом стержня, затем в течение 10 мин – другим.

После опыта стержень очищается и снова взвешивается на аналитических весах с точностью до 0,1 мг.

Коэффициент абразивности породы вычисляется на основании результатов исследований по формуле

$$A = \frac{\sum q_i}{2n_{\text{п}}}, \tag{1.1}$$

где A - коэффициент абразивности, мг,

q_i - потеря массы эталонного стержня за каждый парный опыт, мг;

$n_{\text{п}}$ - число парных опытов.

На каждом образце горной породы проводится 3-5 парных опытов, а в целом по пробе необходимо провести 9-15 таких опытов

Необходимое число единичных опытов определяется с учетом коэффициента вариации, зависящего от структуры горных пород, на основании величины отношения

$$a = \frac{K_{\text{доп}}}{K_{\text{вар}}} \tag{1.2}$$

где $K_{\text{доп}}$ - допускаемое отклонение точности определения коэффициента абразивности;

$K_{\text{вар}}$ - коэффициент вариации, принимаемый согласно табл. 1.1.

Согласно абсолютной величине a, необходимо определить минимальное число единичных опытов, руководствуясь табл. 1.2.

Таблица 1.1

Определение коэффициента вариации $K_{\text{вар}}$

Структура пород	Размер зерен, мм	$K_{\text{вар}}$, %
Крупнозернистая	5	30
Среднезернистая	3-5	22
Мелкозернистая	0,3-0,2	19
Тонкозернистая с включениями	0,2	34

Таблица 1.2

Определение минимального числа единичных опытов

a	2,0	0,98	0,69	0,57	0,49	0,48
n	1	4	8	12	16	20

Запись результатов измерений и вычислений производится в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Определение абразивности горных пород

№ п.п	Порода		Номер образца опыта	Масса стержня. $G_{1,2}$, мг		Потеря массы, мг	Абразивность А, мг				Примечание
	шифр	название		до опыта	после опыта		по опыту	по образцу	среднее по пробе	коэф. вариац, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Построение графиков и выводы результатов работы

Построение графиков по результатам измерений и вычислений настоящей лабораторной работы. УП1, УП2 - предварительные усилители;

Количественный и качественный анализ зависимостей

$A = f\left(\frac{H_{м,\max}}{H_{м,\min}}\right)$ и $A = f\left(H_{м,\max}\right)$, а также степени зернистости

(крупно-, средне-, мелко-, микрозернистости) исследуемых образцов горных пород.

Обосновать практическое значение полученных результатов лабораторных исследований и дать практические рекомендации.

Лабораторная работа № 2.

Определение физико-механических параметров скальных горных пород

Для оценки прочностных свойств горных пород определяются коэффициент динамической прочности (крепости и дробимости) $F_д$, а для оценки абразивных свойств - коэффициент абразивности $K_{абр}$.

Методика разработана в ЦНИГРИ под руководством Н. И. Любимова и рекомендована для исследований ФМС скальных горных пород.

Отбор н подготовка образцов горных пород

Отбор образцов горных пород производится, как правило, из керна. Можно также отбирать образцы произвольной формы соответствующего размера.

Размеры образцов из керна: длина 20-25 см при бурении коронками диаметром 46-59 мм и 15-18 см при бурении коронками диаметром 76-92 мм.

Подготовка проб из образцов осуществляется в следующем порядке:

- исследуемый образец породы разбивается на куски изометрической формы без острых углов размером 1,5-2,0 см в поперечнике;
- набираются две пробы: каждая проба состоит из 25 кусков и разделяется на пять частей по пять кусков.

Оборудование и материалы, необходимые для исследований

При определении прочностных и абразивных свойств горных пород по методике ЦНИГРИ применяются:

- прибор ПОК для определения динамической прочности (крепости) горных пород;
- прибор ПОАП-2М для определения абразивности горных пород;
- весы типа ВЛКТ-100 г / 5-3.

Прибор ПОК состоит из трубчатой ступы (рис. 2.1, а) и объемомера (рис. 2.1, б). Составными частями трубчатой ступы являются: загрузочный стакан *1*, направляющая труба *2*, удерживающий шплинт *3*, гиря *4*, упор *5*, шнур *6* и рукоятка *7*.

Объемомер состоит из стакана *1* и поршня со шкалой *2*.

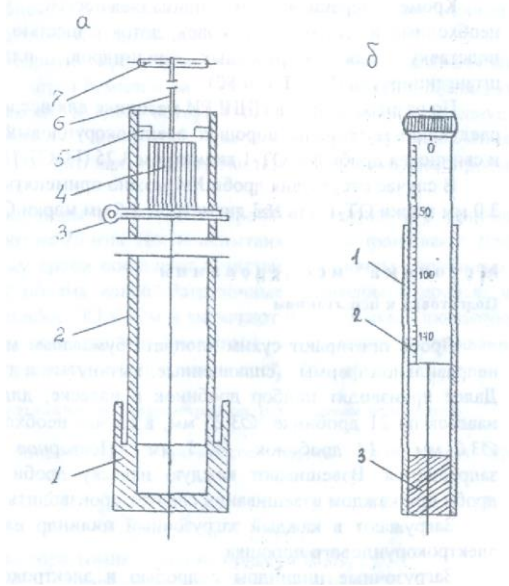


Рис. 2.1. Прибор ПОК для определения динамической прочности горных пород:

а – трубчатая ступа: *1* – загрузочный стакан; *2* – направляющая труба; *3* – шплинт удерживающий; *4* – гиря; *5* – упор; *6* – шнур; *7* – рукоятка; *б* – объемомер: *1* – стакан; *2* – поршень со шкалой; *3* – дно

Прибор ПОАП-2м, схема которого приведена на рис. 2.2, состоит из электродвигателя АОЛБ 22-4 мощностью 0,18 кВт с числом оборотов 1420 об/мин, двух рабочих органов с загрузочными камерами и пульта управления со счетчиком оборотов двигателя.

В приборе ПОАП-2м рабочий орган представляет собой жесткое сварное соединение *8* трех загрузочных камер *4*, шатуна *7* и эксцентрикового вала *2*, совершающего колебательно-вращательное движение в шариковых подшипниках *10*.

Опорой рабочего органа служат маятниковые шатуны *3*, которые с помощью шариковых подшипников *6* шарнирно связывают рабочий орган с плитой прибора.

Загрузочные цилиндры вставляются в камеры *4* прямоугольной формы и закрываются крышками *5* при помощи натяжных замков.

Привод рабочего органа прибора осуществляется от электродвигателя *1* через эксцентриковый вал *2* с насаженным на него маховиком *9*. При помощи вала 2 загрузочные камеры совершают возвратно-поступательное движение, обеспечивающее интенсивное перемешивание помещенного в них материала.

Механический редуктор-счетчик оборотов *12,* который присоединяется к валу электромотора при помощи двух шкивов и приводного ремня, позволяет контролировать число колебаний рабочего органа.

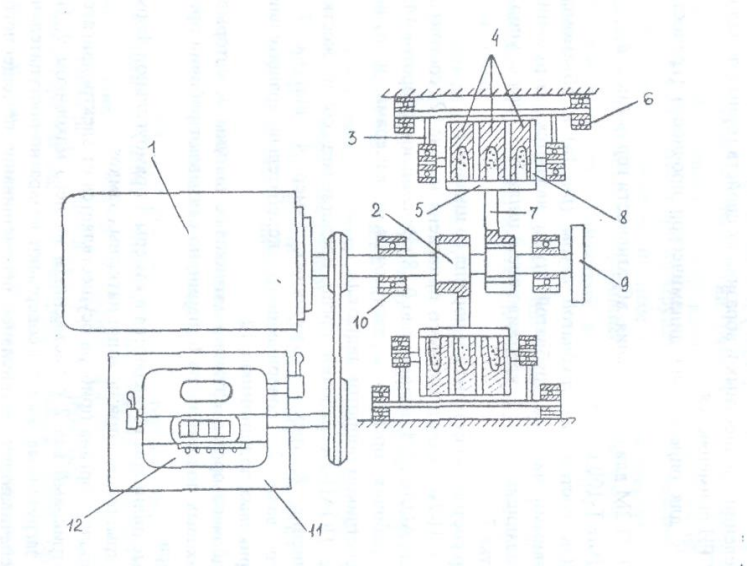


Рис. 2.2. Схема прибора ПОАП-2М для определения абразивности горных пород:
1 – электродвигатель; *2* – эксцентриковый вал; *3* – шатуны; *4* – загрузочные цилиндры; *5* – крышка; *6* – опоры; *7* – шатун; *8* – рабочие органы; *9* – маховик; *10* – подшипники; *11* – пульт управления; *12* – счетчик.

Весы типа ВЛКТ-100 г/5-3 предназначены для определения потери веса эталонного материала при определении абразивности пород с требуемой точностью

Для исследований на приборах ПОК и ПОАП-2м используются:

- загрузочные цилиндры из стекла органического СОЛ (ГОСТ 15809-70) - 18 шт. (6 - для проведения опыта, 6 - для промывки дроби после опыта, 6 - запасные);
- сито из сетки №5 (ГОСТ 3826-66);
- мерка емкостью l $см^3$.

Кроме перечисленных принадлежностей, учтенных в ОСТе, необходимо иметь молоток, совок, лоток с шестью
ячейками для дроби, подставку для загрузочных цилиндров, пластинку, лопаточку, штангенциркуль (ГОСТ 166-80).

По разработанной в ЦНИГРИ методике для исследований необходимы следующие материалы: порошок электрокорундовый №12 (ГОСТ 3647-80) и свинцовая дробь №4 ОТ-1 диаметром 3.25 (ГОСТ 7837-76).

В случае отсутствия дроби №4 можно применять дробь №5 диаметром 3,0 мм марки ОТ-1 или №3 диаметром 3,5 мм марки ОТ-П.

Методика исследований
Подготовка к испытаниям

Дробь протирают сухим хлопчатобумажным материалом. Дробинки неправильной формы (сплющенные, вытянутые и т. п.) отбраковываются. Далее производят подбор дробинок в навеске, для чего заготовляют 6 навесок по 21 дробинке Ø 3,25 мм; в случае необходимости 26 дробинок Ø 3,0 мм и 14 дробинок Ø 3,5 мм. Повторное использование дроби запрещается. Взвешивают каждую навеску дроби. Определение массы дроби при каждом взвешивании следует производить с точностью до 5 мг.

Загружают в каждый загрузочный цилиндр навеску дроби и 1 см электрокорундового порошка.

Загрузочные цилиндры с дробью и электрокорундовым порошком помещают в прибор и включают его на 20 минут. При этом электродвигатель должен совершить 28 тыс. оборотов, которые контролируются счетчиком прибора.

Каждую навеску дроби после указанного опыта помещают в сосуд с водой и после перемешивания (всполаскивания) извлекают и протирают насухо чистым хлопчатобумажным материалом.

Промытую дробь взвешивают. Потеря массы дроби в каждой пробирке должна быть 200±10 мг. В случае отклонения потери массы дроби от указанного необходимо изменить количество дробинок в навеске и повторить тарировочные работы вновь.

Проведение испытаний

Каждую часть пробы, состоящую из 5 кусков, помещают в стакан прибора ПОК и производят 10 сбрасываний гири массой 2,4 кг с высоты 600 мм (груз поднимается до упора). Продукт разрушения всех пяти частей каждой пробы породы просеивается через сито с размером стороны ячейки а свету 0,5 мм. Прошедшую через сито фракцию 0,5 мм и менее ссыпают в трубу объемомера (рис. 4.2). В трубу свободно вставляют до упора цилиндр и снимают отсчет "h" по шкале цилиндра в миллиметрах.

Раздробленную горную породу фракции 0,5 мм и менее высыпают из объемомера на лист чистой бумаги в виде конуса, затем конус с помощью пластинки развертывают в диск, который снова пересыпают в конус. Процесс перемешивания повторяют 2 - 3 раза для получения однородной среды. Из противоположных частей диска отбирают пробы объемом 1 см^3 каждая.

Загрузочные цилиндры с дробью и пробами помещают в прибор ПОАП-2м и включают на 20 мин. После испытания дробь промывают. Для этого каждую навеску дроби помещают в чистые загрузочные цилиндры, заполненные на 2/3 объема водой. Загрузочные цилиндры с дробью и водой помещают в прибор ПОАП-2м и включают его на 3 мин. Промытую дробь протирают сухим хлопчатобумажным материалом, взвешивают каждую навеску и определяют потерю массы дроби ΔQ (мг).

Определение физико-механических параметров по результатам испытаний

Коэффициент динамической прочности породы определяет по формуле:

$$F_{д} = \frac{20n}{h} = \frac{200}{h}, \qquad (2.1)$$

где n=10 - число сбрасываний гири на приборе ПОК;

h - отсчет по шкале цилиндра объемомера, мм.

Коэффициент абразивности исследуемой породы определяют по формуле:

$$K_{\text{абр}} = \frac{\Delta Q}{100}\ , \tag{2.2}$$

где ΔQ - потеря массы дроби, мг.

Коэффициенты динамической прочности и абразивности определяются по двум пробам.

За средние значения $F_{\text{д}}$ или $K_{\text{абр}}$ принимаются среднеарифметические двух определений при условии:

$$Z = \frac{X_1 - X_2}{(X_1 + X_2)/2} \cdot 100 \langle 25\ \%, \tag{2.3}$$

где X_1 и X_2 - значения двух определений $F_{\text{д}}$ и $K_{\text{абр}}$.

В случае отклонения от приведенного условия проводятся дополнительные определения. Из полученных значений $F_{\text{д}}$ и $K_{\text{абр}}$ выбираются те два, для которых выполняется условие (2.3).

На основании определенных опытным путем значений динамической прочности $F_{\text{д}}$ и коэффициента абразивности $K_{\text{абр}}$ можно определить объединенный комплексный показатель бурности $\rho_{\text{м}}$ по формуле:

$$\rho_{\text{м}} = 3F_{\text{д}}^{0.8} \cdot K_{\text{абр}} \tag{2.4}$$

Лабораторная работа № 3.
Определение энергоемкости процесса распиловки горных пород алмазным диском

Распиловка является начальной операцией в обработке каменного сырья. Для распиловки горных пород используют несколько типов алмазных пил и станков, конструкция которых зависит от размеров камней и конкретной цели распиловки.

Процесс распиловки можно контролировать по показаниям электроприборов, которые устанавливаются в системе электропривода для измерения силы тока, напряжения и потребляемой мощности.

Оценка процесса распиловки возможна по удельным затратам электроэнергии на единицу площади распиливания, которая зависит от ФМС горных пород, параметров режущего инструмента и технологических параметров распиливания.

Задачей исследования является определение энергоемкости процесса распиливания горных пород с различными ФМС на камнерезном станке.

Технические средства для определения энергоемкости процесса распиловки

В качестве распиловочного механизма используется серийный камнерезный станок ПТ-44, оснащенный алмазным отрезным диском:

Техническая характеристика камнерезного полуавтомата ПТ-44

Наибольшая высота обрабатываемой заготовки, мм ….	150
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки, мм …..	160
Частота вращения шпинделя, об/мин ……..	1500
Инструмент: круг отрезной, 2726-0272 ГОСТ 10110-78	1000
диаметр, мм ……	450
толщина, мм……	2,4
Скорость подачи (продольное перемещение салазок), мм/мин	
при модуле червячной передачи m = 1……..	5,4-31,5
m = 2……..	10,8-63
Питающая эл. сеть:	
род тока…….	Переменный
частота тока, Гц……	50
напряжение, В……..	220, 380
Электродвигатель	
Тип…….	4А80В (АИР90В)
мощность, кВт……..	1,5 (2,2)
частота вращения, об/мин……..	1500
габариты, мм, не более……	1240 890 940
масса, кг, не более……..	350

Принцип работы камнерезного полуавтомата ПТ-44

Привод станка осуществляется от электродвигателя *1* (рис. 3.1) Вращение от двигателя передается через клиноременную передачу на шпиндель *2*, на котором закреплен алмазный круг *10*. Вращение шпинделя двухскоростное, так как шкив шпинделя имеет два ручья с разными диаметрами.

При распиловке заготовок продольная подача заготовки *11* производится механически от двигателя *1* через клиноременную передачу, червячную передачу *7*, передачу "винт-гайка", гайка *8* которой является разъемной. При разомкнутом положении

гайки механическая подача на заготовку не происходит. Заготовка при распиловке надежно закрепляется в зажимном устройстве *9*, которое имеет возможность продольного перемещения по направляющим *4*. Скорость продольной подачи во время распиловки регулируется бесступенчатым вариатором *6*. При переводе рычага влево подача замедляется, вправо - ускоряется

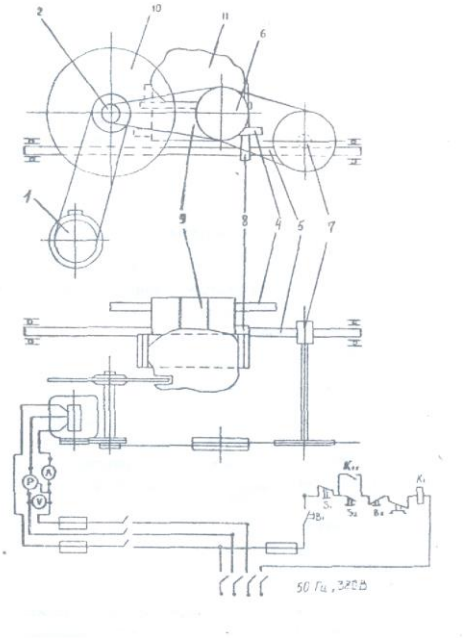


Рис. 3.1. Электромеханическая схема ПТ-44

Приборы для контроля процесса распиловки

Для контроля процесса распиловки камнерезный полуавтомат ПТ-44 имеет электрический щит, оборудованный вольтметром с ценой деления 20 В в диапазоне 500 В, амперметром с ценой деления 0,5 А в диапазоне ЮЛ и ваттметром с ценой деления 0,5 кВт в диапазоне 1,4 кВт.

Для проведения исследований необходимо иметь секундомер.

Методика определения процесса распиловки
Подготовка образцов для распиловки

Для распиловки используются образцы скальных горных пород произвольной формы. Размеры образца следует подбирать из расчета затрат времени на отрезание одной пластины в пределах 4-6 мин. и возможности получения из образца двух пластин толщиной 30 мм и длиной не менее 100 мм. Каждый образец должен быть промаркирован. Полученные при распиловке пластины используются в следующей лабораторной работе.

Подготовка камнерезного полуавтомата ПТ-44

Исследуемый образец закрепляется в зажимном устройстве станка. Для распиловки следует использовать червячное колесо с модулем m=1. Рычагом вариатора устанавливается нужная скорость резания. Рекомендуемая скорость резания при распиловке твердых пород (яшма) -23,4 мм/мин., при распиловке мягких пород (змеевик) – 33,4 мм/мин.

Организация наблюдений за процессом распиловки

В процессе исследований по показаниям ваттметра измеряется потребляемая мощность на холостое вращение алмазного диска и суммарная потребляемая мощность в процессе распиловки. Потребляемая мощность на распиливание определяется по формуле:

$$P_p = \sum P - P_{xx} \quad (3.1)$$

где P_p - потребляемая мощность на распиливание, Вт;

$\sum P$ - суммарная потребляемая мощность, Вт;

P_{xx} - потребляемая мощность на холостое вращение алмазного диска, Вт.

Для получения достоверной информации необходимо провести 3 опыта - параллельные распиловки образца, обеспечивающие получение двух пластин.

Каждый опыт начинается с регистрации потребляемой суммарной мощности в момент начала распиловки. Затем суммарная потребляемая мощность регистрируется с помощью секундомера через каждые 30 с до окончания распиловки.

Результаты наблюдений и обработки заносятся в таблицу.

Регистрация результатов наблюдения и расчетов

Номер парал. набл.	P_{xx}	Суммарная потребляемая Мощность ΣP, Вт										Площадь распила S,м^2	Работа A, Втс	Удельная энергоемкость W, Вт·с/м^2
		0	30	60	90	120	150	180	210	240	270			
Образец №1														
1														
2														
3														
Образец №2														
1														
2														
3														

На основании наблюдений при распиловке каждого образца строятся графики, характеризующие изменение P_P во времени. Форма графика приведена на рис. 3.2.

Определение произведенной работы для распиливания образца

Работа распиливания характеризуется площадью фигуры 5 (рис. 3.2), ограниченной кривой, характеризующей изменение суммарной потребляемой мощности $\sum P$ во времени, и линией, ограничивающей мощность холостого вращения P_{xx}.

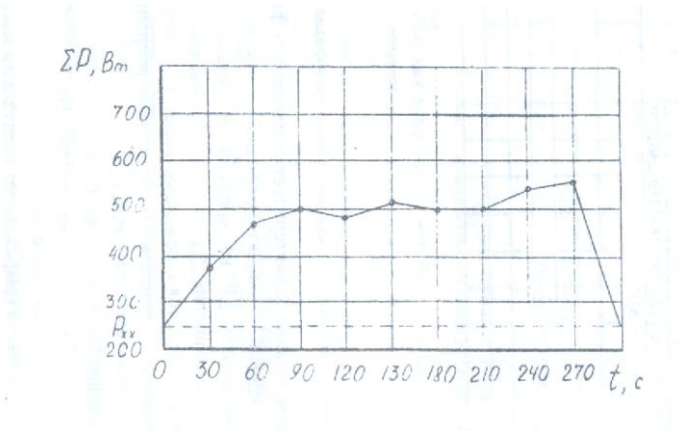


Рис. 3.2. График изменения потребляемой мощности во времени при распиловке яшмы технической.

Площадь S определяется с помощью палетки. Масштаб одной клетки палетки определяется в соответствии с масштабом координат графика:

$$M = P_p t_н, \tag{3.2}$$

где M - масштаб одной клетки, Вт·с;

P_p - масштаб мощности на графике, Вт;

$t_н$ - масштаб времени, с. Приведенный на рис. 4.6 график имеет следующий масштаб:

$M = 100 \cdot 30 = 3000$, Вт·с.

Тогда работа распиливания образца определяется из условия, Вт/с:

$$A = Mm, \tag{3.3}$$

где M - масштаб одной клетки, 3000 Вт·с;

m - количество расчетных клеток палетки в пределах площади, ограниченной кривой изменения $P_Р$ во времени, шт.

Для определения количества расчетных клеток под кривой методом палетки подсчитывается количество полных клеток n_1 и количество неполных клеток n_2. Затем приближенно определяется общее количество расчетных клеток из условия:

$$M=(n_1+n_2)/2. \tag{3.4}$$

Определение площади распила

Площадь поверхности распила образца горной породы определяется также по палетке. В качестве палетки может быть использован лист миллиметровки или разлинованный в клетку тетрадный лист. На палетку накладывается распиленный образец горной породы, и фиксируется площадь распила. Масштаб палетки принимается

$$M= 1 \text{ см}^2 = 0{,}0001 \text{ м}^2.$$

Площадь распила рассчитывается из условия:

$$S=Mm, \tag{3.5}$$

где S - площадь распила, м^2;

M - масштаб палетки, м^2;

m - количество расчетных клеток палетки, шт.

Определение удельной энергоемкости процесса распиливания

Удельная энергоемкость распиливания на единицу площади горной породы рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{A}{S}. \tag{3.6}$$

где W - удельная энергоемкость распиливания, Вт·с/м^2;

A - работа, Вт·с;

S - площадь распила, м^2.

Методика статистической обработки результатов наблюдений

Обобщающими результатами наблюдений, характеризующих энергоемкость процесса распиловки, являются удельные затраты мощности на единицу площади распиловки W_1, W_2, W_3, …, W_n, которые получены при проведении параллельных опытов при распиловке образца определенной горной породы.

Энергоемкость процесса распиловки образца горной породы характеризуется удельными затратами мощности, которые определяются как среднее арифметическое значение удельных затрат мощности при проведении параллельных опытов по формуле:

$$\overline{W} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} W_i \quad . \tag{3.7}$$

Дисперсия удельных затрат мощности параллельных опытов, характеризующих степень разброса вокруг среднего значения, рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{1}{1-n}\sum_{i=1}^{n}(W_i - \overline{W})^2 . \tag{3.8}$$

Среднее квадратическое отклонение результата каждого опыта как абсолютный показатель изменчивости удельных затрат мощности определяется из выражения:

$$S = \sqrt{\frac{1}{1-n}}\sum_{i=1}^{n}(W_i - \overline{W})^2 \quad . \tag{3.9}$$

Отдельным показателем изменчивости удельных затрат мощности параллельных опытов является коэффициент вариации, который рассчитывается по формуле:

$$K_{\text{вар}} = \frac{S}{W}100 \ \% \tag{3.10}$$

Лабораторная работа № 4.

Исследование акустического спектра резания горной породы алмазным диском

Отбор и подготовка образцов

Для исследований необходимо использовать образцы горных пород с известными параметрами динамической прочности, абразивности и модуля продольной упругости. Образец должен иметь форму пластины толщиной 30 мм. Рекомендуется использовать пластины, полученные при выполнении лабораторной работы № 3 данного раздела. Каждый образец должен иметь свою маркировку.

Технические средства для регистрации акустического спектра

Для исследования акустического спектра резания горных пород алмазным диском используется анализатор спектра АС-1.

Акустический спектр регистрируется анализатором спектра АС-1 в пределах звуковых колебаний 16 Гц – 20 кГц при распиловке образца горной породы на камнерезном станке ПТ-44, оснащенном алмазным отрезным диском АС-50 315/250 50 М. Для контроля процесса резания станок оснащен ваттметром, вольтметром и амперметром.

Техническая характеристика анализатора спектра АС-1

Прибор состоит из измерительного блока и двух микрофонов МД 52. Измерительный блок предназначен:

- для усиления сигналов, поступающих от микрофонов;
- выделения из шумового спектра основных гармонических составляющих;
- измерения частоты звуковых колебаний в трех диапазонах (I–20-200 Гц, II - 200-2000 Гц, III - 2-16 кГц);
- измерения уровня звукового давления акустического спектра с помощью микроамперметра.

Функциональная схема АС-1 представлена на рис. 4.2. На схеме показаны:

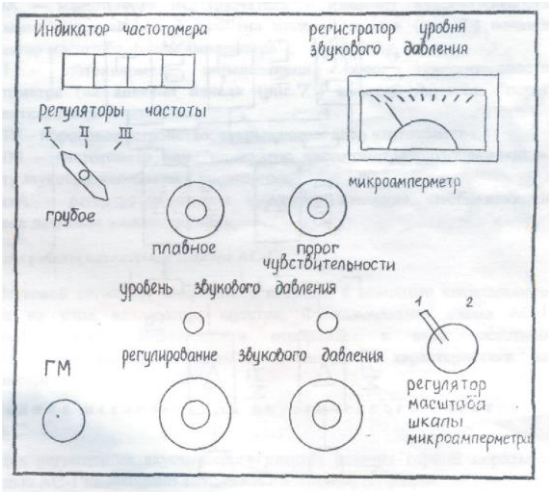


Рис. 4.1. Схема лицевой панели АС-1

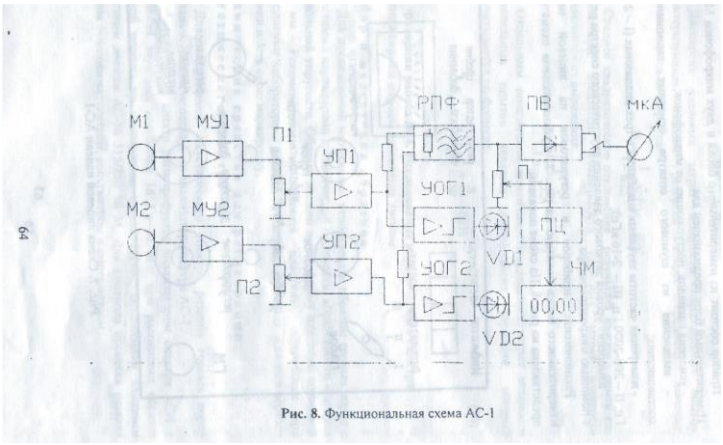


Рис. 8. Функциональная схема АС-1

Рис. 4.2. Функциональная схема АС-1

МУ1, МУ2 -микрофонные усилители 1 и 2 каналов;

П1, П2 - потенциометры установки уровня сигналов с микрофонных усилителей (ручки потенциометров П1 и П2 выведены на лицевую панель (см. рис. 4.2) и обозначены "регулирование звукового давления 1-й канал и 2-й канал");

УОГ1, УОГ2 - усилители-ограничители шумового сигнала с выходом на светоиды VD1, VD2 (на лицевой панели (см. рис. 4.2) светоиды обозначены "уровень звукового давления");

РПФ - режекторный полосовой фильтр с высокой добротностью, (перестройка частоты фильтра осуществляется ручками (см. рис. 4.2) "регуляторы частоты грубое, плавное", расположенными на лицевой панели);

ПВ - прецезионный выпрямитель выделяет положительную полуволну первой гармоники шумового сигнала;

SA - масштабный переключатель - изменяет чувствительность микроамперметра мкА в 2 раза (на лицевой панели (см. рис. 4.2) показан "регулятор масштаба шкалы амперметра");

П - потенциометр, определяющий порог чувствительности частотометра (на лицевой панели (см. рис. 4.2) имеется указатель "порог чувствительности");

ПУ - пороговое устройство, открывающее вход частотометра;

ЧМ - частотометр или "индикатор частотометра", отображающий частоту звуковых колебаний в килогерцах;

мкА - регистратор уровня звукового давления, отображающий звуковое давление в микроамперах.

Принцип работы анализатора спектра АС-1

Звуковой сигнал от микрофонов подается с помощью специального кабеля на вход анализатора спектра. Функциональная схема АС-1 усиливает сигнал, фильтрует и отображает в виде частотной характеристики на частотометре и амплитудной характеристики на амперметре.

Методика исследования акустического спектра на АС-1

Для регистрации акустического спектра резания горной породы с помощью АС-1 необходимо выполнить следующие операции:

Расположение приборов и регуляторов на лицевой панели измерительного блока показано на рис. 4.1,

1. Установить микрофоны в непосредственной близости от режущего инструмента, обеспечив условия предотвращения попадания влаги на микрофоны.
2. Подключить микрофоны к гнезду ГМ прибора.
3. Подключить прибор к сети 220 В.
4. Установить ручки управления прибора в положение, соответствующее готовности прибора к работе. Для этого необходимо выполнить следующие операции.

4.1. Ручки потенциометров "регулирование звукового давления" (П1 и П2) установить в крайнее левое положение (повернуть против часовой стрелки до упора).

4.2. Переключатель "регуляторы частоты грубое, плавное" установить в крайнее левое положение.

4.3. Ручку "порог чувствительности" установить в крайнее левое положение, при этом индикатор частотометра должен показывать 00.00.

4.4. Переключатель ЗА "регулятор масштаба шкалы микроамперметра" установить в крайнее левое положение, при этом стрелочный индикатор мкА должен быть на нуле.

5. Включить камнерезный станок, установить режим подачи с помощью вариатора в зависимости от физико-механических свойств распиливаемого образца и обеспечить работу станка в установившемся режиме резания горной породы.

6. Медленно поворачивать ручки потенциометров П1 и П2 "регулирование звукового давления" по часовой стрелке до включения светоидов УВ1 и УО2. После включения светоидов повернуть ручки П1 и П2 против часовой стрелки, стараясь уловить положение регуляторов уровня сигнала, соответствующее моменту затухания светоидов.

7. Произвести измерения параметров акустического спектра, выполняя последовательно следующие операции.

7.1. Поворачивая ручку "регуляторы частоты плавное" по часовой стрелке, установить по микроамперметру на положение ручки, соответствующее максимальному уровню сигнала в выбранном частотном диапазоне. Точнее можно найти положение ручки, поворачивая ее по или против часовой стрелки.

7.2. Повернуть ручку "порог чувствительности" до включения частотометра в режим счета частоты. Рекомендуется поворачивать ручку не плавно, а дискретно, изменяя угол поворота в связи с некоторым запаздыванием включения счетного устройства.

7.3. Показания частотометра и стрелочного индикатора занести в таблицу. При необходимости взять еще 1-2 отсчета на этом же частотном диапазоне, стремясь отыскать локальный максимум.

7.4. Повернуть ручку "порог чувствительности" против часовой стрелки до сброса показаний индикатора частотометра (до установки 00.00).

7.5. Повернуть ручку "регуляторы частоты плавное" в крайнее левое положение и перейти на следующий частотный диапазон, переключив переключатель «регуляторы частоты грубое» по часовой стрелке в следующее положение.

7.6. Повторить измерения на вновь избранном диапазоне частоты, выполнив пункты 7.1-7.3 Результаты измерений занести в таблицу.

7.7. Выполнив пункты 7.4 и 7.5, перейти на третий диапазон частот, установив переключатель "регуляторы частоты грубое" в положение III (крайнее правое).

7.8. Повторить измерения на III диапазоне частот, выполнив пункты 7.1. - 7.3. Результаты измерений занести в таблицу.

Результаты измерений исследования акустического спектра резания горной породы алмазным диском

Диапазон	I			II			III		
Уровень звукового давления, мкА									
Частота звуковых колебаний, кГц									

Примечания.

1. После выполнения пункта 7.3 положение ручки "регулирование звукового давления" нельзя изменять до окончания работы, в противном случае достоверность характера спектрограммы будет нарушена.

2. В некоторых случаях на одном или двух диапазонах частот могут отсутствовать ярко выраженные основные максимумы, в этом случае рекомендуется ограничиться регистрацией локальных максимумов, стараясь как можно точнее устанавливать порог чувствительности порогового устройства частотомера ручкой "порог чувствительности".

3. Если при измерении локальных максимумов показания стрелочного измерительного прибора весьма малы и отсчет взять затруднительно, можно перевести переключатель SA "регулятор масштаба шкалы микроамперметра" в крайнее правое положение. В этом случае в таблицу следует заносить численное значение, равное 1/2 от показания прибора.

Методика обработки результатов наблюдения

Графическое построение измеренных спектров производится на полулогарифмической бумаге, для того, чтобы весь диапазон измеряемых частот умещался в размерах одного листа формата А4 и при этом масштаб был бы читаемым. Построение спектрограммы (рис. 4.3), характеризующей процесс резания, производится по следующей методике.

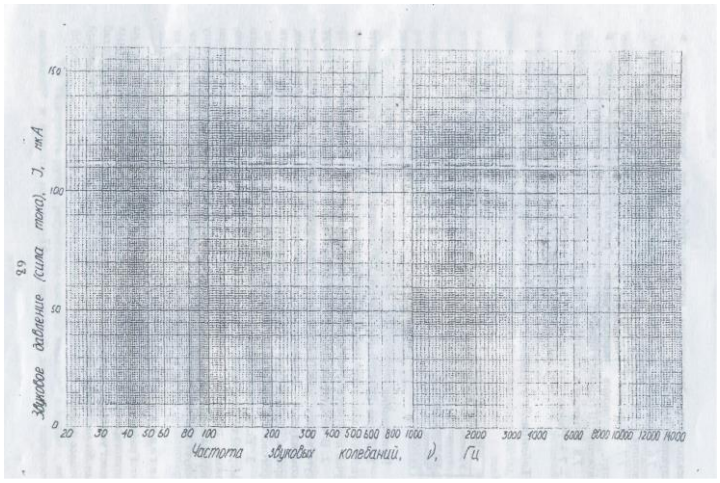


Рис. 4.3. Спектрограмма звуковых колебаний процесса резания

1. На логарифмической шкале абсцисс, соответствующей трем диапазонам АС-1, откладываются частоты в герцах, на линейной шкале ординат – уровни звукового давления акустического спектра резания в микроамперах.
2. На спектрограмме находится уровень звукового давления, соответствующий зарегистрированному максимуму длины полуволны акустического спектра.

Библиографический список

1. Инструкция по применению прибора ПСХ-4 для определения удельной поверхности измельченных материалов/ Госкомитет по промышленности строительных материалов при Госстрое СССР. – М.: 1964. - 14 с.
2. Ржевский В. В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород: учебник для вузов. – 5-е изд, перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. - 359 с.
3. Спивак А. И., Попов А. Н. Разрушение горных пород при бурении скважин: учебник для вузов. – 4-е изд. Перераб. и доп. – М.: Недра, 1986. - 208 с.
4. Ямщиков В. С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. – М.: Недра, 1982.

Министерство образования и науки
Российской Федерации
ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

Г. А. Усов, Ф. П. Сердюков, С. В. Холкин

Методическое пособие
к комплексу практических работ
по дисциплине «Буровые станки и бурение скважин»

для студентов специальности
21.05.02 Прикладная геология

очного и заочного обучения

Приборы, методика оценки параметров

Екатеринбург
2018

ВВЕДЕНИЕ

За последние годы в разведочном колонковом бурении достигнуты значительные успехи по улучшению качества и совершенствовании составов промывочных жидкостей. Этому в большой степени способствовало применение прогрессивных способов бурения малыми диаметрами и увеличение глубин скважин.

При бурении разведочных скважин стали широко применяться малоглинистые и безглинистые промывочные жидкости, аэрированные растворы, активные промывочные жидкости с улучшенными смазочными свойствами. Значительное внимание стало уделяться реологии промывочных жидкостей.

В связи с этим расширился ассортимент приборов для оценки качества промывочных жидкостей и были разработаны новые методы их определения.

Настоящие методические разработки имеют цель ознакомить студентов со всеми приборами и методами оценки структурно-механических, реологических и смазочных свойств промывочных жидкостей, применяемых в разведочном бурении.

В соответствии с ГОСТ 8.002-71 все средства измерений должны пройти государственную или ведомственную поверку. На пригодный к измерениям прибор выдается свидетельство или наносится клеймо с указанием даты поверки.

Приборы и методы оценки структурно-механических свойств промывочных жидкостей

Основными структурно-механическими свойствами промывочных жидкостей являются:

1) удельный вес, г/см^3;
2) условная вязкость, с ;
3) водоотдача, см3 за 30 мин;
4)содержание песка, %;
5)стабильность, г/см3;
6)суточный отстой, %;
7) статическое напряжение сдвига, Па ;
8)динамическое напряжение сдвига, Па ;
9)пластическая или структурная вязкость, Па . с;
10) эффективная вязкость, Па · с;

Первые шесть параметров определяются непосредственно на буровых вышках с помощью приборов и лабораторной посуды, входящих в комплект переносной лаборатории ЛРГ-3. Приборы и лабораторная посуда размещены в специальном деревянном ящике с гнездами и креплениями для каждого предмета, входящего в комплект лаборатории.

Статическое и динамическое напряжение сдвига, а также пластическая и эффективная вязкость определяются в стационарных лабораториях геологоразведочных партий и экспедиций с помощью приборов СНС-2 и ВСН-3.

АРЕОМЕТР АГ-2
НАЗНАЧЕНИЕ

Ареометр АГ-2 предназначен для измерения удельного веса глинистых и цементных растворов, применяющихся при бурении скважин.

ОПИСАНИЕ АРЕОМЕТРА

Ареометр АГ-2 (рис. 1) состоит из поплавка 3 со шкалой 2, соединяющегося на байонете 4 с мерным стаканом 5, и съемного груза 6, крепящегося к стакану. В комплекте с ареометром поставляется ведро-футляр 1 с крышкой, в котором он укладывается между резиновыми гнездами.

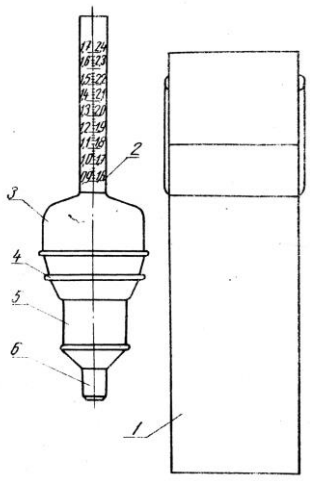


Рис. 1. Ареометр АГ-2 в сборе и ведро-футляр

Техническая характеристика

Ареометр АГ-2 имеет два предела измерения: от 0,90 до 1,70 г/см^3 - при навернутом съемном грузе, от 1,60 до 2,40 г/см^3 - при снятом съемном грузе.

Цена деления ареометра на шкале.....0,02
Точность измерения,
г/см^3……...…….....……...…. ±0,01
Габаритные размеры, мм:
ареометра.....100х450
ведра-футляра.....120х480
Вес комплекта, кг.....2

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗМЕРЕНИЯ

Подготовка прибора к измерению

Подготовку прибора к измерению следует производить в следующей последовательности:

открыть крышку ведра и вынуть ареометр, налить воду в ведро (рекомендуется применять чистую пресную воду, так как в этом случае получаются наиболее точные результаты измерения и не требуется вносить поправку на удельный вес воды), поворотом поплавка относительно мерного стакана открыть байонетный затвор и отделить стакан от затвора,

проверить чистоту мерного стакана и поплавка и при надобности вымыть их водой.

Проверка прибора

Проверку прибора следует производить в следующей последовательности:

налить в мерный стакан ареометра воду до края гофра, соединить поплавок с мерным стаканом, выдавив при этом избыток воды из него, и погрузить собранный ареометр в воду. Стакан заполняется той же водой, что и ведро.

При пресной воде ареометр должен погрузиться под уровень воды в ведре до деления на шкале поплавка, обозначенного "1,0", при навернутом съемном грузе, с точностью >0,005 г/см^3 (четверть деления).

Если удельный вес воды больше 1,00 г/см^3 (морская вода, соленая, буровая), то ареометр погрузится на несколько делений ниже деления, обозначенного "1,0". В этом случае к результатам измерений удельного веса глинистых растворов необходимо прибавить поправку, определяемую как разность между 1,00 и показанием ареометра, заполненного водой.

Ниже приводится пример измерения.

Измерение производится погружением ареометра в морскую воду. Ареометр, заполненный морской водой, при погружении в эту же воду показал на шкале 0,96. Поправка составляет 1,00-0,96=0,04г/см^3

При измерении удельного веса глинистого раствора при погружении в эту же морскую воду показание было 1,41. Истинный удельный вес раствора получается прибавлением поправки, а именно:

$$1{,}41 + 0{,}04 = 1{,}45 \text{ г/см}^3$$

Измерение удельного веса

Измерение удельного веса при помощи ареометра АГ-2 следует производить в следующей последовательности.

Принести в вымытой крышке ведра пробу раствора и перемешать её.

Налить в мерный стакан ареометра раствор до края гофра. Стакан держать в вертикальном положении.

Соединить поплавок со стаканом - вставить штифты на нижней части поплавка в байонетные прорези мерного стакана и повернуть поплавок относительно стакана слева направо до упора. При этом из стакана выдавить избыток раствора. Таким образом отмерится объем пробы.

Смыть водой выдавленный раствор с поверхности мерного стакана, удерживая ареометр в вертикальном положении.

Погрузить ареометр в ведро с водой, дать ему успокоиться и прочесть показание по шкале ареометра на уровне воды в ведре

При навернутом съемном грузе отсчет вести по левой шкале с оцифровкой от 0,9 до 1,7 г/см^3. Если ареометр при навернутом съемном грузе погрузился выше последнего оцифрованного деления на шкале - 1,7 г/см^3, то следует снять груз и отсчет вести по правой шкале с оцифровкой от 1,6 до 2,4 г/см^3.

При погружении ареометра в соленую, морскую или буровую воду обязательно вносить поправку, как указано выше.

После окончания измерения ареометр следует вымыть, насухо вытереть и положить в тумбочку.

Крышку ведра вымыть и закрыть её ведром с водой. При частых намерениях воду из ведра можно не выливать, но обязательно следует следить за её чистотой.

2. ВИСКОЗИМЕТР СПВ-5

Назначение:

Стандартный полевой вискозиметр СПВ-5 предназначен для определения условной вязкости глинистого раствора. Вязкость определяется в секундах времени истечения 500 см^3 раствора из стандартной воронки через трубку диаметром проходного сечения 5 мм и длиной 100 мм при заполнении воронки 700 см^3 раствора.

Комплект вискозиметра (рис. 2) состоит из стандартной воронки и мерной кружки.

В верхнюю часть воронки встроена сетка для очистки раствора от крупных твердых частиц. Воронка заканчивается латунной трубкой с калиброванным отверстием.

Мерная кружка имеет два отделения.

Техническая характеристика

Размеры воронки, мм:
Высота.....400
верхний диаметр.....150
время истечения из воронки 5ООсм3 воды, с.....15-+0,4
Объем мерной кружки, $см^3$:
первого отделения.....500
второго отделения.....200
Размеры кружки, мм.....70х190

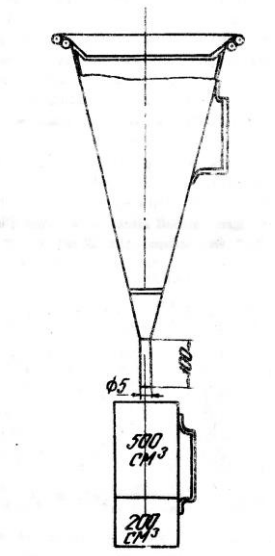


Рис. 2. Вискозиметр СПВ – 5 с кружкой

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗМЕРЕНИЙ

Определение условной вязкости глинистых растворов при помощи вискозиметра СПВ-5 следует производить в следующей последовательности:

a) промыть воронку вискозиметра и кружку водой и подготовить пробу раствора;

b) закрыть отверстие трубки пальцем правой руки и налить в воронку через сито 700 $см^3$ испытуемого раствора мерной кружкой - 500 $см^3$ и 200 $см^3$

c) подставить кружку объемом 500 $см^3$ под трубку вискозиметра, слить в нее часть раствора и влить обратно его в воронку. Повторить эту операции два-три раза;

d) подставить кружку объемом 300 $см^3$ под трубку вискозиметра и одновременно открыть отверстие трубки, убрать палец, и пустить левой рукой секундомер;

e) в момент заполнения кружки до края остановить секундомер, закрыть отверстие трубки пальцем и прочесть показание секундомера;

f) для определения условной вязкости испытуемого раствора провести 10-15 замеров и, применяя распределение Стьюдента, определить среднее значение /Ā/ и доверительный интервал /6/ при выбранной вероятности /Р/;

g) вымыть и вытереть воронку и кружку и вложить их в ящик лаборатории в соответствующие гнезда.

3. ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЙ ВОДООТДАЧИ ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ ТИПА ВМ-6

Назначение:

Прибор ВМ-6 предназначен для определения фильтруемости водоотдачи глинистых растворов в производственных условиях бурения.

Показатель водоотдачи глинистых растворов представляет собой количество фильтрата в см3, выделяющегося в течение 30 мин под избыточным давлением в 1 кг/см3 при диаметре фильтра 75 мм.

Показатель водоотдачи характеризует способность глинистого раствора отдавать свободную воду под давлением через пористую перегородку в пласт и образовывать на этих перегородках глинистую корку.

Прибор градуирован в кубических сантиметрах при диаметре фильтра 75 мм.

При измерении водоотдачи раствора одновременно определяют толщину образующейся на фильтре глинистой корки.

Описание конструкции

Прибор ВМ-6 (рис. 3.) состоит из трех основных узлов; фильтрационного стакана 6 с принадлежностями, напорного цилиндра 4 и Кронштейна 13.

Фильтрационный стакан 6 на верхнем конце имеет горловину с наружной резьбой и отверстием. Нижний конец его имеет расточку

диаметром 53 мм, выточку под решетку фильтра и наружную резьбу М68х3 под поддон 10, которым крепится решетка 7.

Для предупреждения проворачивания решетки и поддержания в связи с этим фильтровальной бумаги на решетке сделан пав под выступ, имеющийся в выточке фильтрационного стакана. В нижней части поддона 10 имеется резьба, в которую ввернут винт 11 с перекидной ручкой 12. В поддон вложен клапан 9 с резиновой прокладкой, который винтом 11 прижимается к решетке 7 и таким образом запирает отверстие.

При определенной водоотдачи раствор наливается в стакан с закрытой клапаном решеткой и вложенной фильтровальной бумагой.

Узел напорного цилиндра состоит из собственно цилиндра 4 в ввернутой в него на красно-медной прокладке втулкой и напрессованной в горячем виде чашкой, плунжера 1, притертого по втулке, и груза-шкалы 3, укрепленного на плунжере. Шкала нанесена на прозрачную пластмассу (оргстекло) и прикреплена к грузу винтами; шкала прикрывает сквозную прорезь на снятой вдоль груза лыске. Сквозь эту прорезь видна отсчетная риска 2 на верхнем конце втулки цилиндра.

Для установки шкалы прибора на ноль и для спуска масла из цилиндра в нижней части цилиндра имеется отверстие, перекрываемое иглой 5. Масло из этого отверстия сливается в чашку.

Нижний конец цилиндра имеет внутреннюю резьбу для соединения с фильтрационным станком. Для уплотнения места соединения цилиндра со стаканом предусмотрена прокладка из маслостойкой резины, которая меняется по мере износа. Размеры прокладки: наружный диаметр - 35 мм, диаметр отверстия - 20 мм, толщина 3 * 4 мм.

Кронштейн 13 литой, в нижней части его предусмотрено место для чашки, в которую стекает фильтрат. Кронштейн стоит на трех резиновых ножках 14. В кольцо 10 кронштейна вставляется прибор в собранном виде.

Техническая характеристика

Предел измерения за 30 мин при диаметре фильтра 75 мм, $см^3$..... 40
Цена деления шкалы при диаметре фильтра 75 мм, $см^3$..... 1
Точность измерения, $см^3$.....±0,5
Давление фильтрации, Па 9,81*104
фактический диаметр фильтра, мм …….....53
Габаритные размеры, мм……..…….....120x160x360
Вес (без упаковки),
кг…….....……..0,7

Принцип действия:

Испытуемый раствор наливается в фильтрационный стакан 6, (рис. 3) с фильтром на решетке 7; закрытым клапаном 9, впредь до открытия которого фильтрация не начинается. На фильтрационный стакан навернут цилиндр 4, заполненный поверх раствора маслом. В этот цилиндр входит плунжер 1 с грузом-шкалой 3, создающий давление фильтрации 98066,5 Па фильтрация начинается после открытия клапана 9.

По мере фильтрации объем пробы раствора в фильтрационном стакане уменьшается на количество выделившегося фильтрата и плунжер под действием груза соответственно опускается. Количество выделившегося фильтрата определяется по перемещениям плунжера, градуированным на шкале в см3.

В притертой паре плунжер-втулка возникает трение, влияющее на постоянство давления фильтрации. Для устранения трения плунжер необходимо периодически вращать рукой. С целью уменьшения этих вращений в плунжере имеется глухое сверление - воздушный буфер.

Принцип действия прибора обеспечивает:

a) точное определение момента, начала фильтрации при помощи запорного клапана на решетке фильтра;
b) точное измерение количества фильтрата, которое выделяется за любой промежуток времени;
c) постоянство давления с момента начала фильтрации.

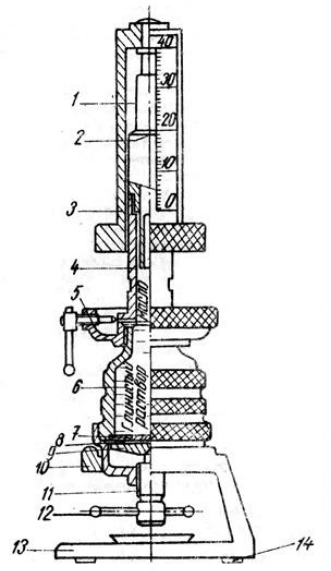


Рис. 3. Прибор ВМ-6 в сборе

Подготовка прибора к работе

Для предупреждения ржавления прибор ВМ-6 при упаковке на заводе смазывается снаружи и внутри вазелином. При длительном хранении в неблагоприятных условиях вазелин может загустеть и частично окислиться, в результате чего плунжер

будет трудно вынуть из цилиндра. Поэтому по получении со склада прибор следует разобрать в следующем порядке:

a) отвернуть цилиндр от стакана;

вынуть плунжер из цилиндра (при необходимости плунжер можно извлечь осторожными ударами деревянного молотка по его нижнему концу);

b) вывернуть винт из поддона;
c) вывернуть стакан из поддона и извлечь решетку и клапан.

Все детали прибора вымыть бензином или горячей водой и насухо вытереть, а плунжерную пару вымять керосином и смазать маслом. Не смазанный маслом плунжер во втулку не вставлять.

Чтобы убедиться в исправности прибора, необходимо проверить:

a) резьбовые соединения (при надобности их следует расходить, чтобы они легко заворачивались от руки);
b) герметичность плунжерной пары и места соединения цилиндра со стаканом;
c) плавность движения плунжера.

Проверка герметичности производится следующим образом:

a) в собранный фильтрационный стакан с вложенной в него фильтровальной бумагой и закрытым на решетке фильтра клапаном наливается густой глинистый раствор;
b) стакан устанавливается в кронштейне и на него навертывается цилиндр без плунжера;
c) цилиндр заполняется маслом до верха, после чего в него вставляется плунжер;
d) с помощью иглы из цилиндра спускается масло, и нулевое деление на шкале подводится к риске на цилиндре. При такой операции плунжер следует вращать рукой;
e) места резьбовых соединений и поверхность цилиндра должны быть насухо вытерты, чтобы можно было обнаружить места утечки;
f) периодически вращая плунжер, в течение 30 минут наблюдают за его показаниями, В исправном приборе заметного изменения показаний не должно быть; максимальное изменение может быть не более 1/2 деления.

Если утечка больше 1/2 деления, то необходимо выявить место утечки. Утечка может быть в плунжерной паре, местах крепления втулки к цилиндру и соединения цилиндра со стаканом, в местах неплотного прилегания клапана, в месте прижатия решетки к стакану.

Об утечке в плунжерной паре и в месте крепления втулки к цилиндру свидетельствуют подтеки, появляющиеся в верхней части цилиндра, который до пуска прибора в работу должен быть чисто вытерт.

Утечки в месте соединения цилиндра со стаканом легко обнаруживается по появлению масла под резьбой. Это место также должно быть тщательно вытерто. Ликвидировать утечку можно сменой прокладки

или подтягиванием резьбы. Слишком туго затягивать резьбу не следует, так как при этом прокладка может иногда выворачиваться.

Утечки через клапан в месте прижатия решетки к стакану не оказывают влияния на работу прибора, но при проверке на герметичность их необходимо устранять, для этого клапан следует туго прижать.

Утечки через место прижатия решетки к стакану обнаруживается по появлению раствора или фильтрата на выходе резьбы.

Плавность движения плунжера проверяется при промытой и смазанной машинным маслом плунжерной паре и заключается в том, что плунжер с любого положения должен свободно и равномерно опускаться без поворачивания. Если плунжер задерживается или движется очень медленно, его следует вновь промыть керосином и смазать маслом, после чего расходить во втулке.

ПРОМЫВАТЬ ПЛУНЖЕРНУЮ ПАРУ БЕНЗИНОМ НЕЛЬЗЯ - ЭТО МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ ЗАЕДАНИЕ!

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ИЗМЕРЕНИЯ

Измерения водоотдачи должно быть произведено при температуре не ниже 10 °С , так как при более низких температурах водоотдача раствора уменьшается.

Работу по определению водоотдачи глинистых растворов следует вести в следующей последовательности:

1. Установить прибор на ровной поверхности.
2. Вынуть плунжер из цилиндра и положить рядом с кронштейном.
3. Отвернуть цилиндр, проверить, закрыта ли игла, и положить цилиндр на тумбочку.
4. Разобрать стакан - вывернуть из поддона, вынуть решетку и клапан - вытереть насухо все детали.
5. Взять заготовленный кружок фильтровальной бумаги, смочить его водой и наложить на решетку, после чего удалить избыток воды с поверхности бумаги, промокнув её сухим кружком. При непрочной фильтровальной бумаге следует положить на решетку два кружка.
6. Решетку с фильтровальной бумагой вложить в выточку стакана, бумагой внутрь так, чтобы паз на решетке попал на штифт в выточке стакана. Наложить на решетку клапан и навернуть поддон на стакан. Винт, крепящий клапан, должен быть вывернут. Вставить собранный стакан в кронштейн и прочно затянуть руками резьбу, после

чего клапан закрыть винтом.

7. Подготовить секундомер и положить его рядом с прибором.
8. Взять ведро с пробой раствора, последнюю тщательно пере-мешать и налить в стакан кружкой от вискозиметра (стороной объемом 200 $см^3$). После окончания вытереть резьбу стакана. Стакан следует заполнить на 3-4 мм ниже края горлышка.
9. Навернуть цилиндр на стакан, предварительно проверить исправность прокладки.
10. Налить в цилиндр машинное масло (масло должно быть не очень густым; слишком густое масло разбавляется керосином). Масло наливается на внутренний край цилиндра так, чтобы оно стекало по стенкам цилиндра. Масло следует наливать до такого уровня, чтобы до верхнего края втулки оставался 1 см.
11. Вставить плунжер в цилиндр. При этом плунжер за счет сжатия воздуха в его плотности просядет на 2-3 см.
12. Приоткрыть спускную иглу и, вращая плунжер рукой за накатку на грузе, подвести нулевое деление на шкале к отсчетной риске на верхнем крае втулки цилиндра.

Неопытному исполнителю это не всегда удается, и нулевое деление опускается ниже риски. В этом случае надо записать показание по шкале против риски, принять его за нуль и из всех следующих показаний вычитать нулевое показание (например: нулевое показание 1,5 $см^3$, показание за 30 минут - 23 $см^3$. Вычитая из 23см3 1,5 $см^3$, получаем 21,5 $см^3$).

Нулевое деление может опускаться ниже риски и в случае определения водоотдачи раствора, насыщенного газом (из-за сжатия газа в растворе под давлением). Если в этом случае нулевое деление опустится ниже риски не более чем на шесть делений и водоотдача у раствора будет небольшая, то следует пользоваться тем же приемом, что и в первом случае, т.е. из показаний вычитать нулевое показание.

Если же нулевое деление опустится ниже, чем на десять делений, то следует вынуть плунжер, перевернуть его, залить его полость маслом, прикрыть отверстие пальцем и вновь вставить в цилиндр. В этом случае шкала остановится на 6-8 делений выше, чем при незаполненной полости плунжера.

Примечание. Операции, перечисленные в пунктах 7, 8, 9, 10 и 11 следует производить быстро, так как при нестабильных растворах за время от момента налива раствора в стакан до момента начала фильтрации может образоваться осадок, из-за чего исказится результат измерения.

13. Взять в левую руку секундомер, а правой открыть клапан, вывернув винт на один - два оборота. В момент открытия клапана пустить секундомер.

14. При производственных измерениях достаточно веять один отсчет через 30 минут. В течение этого времени периодически вначале чаще, вращать плунжер за накатку на грузе.

При взятии отсчетов глаз исполнителя должен находиться на уровне отсчетной риски на втулке цилиндра и на расстоянии от нее около 30-40 см.

15. После взятия отсчета открыть спускную иглу, выпустив масло из цилиндра и опустить плунжер с грузом. После этого при открытой игле вынуть плунжер с грузом. После этого при открытой игле вынуть плунжер из цилиндра и, если его конец запачкан раствором, смыть последний.

16. Закрыть иглу, отвернуть цилиндр со стакана и слить масло из чашки цилиндра в бачок для масла.

17. Промыть фильтрационный стакан, не разбирая его. Для этого подставить его горлышко под слабую струю воды; масло при этом всплывет и уйдет ив стакана вместе с водой и раствором. Затем вылить воду и остаток раствора из стакана и разобрать его.

18. Поставить стакан на ладонь левой руки так, чтобы он опирался на нее краями, а не решеткой, и легкими ударами правой ладони по горлышку выбить корку с решеткой.

Если корка прочно прилипла к стенкам стакана, её следует выдуть ртом.

19. Смерить толщину корки и записать.

20. Вымыть и вытереть детали фильтрационного стакана и собрать их.

Вымыть и вытереть цилиндр; проверить, не загрязнена ли внутренняя поверхность втулки цилиндра глинистым раствором, прочистить втулку, смазать её маслом и навернуть цилиндр на стакан.

Вставить смазанный маслом плунжер в цилиндр и установить прибор на кронштейн.

21. Прибор следует хранить в собранном виде, в защищенном от пыли месте - в ящике переносной лаборатории или в шкафу.

Примечание: 1. Так как прибор точно воспроизводит кинетику процесса фильтрации, т.е. зависимость количества выделившегося фильтрата по времени, и так как эта зависимость, изображенная в логарифмических координатах, представляет собой прямую линию, то на приборе ВМ-6 можно производить фильтрацию в течение 10-15 минут с последующей экстерполяцией по графику. Для этого в комплекте прибора поставляются бланки со специальной логарифмической сеткой.

В этом случае за время определения следует взять не менее двух отсчетов - один за 2 или 3 минуты фильтрации и второй за 10 или 15 минут. Полученные отсчеты наносятся на бланк, который разграфлен девятью вертикальными линиями на минуты (левая крайняя линия соответствует 1-ой минуте, следующие - 2-ой, 3-ей, 4-ой, 5-ой, 10-ой, 15-оР, 20-ой и 30 минутам), горизонтальными линиями на кубические сантиметры (от 1 до 100 $см^3$). Часть этих линий обозначена цифрами, соответствующими числу кубических сантиметров.

На вертикальной линии, соответствующей 2-ой минуте, в месте её пересечения с горизонтальной линией, соответствующей отсчитанному числу кубических сантиметров, ставится точка. Таким же образом наносится точка, соответствующая отсчету за 10 и 15 минут. Через полученные две точки карандашом проводится прямая линия до пересечения с правой крайней вертикальной линией, соответствующей 30-ти минутам

фильтрации.

По шкале горизонтальных линий отсчитывается величина водоотдач в кубических сантиметрах за 30 минут фильтрации, поскольку за единицу водоотдачи глинистых растворов принято количество фильтрата, выделяющегося из раствора за 30 минут через фильтр диаметром 75 мм.

Пользуясь этим приемом, можно сократить время фильтрации до 10 минут и, кроме того, определять водоотдачу раствора большую, чем 40 $см^3$ за 30 минут.

Ошибка в определении водоотдачи за 30 минут по 10-минутному замеру не превышает 0,5 $см^3$ при водоотдачах до 20 $см^3$ и не больше 2 $см^3$ при больших водоотдачах.

Для сопоставления результатов измерения водоотдачи прибором ВМ-6 с другими приборами, градуированными в кубических сантиметрах, при фильтре диаметром 75 мм, необходимо применять нерасчетный коэффициент. Последний определяется как отношение площадей фильтрации, так как количество фильтрата прямо пропорционально площади фильтрации.

4. ОТСТОЙНИК - ОМ

Назначение:

Металлический отстойник ОМ-2 предназначен для определения процента содержания песка в глинистом растворе.

Содержание в глинистом растворе твердых частиц разбуренных пород и нерастворенных комков глины определяется процентом песка в пробе раствора, отстоенного за одну минуту покоя в отстойнике из пробы разжиженной водой в отношении 1:9.

Описание прибора:

Отстойник ОМ-2 (рис.4) представляет собой цилиндрический сосуд 2 с плотной крышкой 1, в нижней части которого укреплена сменная бюретка 3, защищенная чехлом. В верхней части цилиндра на уровне объема 500 $см^3$ имеется отверстие Ø 3 мм.
Крышка отстойника служит для отмеривания раствора.
Крепление бюретки 3 осуществляется при помощи винта 4, черев перекладину 5 и шайбу 6 с резиновой прокладкой 7.

Герметизация крепления бюретки обеспечивается резиновой прикладкой 8.

Техническая характеристика

Объем отстойника, $см^3$..... 600
Объем крышки, $см^3$..... 50
Объем бюретки, $см^3$..... 10
Габаритные размеры, мм:
Диаметр.....60
Высота.....345
Вес.....0,3
Бюретка градуирована через 0,1 $см^3$, каждое десятое деление шкалы обозначено цифрой.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение процента содержания песка в глинистом растворе при помощи отстойника ОМ-2 следует производить в следующей последовательности:

a) промыть отстойник и вытереть его;
b) снять крышку отстойника, отмерить ею 50 $см^3$ раствора и влить его в отстойник через горлышко;
c) не вынимая крышки, зачерпнуть ею воду, растворить в ней оставшийся на её внутренних стенках раствор и влить в отстойник.

С помощью крышки наполнить отстойник водой до уровня трехмиллиметрового отверстия на его боковой поверхности, держа отстойник вертикально. Подождать, пока вода прекратит вытекать из этого отверстия;

d) плотно закрыть отстойник крышкой и повернуть его в горизонтальное положение трехмиллиметровым отверстием вверх.
Прижимая крышку ладонью правой руки и прикрывая отверстие пальцем той же руки, интенсивно взболтать содержимое отстойника

e) повернуть отстойник в вертикальное положение, выждать одну минуту по часам или секундомеру и прочесть показание по шкале бюретки против уровня осевшего песка
ПРОЧИТАННОЕ ПОКАЗАНИЕ, УМНОЖЕННОЕ НА ДВА, БУДЕТ ПОКАЗАТЕЛЕМ СОДЕРЖАНИЯ ПЕСКА В РАСТВОРЕ, ВЫРАЖЕННОМ В ПРОЦЕНТАХ.

f) вылить из отстойника содержимое, промыть его водой, вытереть и вложить на место в ящик лаборатории.

СМЕНА БЮРЕТКИ

При поломке бюретки или необходимости извлечь её для чистки следует вывернуть винт 4 (рис. 4), извлечь перекладину 5 и шайбу 6 с резиновой прокладкой 7, а за ними - бюретку 3.

Перед тем как вставить бюретку, следует проверить исправность верхней прокладки 8 и при надобности сменить её.

Сборка ведется в следующем порядке: вставить бюретку, плотно уперев её в верхнюю прокладку, вложить шайбу 6 с резиновой прокладкой 7, вставить перекладину 5 в овальные отверстия чехла, ввернуть винт 4 и прижать им бюретку.

5. ЦИЛИНДР ЦС-2

Назначение:

Цилиндр ЦС-2 предназначен для определения стабильности глинистых растворов.

Показатель стабильности глинистого раствора определяется как разность удельных весов верхней и нижней половины пробы раствора отстоенной в течение суток в цилиндре высотой 200 мм.

ОПИСАНИЕ ПРИБОРА

Цилиндр ЦС-2 (рис. 5) выполнен из тонкого листового железа и окрашен нитроэмалью. Посредине высоты цилиндра имеется отвод с резиновой пробкой для слива верхней половины раствора.

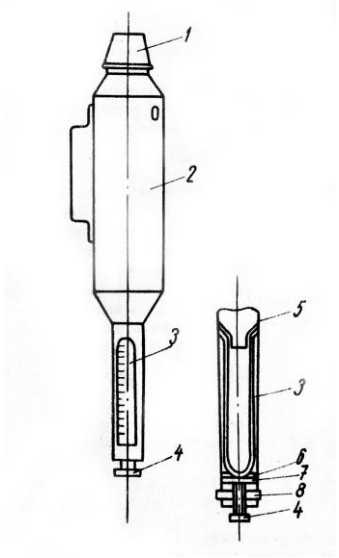


Рис. 4 Отстойник ОМ-2

Техническая характеристика

Высота столба раствора в цилиндре..... 200
Объем цилиндра, $см^3$..... 800
Габаритные размеры, мм..... 100х210х110
Вес, кг..... 0,5

ИНСТРУКЦИЯ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Определение стабильности глинистых растворов при помощи цилиндра ЦС-2 следует производить в следующей последовательности:

a) Вымыть цилиндр водой и вытереть насухо снаружи и внутри;

b) Влить пробу раствора в цилиндр до края, предварительно тщательно перемешать её;

c) Установить заполненный цилиндр в спокойном месте на сутки, отметив время по часам;

d) Через 24 часа открыть пробку, слить верхнюю часть пробы раствора вместе с отстоявшейся водой в кружку, тщательно перемешать слитый раствор и определить его удельный вес ареометром АГ-2, закрыть отвод пробкой, тщательно перемешать в цилиндре отстоявшуюся нижнюю половину раствора и определить её удельный вес.1

e) При определении удельного веса ареометром АГ-2 обязательно погружать его при обоих измерениях в одну и ту же воду;

f) Определить показатель стабильности глинистого раствора вычитанием первого показания ареометра из второго;

g) Вымыть цилиндр, вытереть насухо и вложить на место в ящик лаборатории.

6 . ИНСТРУКЦИЯ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ СУТОЧНОГО ОТСТОЯ ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ МЕРНЫМ ЦИЛИНДРОМ

Показатель суточного отстоя глинистого раствора определяется как процент воды, отстоявшейся за сутки на пробы раствора.

Определение суточного отстоя глинистых растворов производится стандартным мерным цилиндром объемом 100 см3 с ценой деления 1 см. Для этих определений также необходимы часы.

Определения следует производить в следующей последовательности:

a) вымыть мерный цилиндр водой и вытереть насухо снаружи и внутри;
b) тщательно перемешанную пробу раствора налить в цилиндр до сотого деления на шкале;
c) поставить цилиндр с раствором в спокойное место, отметить время и оставить на 24 часа;
d) черев 24 часа прочесть на шкале цилиндра отсчет положения уровня раздела раствора и отстоявшейся воды и вычесть полученное показание из 100. Результат вычитания является показателем суточного отстоя в .процентах;
e) вымыть цилиндр и вложить его в ящик лаборатории.

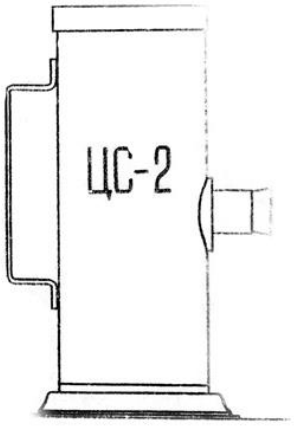


Рис.5. Цилиндр ЦС-2

7. ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СДВИГА ГЛИНИСТЫХ РАСТВОРОВ ТИПА СНС-2

Прибор СНС-2 предназначен для измерения статического напряжения сдвига глинистых растворов и применяется в условиях лабораторий геологоразведочных партий и экспедиций.

Прибор переносной и может быть использован в полевых условиях на буровой вышке.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Прибор для определения статического напряжения сдвига основан на принципе вискозиметра с соосными цилиндрами.

На тонкой упругой нити подвешен цилиндр, погруженный в соосный полый цилиндр, заполненный испытуемой жидкостью, при вращении внешнего цилиндра жидкость, находящаяся в нем, увлекает за собой подвешенный цилиндр до тех пор, пока момент закрученной нити не станет равным крутящему моменту, определяемому вязкостью испытуемой жидкости и размерами подвешенного цилиндра.

Измерение статического напряжения сдвига глинистых растворов является частным случаем применения вискозиметра с соосными цилиндрами и производится при весьма малых скоростях вращения внешнего цилиндра, й данном приборе принята скорость вращения внешнего цилиндра 0,0032 с-1, что соответствует линейной скорости 4 . 10-6 м/с; эта скорость несколько превышает предел скорости так называемой вариантной зоны, в которой определяемая величина строго соответствует понятию статического напряжения сдвига любых известных глинистых растворов. Однако уменьшение скорости влечет за собой либо снижение точности отсчета и измерении либо увеличение производства измерений.

Время для производства измерений при наличии тиксотропии растворов должно быть как можно меньше и в соответствии с принятой методикой измерения не должно превосходить 60 секунд, чему соответствует поворот внешнего цилиндра прибора на 72°, а шкалы прибора - на несколько меньшую величину.

Нити для различных пределов измерения подбираются из этих соображений, а именно: закручивание нити на угол 65-70° должно соответствовать крутящему моменту, определяемо ну по предельному значению измеряемого статического напряжения сдвига.

В приборах с соосными цилиндрами на результаты измерения оказывает влияние момент, возникающий на донной части подвешенного внутреннего цилиндра. С целью уменьшения этого влияния нижняя часть внутреннего цилиндра расточена,

благодаря чему при погружении цилиндра в испытуемую жидкость в расточке остается воздух. Таким образом, дно цилиндра не имеет контакта с испытуемой жидкостью.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Прибор для измерения статического напряжения сдвига глинистых растворов (рис. 8) состоит из измерительной части и привода, смонтированных на прямоугольной плите 1 . Для регулировки положения прибора плита снабжена двумя регулируемыми опорами 2 и одной неподвижной 11. Измерительная часть состоит из двух узлов: узла внешнего подвижного цилиндра и уела подвесного цилиндра с упругой измерительной системой.

Узел внешнего цилиндра состоит из корпуса 10, расположенном на стояке 12, имеющем строго концентрическую расточку под внешний цилиндр и канавку под спиральную бесконечную пружину.

Узел подвесного цилиндра, монтирующийся на вертикальном кронштейне 3, состоит из:

1. Цилиндра 9 с расточкой под конус Морзе № 1 и расточка в донной части для защитного пузыря. Цилиндр имеет накатанную наружную поверхность, обеспечивающую прочную связь с испытуемым раствором.

Выполнен цилиндр из латуни с матовым никелевым покрытием.

2, Трубки 6, один конец которой имеет конусную поверхность и резьбу под винт соосного соединения с цилиндром, а второй конец выполнен открытым для размещения в нем упругой нити 5. Крепление нити в трубке и регулирование соосности нити с трубкой осуществляется тремя винтами в утолщении трубки над конусом. Средняя часть трубки имеет концентричную площадку с уступом для установки шкалы 7.

3. Шкала 7 с делениями, нанесенными через 1° на её конической поверхности. Для грубой установки шкалы на нуль предусмотрены 8 отверстий, одним из которых она надевается на штифт, имеющийся на соответствующей площадке трубки.

4 Стрелки 3, укрепленной на кронштейне и имеющей наконечник из прозрачного оргстекла и нанесенными на нем с обеих сторон рисками, исключающими ошибку параллакса при отсчете.

5 . Нити 5, изготавливаемой из стальной пружинной проволоки и имеющей 2 наконечника: нижний в виде втулки, входящий в трубку с зазором в 1 мм на сторону, и верхний в виде диска с фаской, на которой выгравирован номер нити.

Весь узел подвешивается на конусной пробке 13, которая в свою очередь плотно устанавливается в конусной втулке, запрессованной в кронштейн. Поворотом пробки шкала прибора устанавливается на нуль по стрелке.

Привод внешнего цилиндра осуществлен от синхронного электрического двигателя СД-2 (2 позиции 4) через редуктор и гибкую передачу 1:2.

Привод прикреплен к плите прибора через амортизатор из губчатой резины, предназначенный для защиты измерительной части прибора от вибраций двигателя.

Для включения двигателя предусмотрены тумблер, укрепленный на кронштейне прибора, и шнур с вилкой для подключения к сети.

Для заполнения внешнего цилиндра испытуемым глинистым раствором предусмотрена специальная мерная кружка объемом 120 мл.

Прибор поставляется в специальном ящике.

ПОДГОТОВКА ПРИБОРА К РАБОТЕ

Лабораторные занятия выполняются на уже отградуированном приборе; данные градуировки приводятся в паспорте для каждой поставляемой нити.

Для работы прибор должен быть установлен на устойчивом и прочном столе. Подвесная система подвешивается за верхний конец нити в пробке кронштейна и прибор устанавливается регулировочными нитями так, чтобы подвесной цилиндр встал соосно с вращающимся столиком прибора (регулировка соосности нити с трубкой подвесной

системы выполнена при сборке прибора).

Устанавливают "О" шкалы против риски на стрелке указателя. Установку нуля можно производить грубо путем поворота шкалы на трубке и точно: путем осторожного и плавного поворота в гнезде кронштейна. Чтобы убедиться, что установка на ноль произведена правильно, следует выждать, пока подвесная система успокоится. Затем следует снять подвесную систему, не трогая и не сдвигая пробку в гнезде кронштейна, и установить на вращающийся столик внешний цилиндр.

Подготовленный для работы прибор подключить к сети напряжением 220 вольт и, включая тумблер, проверить работу электродвигателя.

ПРОИЗВОДСТВО ИЗМЕРЕНИЙ

При производстве измерений следует:

1. Пробу раствора сильно взболтать.
2. Снять подвесной цилиндр.
3. Взболтанный раствор зачерпнуть меркой объемом 120 мл, прилагаемой к прибору, и валить установленный на вращающемся столике прибора внешний цилиндр.
4. Погрузить подвесной цилиндр во внешний цилиндр и подвесить нить на пробку. При погружении подвесного цилиндра нужно следить за тем, чтобы его верхний конец не погрузился под уровень раствора. Если раствор не достигает верхнего края подвесного цилиндра, следует осторожно долить раствор. Подвесной цилиндр должен быть погружен в раствор точно до верхнего края.
5. Взять в левую руку секундомер, а правой осторожно поворачивать подвесную систему и перемешивать раствор. После окончания перемешивания раствора поставить на "О" шкалу против риски на стрелке прибора и одновременно включить секундомер. Во время этой операции следует следить за тем, чтобы подвесной цилиндр был в центре внешнего цилиндра.
6. По истечении одной минуты нажатием тумблера в клочить

электродвигатель и наблюдать за движением подвесного цилиндра по шкале прибора. Увлекаемый глинистым раствором, подвесной цилиндр вращается вместе с внешним цилиндром до тех пор, пока момент в закручивающейся нити не станет равным моменту, обусловленному статическому напряжению сдвига раствора на подвесном цилиндре. Когда подвесной цилиндр остановится, произвести отсчет по шкале в градусах.

7. Включить электродвигатель.

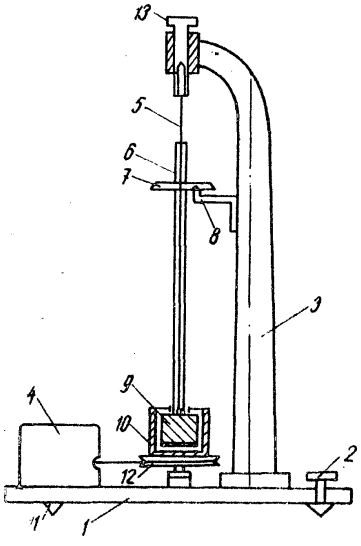


Рис. 6. Прибор СНГ-2

Для определения тиксотропии раствора выполняется повторное измерение, но уже по истечении 10 минут по секундомеру. С этой целью сразу же после первого измерения осторожно внутренним цилиндром размешать раствор, установить "0" шкалы против риски и дать глинистому раствору стабилизироваться в течение 10 минут и выполнить измерение.

При работе и установке шкалы "0" наблюдающий должен следить за совпадением рисок, нанесенных с обеих сторон, чтобы исключить ошибку параллакса при отсчете.

Производство каждого замера от момента пуска электродвигателя до момента остановки подвесного цилиндра не должно продолжаться более 1 минуты, чему соответствует максимальный отсчет 70°.

Если замер продолжался более 1 минуты, его следует признать некачественным, а выбранный предел измерения недостаточным. В этом случае следует заменить нить на более толстую с большим пределом измерения.

Если показания прибора было в пределах 10°, замер следует признать неточным, а выбранный предел измерения слишком большим.

В этом случае следует заменить нить на более тонкую с меньшим пределом измерения.

Полученное в результате измерения показание в градусах следует пересчитать в мг/см^2 путем умножения на коэффициент, соответствующий данной нити и приведенный в паспорте.

Например, в процессе измерения статического напряжения сдвига глинистого раствора внутренний цилиндр, подвешенный на упругой нити 5 с коэффициентом 2,725 м г/см · град. повернулся на 21°. Статическое напряжение сдвига в этом случае будет 2,725 мг/см · град · 21 = 57 мг/см^2 = 5,7 Па.

После измерений все детали, испачканные глинистым раствором, следует вымыть и насухо вытереть.

ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ВСН – 3

К реологическим параметрам относятся:

а) предельное напряжение сдвига – θ_1 и θ_{10} Па, характеризующее прочность структуры, образующейся в промывочной жидкости после 1 и 10 минут ;

б) эффективная вязкость $\eta_{эф}$, спз характеризующая вязкое сопротивление промывочной жидкости при данной скорости сдвига;

в) пластическая вязкость $\eta_{пл}$, спз - условная величина, являющаяся долей эффективной вязкости, которая возникает вследствие структурообразования в потоке промывочной жидкости;

г) предельное динамическое напряжение сдвига τ_0 , условная величина, характеризующая предел текучести в потоке промывочной жидкости.

Реологические показатели измеряются с помощью ВСН-3 по величине усилия, возникающего на подвесном цилиндре, погруженном в буровой раствор, при заданной скорости вращения наружного цилиндра.

Прибор ВСН-3 (рис. 7) состоит из корпуса 15, измерительного механизма 7-12, привода к нему 1,2 и подвесного кронштейна 14, на который ставится стакан с буровым раствором 13. Измерительный механизм имеет два коаксиально расположенных цилиндра, наружный (ротор) 11 и внутренний 12, укрепленный на оси, в верхней части которой расположен манометр 9 и измерительная шкала с делениями в градусах. Установка шкалы на "0" производится с помощью крутильной головки 8. Привод ротора осуществляется двигателями через многоступенчатую коробку передач. Прибор работает от сети переменного тока.

ИЗМЕРЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЙ СДВИГА

Перед измерением чистый сухой стакан заполняют буровым раствором и ставят на кронштейн. Прибор включают и размешивают раствор при 9,600 $с^{-1}$ в течение 0,5 мин. По окончании перемешивания устанавливают шкалу на ”0" и раствор оставляют на 1 минуту. Одновременно переключают скорость вращения ротора на 0,0032 $с^{-1}$, снова включают прибор и отмечают угол максимального закручивания нити в градусах ($У_1$). Замер $У_{10}$ производят аналогично после 10 минут покоя. Статическое напряжение сдвига определяется по формуле:

$$Q_1 = k \cdot y_1$$
$$Q_{10} = k \cdot y_{10}$$

где: k- коэффициент прибора.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ И ПЛАСТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ, ДИНАМИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЙ СДВИГА

Стакан прибора заполняют буровым раствором до метки и устанавливают на кронштейн. Включают прибор со скоростью вращения ротора 9,600 $с^{-1}$ и замеряют угол поворота (У) по установившимся показателям шкалы. Замер повторяют последовательно при 6,400; 4,800 и 3,200 $с^{-1}$. По окончании измерения прибор выключают, цилиндры моют и вытирают насухо.

По результатам измерений, полученных на приборе ВСН-3, рассчитывают реологические показатели - эффективную и пластическую вязкости, а также динамическое напряжение сдвига. Для расчета необходимо сделать графическое построение в координатах n – $У_1$, аналогичное изображенному на рис. 3.

Через точки, соответствующие значениям У при различных n проводят плавную линию 1 - реологическую кривую течения. Прямолинейный участок кривой продолжают до пересечения с осью абсцисс в точке $У_1$, и получают прямую 2.

Опустив перпендикуляр на ось абсцисс от точки прямой 2, соответствующей 9,600 $с^{-1}$ получают точку $ф_2$.

Реологические показатели рассчитывают по формулам:

$$\eta_{эф(n)} = \beta \frac{y_2}{n};$$
$$\eta_{пл} = \beta \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{n};$$
$$\tau_0 = A \cdot y_1$$

где:

η эф - эффективная вязкость, спз;

$\eta_{пл}$ - пластическая вязкость, спз;

$Ъ_0$ – предельное динамическое напряжение сдвига, Па ;

А и В – коэффициенты приборов (указываются в паспортах);

$У_1$ и $У_2$ - углы в градусах (определяются по графику и соответствуют отрезкам ОУ1 и ОУ2).

Примечание: Если реологическая кривая имеет обратный наклон или не содержит прямолинейного участка (аналогично кривой 3 на рис.8) определяют только эффективную вязкость по формуле (1) с углом

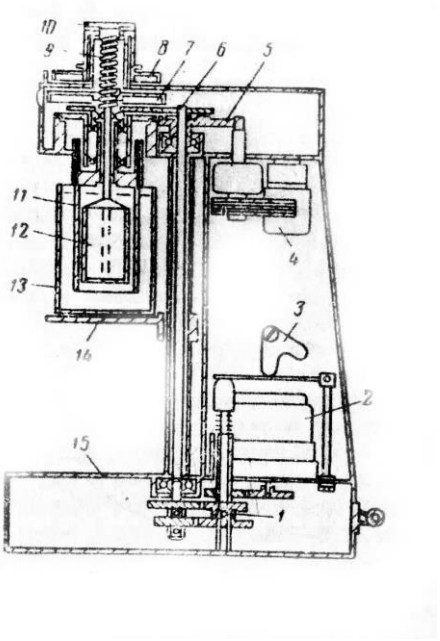


Рис. 7. Вискозиметр ВСН-3
1 - двухскоростной редуктор;
2 - синхронный двигатель СД-54;
3 - переключатель редуктора; 4 - синхронный двигатель СД-2;
5 - шестерня обгонной муфты; 6 - трансмиссионный вал; 7 - шкала измерительная; 3 - шкала крутильной головки; 9 - пружинный динамометр; 10 - наружный цилиндр; 11 - внутренний цилиндр, 13 - стакан с раствором; 14 - кронштейн; 15 - корпус.

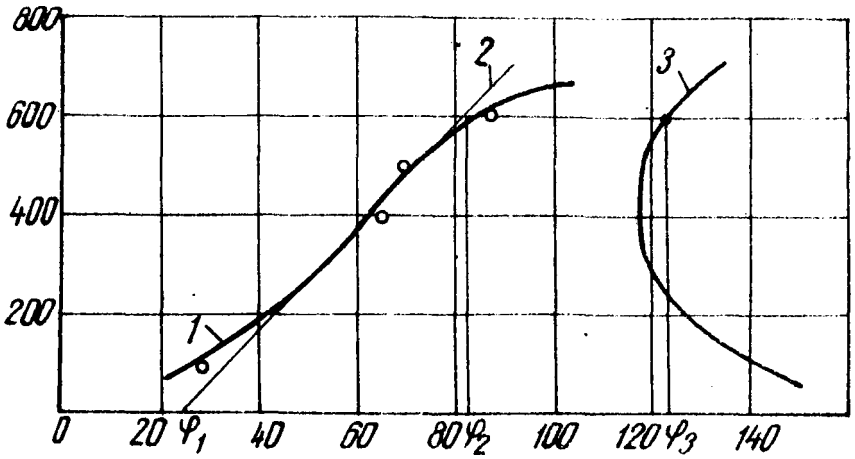


Рис. 8. Типы реологических кривых
1 - кривая, построенная по опытным точкам; 2 - прямая для расчета η пл и Ʈ0 ; 3 – кривая с обратным наклоном.

2. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ АКТИВНОСТИ И СМАЗОЧНЫХ СВОЙСТВ ПРОМЫВОЧНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Смазочные свойства промывочных жидкостей проявляются при введении в них активных добавок и эмульсолов.

Смазочные свойства в основном связаны с формированием смазочных пленок, в результате адсорбции поверхностно-активных веществ на трущихся поверхностях (бурильных трубах, стенках скважин, буровых наконечниках). Вольную роль на смазочные свойства оказывает pH среды.

Оценку адсорбционной активности ПАВ и их смазочных свойств можно осуществить по следующим параметрам:

1) поверхностное натяжение, Н/м ;
2) смачиваемость, В = Cos θ ;
3) стабильность, %;
4) порог быстрой коагуляции Пб·к, к/л;
5) водородный показатель, pH;
6) коэффициент трения, Кт;
7) предельная прочность смазочной пленки, $p_{кр}$ Па

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВОДОРОДНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ (pH)

Водородный показатель определяет концентрацию ионов водорода в промывочной жидкости, которые оказывают существенные влияния на физико-химические процесса, протекающие в жидкости и на эффективность химической обработки.

Для различных промывочных жидкостей существует своя оптимальная концентрация водородных ионов, при которой они более полно удовлетворяют требованиям технологии бурения в конкретных геолого - технических условиях. Контроль за концентрацией водородных ионов позволяет определить причины изменения свойств промывочной жидкости в процессе бурения и принять меры по восстановлению её качества.

Вода является слабо диссоциирующим веществом, в 1 л при 22 °С диссоциирует одна десятимиллионная часть грамм-молекулы с образованием $1 \cdot 10^{-7}$г. ион водорода H^+ и $1 \cdot 10^{-7}$ г. ион гидроксильной группы ОН. Концентрация диссоциированных молекул H_2O в воде и разбавленных водных растворов является величиной постоянной, постоянным является и произведение концентраций водородных и гидроксильных ионов - так называемое ионное произведение воды (численное значение равно $1 \cdot 10^{-14}$).

Кислотность и щелочность раствора можно выражать через концентрации ионов H^+. Чтобы избежать неудобств, связанных с применением степенных отрицательных чисел, концентрацию водородных ионов принято выражать и логарифмом с обратным знаком и называть водородным показателем pH.

$pH = - \lg H^+$

В нейтральных растворах pH = 7 и уменьшается с ростом кислотности. В щелочных растворах pH>7 и повышается с ростом щелочности.

При повышении щелочности АГЖ ухудшаются щелочные свойства, происходит быстрое удаление адсорбционных пленок ПАВ с трущихся поверхностей, а у глинистого раствора наблюдается коагуляция, растет вязкость.

Для измерения pH в лабораторных условиях применяют специальные приборы pH-метры. Для измерения величины pH в этих приборах используется система со стеклянным электродом, электродвижущая сила которой зависит от активности ионов водорода в растворе.

Схема для измерения величины pH приведена на рис. 13. Стеклянный электрод 2

представляет собой трубку с пожни шариком 1 из специального стекла на конце. При погружении электрода в раствор между поверхностью шарика электрода и раствором происходит обмен ионами, в результате которого ионы лития в поверхностных слоях замещаются ионами водорода, и стеклянный электрод приобретает свойства водородного электрода.

Между поверхностью стекла и контролирующим раствором возникает разность потенциалов, величина которой определяется активностью ионов водорода в растворе.

Для создания электрической цепи при измерении применяются контактные электроды: внутренний контактный электрод, осуществляющий электрический контакт с раствором, заполняющим внутреннюю полость стеклянного электрода, и внешний контактный электрод (вспомогательный электрод), осуществляющий электрический контакт с контролируемым раствором. Для защиты от воздействия высоких температур (при измерении pH растворов, температуры которых выше температуры окружающей среды) вспомогательный электрод помещают вне контролируемого раствора и соединяют с ним при помощи электролитического ключа трубки, наполненной раствором хлористого калия и заканчивающейся пористой перегородкой

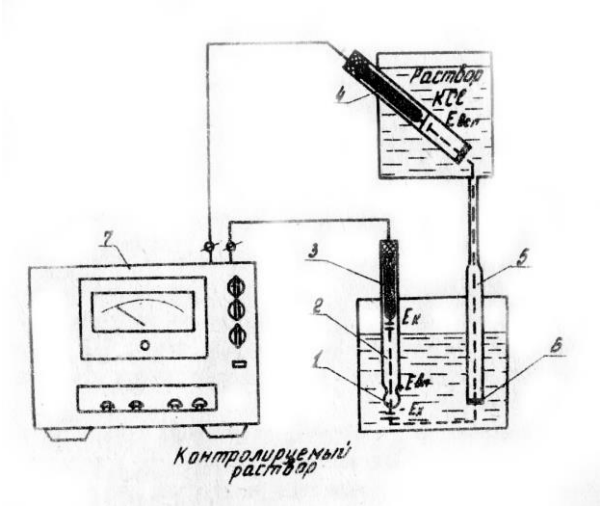


Рис. 9. Схема измерения pH раствора
1- полый шарик ив электродного стекла; 2- стеклянный электрод; 3- внутренне контактный электрод; 4- вспомогательный электрод; 5- электролитический ключ; 6- пористая перегородка; 7- pH-метр - pH-262 (измерительный прибор).

Раствор хлористого калия непрерывно просачивается через пористую перегородку, предотвращая проникновение из контролируемого раствора в систему электрода посторонних ионов, которые могли бы изменить величину ЭДС электрода.
Для измерения ЭДС электродной системы применяется компенсационная схема, позволяющая существенно уменьшить потребляемый ток электродной системы при измерении. При намерении электродвижущая сила Е электродной системы сравнивается с падением напряжения на сопротивлении, через которое протекает ток конечного каскада усилителя pH-метра. Этот ток пропорционален ЭДС электродвижущей системы, а следовательно, и величине pH контролируемого раствора.

Измерение поверхностного натяжения

Поверхностное натяжение - это величина удельной работы, которую нужно затратить, чтобы образовать единицу свободной поверхности (капли).

Измерение поверхностного натяжения в лабораторных условиях наиболее удобно производить на сталагмометре БашНИИнефть (рис.14). Определяется число капель в единице объема, формирующихся на границе раздела: водный раствор ПАВ -

воздух.

Основными частями прибора являются: 1 - микрометр, определяющий объем выдавливаемого раствора ; 2 - медицинский шприц, куда заливается исследуемый раствор ПАВ; 3 - капилляр с внутренним диаметром 0,8 мм и 4 - кронштейн.

Перед началом опыта внутреннюю поверхность шприца и капилляр обезжиривают хромовой смесью (5% порошка двухромового калия, растворенного в концентрированной серной кислоте) или ацетоном, а потом промывают дистиллированной водой.

Перед началом замеров необходимо определить постоянную капиляра. Для этого берут дистиллированную воду, поверхностное натяжение которой известно, и замеряют количество капель, появляющихся при выдвижении микрометренного винта на 1 см. Поверхностное натяжение води при данной температуре берется из табл.

Постоянная капилляра определяется по формуле:

$$K = б_в \cdot n_в$$

где: $б_в$ - поверхностное натяжение воды при данной температуре Н/м

$n_в$ - число капель воды при выдвижении шприца на 1 см.

Затем 50 $см^3$ активной промывочной жидкости профильтровывают через складчатый фильтр < менее 50 $см^3$ фильтрата брать не рекомендуется, так как в этом случае концентрация ПАВ существенно изменится вследствие адсорбции на фильтровальной бумаге).

При работе с глинистым раствором можно использовать для получения фильтра прибор ВМ-6.

Определяют температуру фильтрата, После получения равенства температур воды и фильтрата приступают к измерению. Подсчитывают число капель фильтрата при выдвижении микрометренного винта на 1 см. Замеры проводят три раза и находят среднее количество капель.

Поверхностное натяжение фильтрата определяется по формуле:

$$\sigma_и = \frac{\sigma_В \cdot n_в}{n_и} = \frac{K}{n_и}$$

где: $П_и$- число капель исследуемой жидкости;
K - постоянная капилляра.

Рис. 10. Сталагмометр
1- микрометр, 2-медицинский шприц;
3-капилляр; 4 - кронштейн

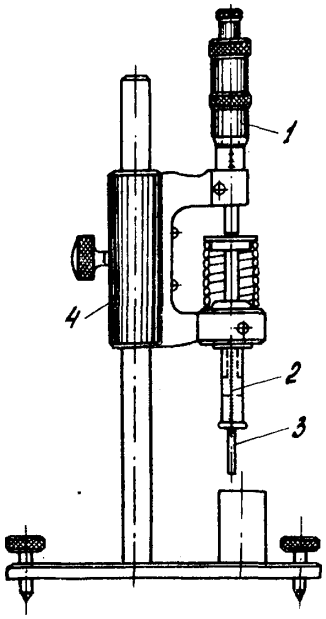


Таблица 1

Изменение поверхностного натяжения воды в зависимости от температуры

Температура воды, °С	Поверхностное натяжение, Н/м	Температура воды, °С	Поверхностное натяжение, Н/м
15	73.49	22	72,44
16	73,34	23	72,28
17	73,19	24	72,12
18	73,05	25	71,96
19	72,90	26	71,80
20	72,75	27	71,64
21	72,59	28	71,47

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ АПЖ

Способность АПЖ смачивать твердые поверхности характеризуется косинусом краевого угла смачивания, которая навивается смачиваемостью (В = Cos *в*)

Краевой угол смачивания на исследуемой поверхности (бурильная труба, горная порода) измеряется по форме капли, сфотографированной на пластинке.

Для снятия капли на пластинку применяется установка, схема которой приведена на рис. 11.

Установка состоит ив источника света 1, испытуемой поверхности 2, увеличителя с длинно-фокусной линзой 3, экрана 4, рамки 6.

Для измерения краевого угла смачивания исследуемых поверхностей готовится АШ с концентрациями ПАВ 0,5; 1; 2; 3; 4%. Перед нанесением капли на исследуемую поверхность её нужно обезжирить ацетоном или хромовой смесью, промыть дистиллированной водой и хорошо просушить. Для нанесения капель на поверхность дается выдержка 4 минуты с целью придания каппе равновесного кривого угла.

В течение данного времени капля проектируется на экран путем установки максимальной резкости в изображении контура капли перемещением увеличителя 3 по направляющей рамки 5.

После снятия капли на пластинку и её проявления, замеряется краевой угол. Для этого измеряется высота капли h и радиус площади контакта с поверхностью $r_к$. Зная эти размеры, рассчитывается смачиваемость по формулам:

при $\theta < 90°$ $$C_{о\theta}\theta = \frac{r_k^2 - h^2}{r_k^2 + h^2}$$

при $\theta > 90°$ $$C_{о\theta}\theta = 1 - \frac{h}{r_k}$$

$$C_{о\theta}\theta = 1 - \frac{h}{r_k}$$

Полученные расчетные данные заносятся в таблицу, на основании которых строятся графики *CosΘ=f(c).* Данные графики позволяют оценить смачиваемость АПК поверхности горных пород и бурильных труб в зависимости от концентрации ПАВ. На основании полученных данных вычисляется работа адгезии, которая характеризует энергию сцепления смазочной пленки с трущимися поверхностями.

$$W_a = \sigma_{жг}(1 + C_{о\theta}\theta)$$

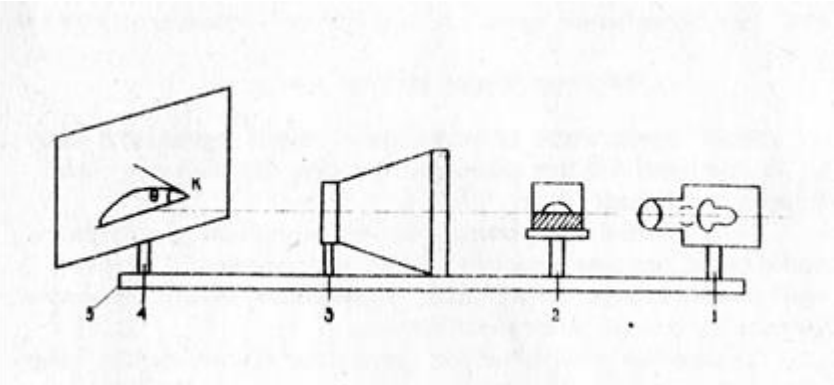


Рис.11. Установка для определения краевого угла смачивания.
источник света; 2 - испытуемая поверхность; 3 - увеличитель экран-пластинка; 5 - рама.

W_a - работа адгезии, Н/м ;
$6_{ж.г}$ - поверхностное натяжение на границе раздела жидкость-газ, *Н/м ;*
Cos θ - смачиваемость.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ АПЖ

Под стабильностью, или устойчивостью понимается способность АПЖ сохранить свое агрегативное состояние, не расслаиваться в течение продолжительного времени.

Проба АПК заливается в мерный цилиндр, который оставляют в покое в течение трех часов при комнатной температуре. Если за это время расслоение жидкости не произойдет, то она считается стабильной. Расслоение может произойти в результате повышенной жесткости воды.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРОГА БЫСТРОЙ КОАГУЛЯЦИИ

Мерой агрегативной устойчивости активной промывочной жидкости по отношении к солям поливалентных металлов является порог быстрой коагуляции (Пб· К).

Порог быстрой коагуляции - это та наименьшая концентрация электролита, которая вызывает снятие энергетического барьера электростатического отталкивания сближающихся коллоидных частиц и быстрое расслоение дисперсной системы.

Определение порога быстрой коагуляции осуществляется следующим образом. В начале готовятся растворы активной промывочной жидкости с концентрациями эмульсолов или ПАВ 0,5; 1; 2; 3; 4%. Затем приготовляются растворы с концентрациями электролитов ($CaCl_2$, $MgCl_2$) от О ,25 до 10/Ь в зависимости от коагулирующей активности электролита.

Раствор электролита заливается в бюретки объемом 10 мл с ценой деления 0,1 мл. Для проведения наблюдений берется пробирка и заполняется 2 мл активной промывочной жидкости. Потом исследуется раствор с помощью бюретки вводится электролит небольшими дозами (по 0,1 мл). После каждой добавки раствор интенсивно встряхивается и просматривается при просвечивании электрической лампой. Интенсивное помутнение раствора и выделение коагулированных хлопьев ПАВ свидетельствует о начале быстрой коагуляции раствора. Концентрация электролита, выраженная в г/л, которая вызывает быструю коагуляцию АПЖ, применяется за порог быстрой коагуляции.

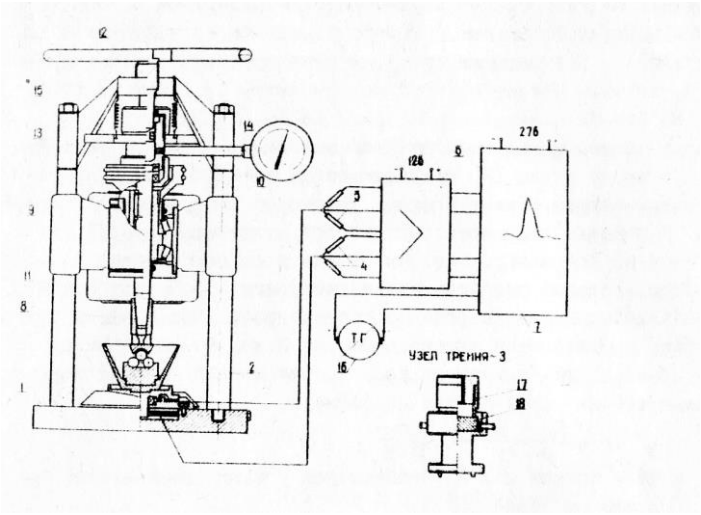


Рис. 12. Установка трения 1 - опорная станина; 2,3 - узлы трения; 4,5 - тенаодатчик; 6 - тензоусилитель; 7 - осциллограф; 8 - шпиндель; 0 - корпус шпинделя; 10 - шкив; 11 - электродвигатель; 12 - нагрузочный винт; 13 - гидропресс; 14 - манометр, 15 - нагрузочная траверса; - тахогвнератор

ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ

Коэффициент трения определяется на установке трения, которая монтируются узлы трения 2 и 3. Узел 2 служит для измерения коэффициента трения на контакте металл-металл, и узел 3 - на контакте металл-горная порода. Узел 2 представляет собой четырехшариковую пирамиду, установленную на поверхности стола, который связан с измерительной пружиной, с наклеенными на ней тензодатчиками 4. К тензодатчику подсоединяется тензоусилитель 8, и осциллограф 7. Давление на узел трения осуществляется шпинделем 8, смонтированным в корпусе 9. Вращение шпинделя передается черев шкив 10 от двигателя 11. Нагрузка на шпиндель создается винтом 12 гидропресса 13, которая регистрируется по манометру 14. Винт 12 перемещается по резьбе в нагрузочной траверсе 15.

Замеры производятся по следующей методике. Стальные шары диаметром 8,5 мм из стали IX, предварительно обезжиривается ацетоном, устанавливаются в узел трения, в который заливается исследуемая АПЖ. С помощью гидропресса создается нагрузка, которая регистрируется по манометру. Латером плавно включается мотор до полных оборотов, которые регистрируется счетчиком 16. В этот момент включается записывающее устройство осциллографа. После обработки осциллограмм определяется крутящий момент М кр. По аналогичной методике производятся замеры на узле трения металл- горная порода Коэффициент трения определяется по формуле:

$$K_T = \frac{F_{\text{ТР}} \cdot R}{P \cdot r} = \frac{M_{\text{кр}}}{P \cdot r}$$

где: $F_{тр}$ - сила трения или горизонтальное усилие, вызывающее движение стола, Н;
R - радиус подвижного стола, и ;
Р - осевая нагрузка на шпиндель, Н ;
r - радиус четырехшариковой пирамиды, м ;
М кр - крутящий момент на подвижном столе, кг · $м^2$;

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ПРОЧНОСТИ СМАЗОЧНОЙ ПЛЕНКИ

Под предельной прочностью смазочной пленки подразумевается критическое. давление на площадь контакта, при котором происходит выдавливание (разрушение) смазочной пленки.

Определение предельной прочности смазочной пленки производится на установке трения в следующей последовательности.

Исследуемая активная промывочная жидкость заливается в узел трения, создается последовательно нагрузка на шпиндель, ступенями включается вращение и замеряется величина крутящего момента при каждом нагружении.

Затем строится график в логарифмических координатах, М кр =f (Р). На графике находится точка резкого возрастания величины крутящего момента. Нагрузка, соответствующая этой точке принимается за P_{max}.

Величина предельной прочности смазочной пленки в месте контакта определяется по формуле Герца-Беляева:

$$P_{кр} = 0{,}388\sqrt{\frac{1{,}64P_k E^2}{r^2}}$$

Где $P_{кр}$ – критическое давление на площадь контакта, кг · м^2 ,

$P_к$ - контактная нагрузка, Н;

Е – модуль упругости, кг/мм^2 (для стали Е = 2,1х10^{-4} кг/м^2);

r - радиус шара, м;

$P_к$ = 0,41 Р;

где P_{max} - осевая нагрузка в момент выдавливания пленки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Контроль параметров промывочных жидкостей в процессе бурения является важным условием сохранения качества промывочной жидкости и поддержания устойчивости ствола скважины.

В методических разработках приведено описание основных приборов для измерения структурно-механических и антифрикционных параметров промывочных жидкостей и изложена методика их определения.

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Дворов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТРКУТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

ДЛЯСТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Автор: Бутин В.В., к.г-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры
геологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Огородников В.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 24.09.2021
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
Факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 07.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

КРАТКАЯ МЕТОДИКА
составления курсовой работы
по теме ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРАЛА

1. **Задача курсовой работы.**
   Основной задачей курсовой работы по структурной геологии является получение студентами навыков обработки имеющихся геологических материалов по конкретной площади и подготовка комплекса картографических и текстовых материалов по площади. Обязательными компонентами работы являются – Геологическая Карта и текст Проекта (Объяснительная Записка к геологической карте). В тексте работы должны быть отражены основные черты геологического строения рассматриваемой территории (только в пределах проектного листа) – Введение, Географическое положение, Стратиграфия, Магматизм, Тектоника, Полезные ископаемые.

2. **Исходные материалы.**

Для подготовки материалов к курсовой работе студентам выдаются в электронном компьютерном виде (на индивидуальные флеш-носители) следующие материалы:

а. Геологическая карта масштаба 1:200 000 района проектной площади с легендой (условные обозначения), стратиграфической колонкой, геологическими разрезами (1-3 разреза). Материалы даются в растровом виде (jpg., tif., bmp….).

б. Топографическая карта масштаба 1:500 000 – 1:1 000 000 (растр) с нанесенной координатной сеткой и номенклатурой планшетов масштаба 1:200 000.

в. Тектоническая схема района (растр, часть тектонической карты Урала масштаба 1:1 000 000) с координатной сеткой и номенклатурой планшетов масштаба 1:200 000.

г. Текст геологического строения листа масштаба 1:200 000 (Word, pdf, ….). Он содержит сокращенную геологическую характеристику района из Объяснительной Записки к Карте или из Геологического отчета.

д. Текстовое приложение (Word) СПИСОК ИНТРУЗИЙ. Отмечены номера и названия интрузивных массивов, выделенные на тектонической схеме.

3. **Требуется:**

А. Подготовка геологической карты.

а. Из геологической карты масштаба 1:200 000 «вырезать» намеченную ¼ часть планшета, соответствующую стандартному листу масштаба 1:100 000 и обозначить его номенклатуру. Необходимо помнить, что номенклатуры листов масштаба 1:200 000 и 1:100 000 обозначаются по-разному. Например, лист О-41-XIII (1:200 000) содержит листы О-41-49, 50, 61, 62 (1:100 000).

б. Из общей легенды карты масштаба 1:200 000 выделить («вырезать») только те условные обозначения, которые имеют отношение к выбранному листу масштаба 1:100 000.

в. «Обработать» стратиграфическую колонку. В стратиграфической колонке оставить только те подразделения, который имеют распространение на территории описываемого листа масштаба 1:100 000, остальные подразделения из колонки убрать («вырезать»).

г. Использование геологического разреза (разрезов). Если линия приведенного к карте масштаба 1:200 000 геологического разреза проходит через описываемую площадь листа 1:100 000, то этот разрез (или его часть) можно в неизмененном виде приложить к

описываемой карте. Если линия разреза находится за пределами выбранного планшета, то геологический разрез к этому планшету необходимо построить самостоятельно, ориентируясь на структурное положение комплексов и их взаимоотношения, показанные на имеющемся разрезе.

д. Оформить геологическую карту масштаба 1:100 000.

- Заголовок - аналогичный исходной карте 1:200 000. Здесь необходимо выделить «собственную» номенклатуру, например О-41-62.
- Показать планшет геологической карты масштаба 1:100 000. Форма планшета не должна быть искажена, пропорциональна, для этого масштаба размер планшета (по меридиану) должен составлять 37 см.
- К геологической карте добавить условные обозначения, стратиграфическую колонку, геологический разрез.
- Оформленная геологическая карта предоставляется в бумажном варианте, подготовленном и отпечатанном электронным способом. В виде исключения Геологическая карта проекта может быть подготовлена и раскрашена ручным способом.

Б. Подготовка текста Объяснительной записки.

В тексте Объяснительной записки приводится характеристика геологического строения и полезных ископаемых (перечень разделов указан выше), имеющих распространение только в пределах описываемого планшета масштаба 1:100 000. Для этого в тексте оставить только ту информацию, которая имеет отношение к описываемому планшету, удалив все остальное. Общий объем текста 25 – 40 стр.

4. Защита курсовой работы.

На защите курсовой работы необходимо показать знание основных черт геологического строения описываемой площади и полезных ископаемых. Наличие структурных этажей, ярусов, стратиграфических комплексов, магматических комплексов, складчатых, блоковых и разрывных структур, генетических типов месторождений и рудопроявлений полезных ископаемых. Знать состав и условия образования основных разновидностей пород, распространенных на площади, и отраженных в легенде и стратиграфической колонке.

На защите можно пользоваться текстом работы, геологической картой и приложениями.

5. Оценка курсовой работы.

Общая оценка складывается из оценки качества и полноты текста и геологической карты и оценки защиты работы.

6. Примерные темы курсовых работ:

Название курсовой работы
Геологическое строение листа О-41-111 (Белоярский)
Геологическое строение листа О-41-99 (Малышева)
Геологическое строение листа N-41-45 (Куртамыш)
Геологическое строение листа О-41-112 (Богданович)
Геологическое строение листа О-40-131 (Нижние Серги)

Геологическое строение листа O-40-120 (Первоуральск)
Геологическое строение листа O-40-108 (Починок)
Геологическое строение листа O-40-107 (Новоуральск)
Геологическое строение листа O-40-119 (Бисерть)
Геологическое строение листа O-40-144 (Верхний Уфалей)
Геологическое строение листа O-41-143 (Шемаха)
Геологическое строение листа O-40-100 (Артемовский)
Геологическое строение листа N-41-34 (Красный Уралец)
Геологическое строение листа O-40-132 (Верхние Серги)

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Куров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ «СТРУКТУРНАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЧЕТВЕРТИЧНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

ДЛЯСТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Автор: Бутин В.В., к.г-м.н., доцент

Одобрены на заседании кафедры геологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Огородников В.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 24.09.2021
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией Факультета геологии и геофизики
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 2 от 07.10.2021
(Дата)

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5
1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТИПОВ РЕЛЬЕФА 6
2. ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ 9
3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ 14
Рекомендуемая литература 27

Введение

Практические занятия студентов геологических специальностей по дисциплине «Структурная геология, геоморфология и четвертичная геология» включают в себя работы по стереоскопическому дешифрированию аэрофотоснимков крупного и детального масштаба. В результате этих работ составляется «Карта четвертичных образований» (приложение 1).

Подготовленные для выполнения практических работ аэрофотоснимки отображают конкретные участки рельефа различных климатических зон, характеризующихся формированием определенных генетических типов четвертичных пород и имеющих различный характер соотношения эндогенных и экзогенных рельефообразующих процессов.

Эндогенные рельефообразующие силы складчатого, дизъюнктивного, магматического типов реализуются в верхней части литосферы обычно в виде вертикальных положительных или отрицательных перемещений блоков земной коры, приводящих к возрастанию контрастности рельефа. Экзогенные силы имеют противоположную направленность по отношению к эндогенным движениям, стремятся компенсировать их и снизить контрастность рельефа путем проявления и сочетания денудационных и аккумулятивных процессов. В связи с этим каждой конкретный тип рельефа представляет собой результат взаимодействия эндогенных и экзогенных сил, фиксируя определенную стадию экзогенной переработки эндогенного рельефа.

1. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТИПОВ РЕЛЬЕФА

В морфологическом отношении на аэрофотоснимках представлены следующие основные типы рельефа: высокогорный, низкогорный, холмистый и равнинный.

Высокогорный рельеф развит в областях тектонической активизации, с проявлением интенсивных вертикальных движений, определивших высокую контрастность элементов рельефа и его эрозионную расчлененность. На аэрофотоснимках горного рельефа дешифрируются островершинные хребты, скалистые гребни и склоны, глубоко врезанные ущелья, и V-образные долины рек и их притоков, долинные линейные ледники. Эрозионные формы высокогорного рельефа представлены отпрепарированными участками выходов коренных пород, реликтовыми эрозионными останцами и уступами, эрозионными склонами флювиального, ледникового, криогенного типов. Аккумулятивные формы рельефа сложены делювиальными и коллювиальными площадными развалами и осыпями на склонах, гляциальными, пролювиальными и аллювиальными отложениями речных долин, ручьев, логов.

Низкогорный рельеф характеризуется менее контрастными, сглаженными формами вершин и склонов, что обусловлено активным и длительным развитием денудационных процессов и обычно развитием менее устойчивых и контрастных в эрозионном отношении горных пород. Эрозионные элементы рельефа приурочены к локальным площадям развития относительно более устойчивых к выветриванию горных пород, в пределах которых сохраняются эрозионные останцы на водоразделах, склонах, в бортах речных долин. Рыхлые отложения склонов чаще всего представлены делювиальными или солифлюкционными отложениями.

В формировании речных долин значительную роль играют процессы боковой эрозии. Речные формы рельефа характеризуются сочетанием эрозионных и аккумулятивных элементов рельефа, дешифрируются русловые и пойменные фации аллювия, речные террасы цокольного и аккумулятивного типов.

Холмистый рельеф представляет собой сочетание реликтовых останцовых эрозионных форм с разделяющими их денудационными депрессиями. Эрозионные останцы приурочены к выходам более устойчивых к выветриванию горных пород, образующих отпрепарированные положительные формы различной конфигурации. Коренные выходы пород приурочены к бровкам, уступам эрозионных склонов, реже к нижним частям этих склонов, к эрозионным бортам речных долин. Элювиальные образования развиты на вершинах и уплощенных водоразделах, рыхлые породы склонов представлены делювиальными или солифлюкционными отложениями. У подножий этих склонов и в их основании нередко отмечается образование пролювиальных шлейфов за счет слияния конусов выноса временных потоков. Речные долины характеризуется ящикообразным поперечным профилем с плоским днищем, эрозионными бортами, преобладанием аккумулятивных флювиальных форм и широким развитием русловых, пойменных и террасовых фаций аллювиальных отложений.

Равнины на аэрофотоснимках представлены денудационными и аккумулятивными типами. Аккумулятивные формы рельефа сложены отложениями флювиального, пролювиального, гляциального, флювиогляциального и эолового генезиса. Коренные выходы пород на аккумулятивных равнинах отсутствуют. Элювиальные породы в небольшом объеме могут присутствовать на уплощенных реликтовых положитель-

ных формах рельефа. Более широкое распространение имеют делювиальные отложения по привершинным и склоновым участкам рельефа. Речные формы рельефа представлены аллювиальными осадками русловых, старичных и пойменных фаций, аккумулятивными надпойменными террасами, расположенными в пределах широких разработанных речных долин с меандрирующими или ветвящимися руслами рек.

Пролювиальные равнины слагают относительно ровные или слабоволнистые участки предгорного рельефа, имеющего общий пологий наклон к предгорным равнинам. В строении пролювиальных равнин принимают участие мощные пролювиальные отложения временных горных потоков и слияние конусов выноса в предгорной равнине.

Гляциальные равнинные формы рельефа сложены моренными отложениями донной морены, образующей площадной покров и перекрывающей выходы более древних четвертичных отложений и дочетвертичных коренных пород. Морфологически покров характеризуется относительно ровной поверхностью с образованием небольших холмистых возвышений и впадин, развитием в отрицательных формах рельефа озер, болот. В периферических частях ледников выделяются конечные и боковые морены, образующие линейные валообразные формы рельефа, оконтуривающие ледники, на перигляциальных участках за пределами ледников формируются флювиогляциальные и зандровые аккумулятивные отложения.

Криогенный тип равнинного рельефа, помимо солифлюкционных аккумулятивных форм, в небольшом объеме представлен термокарстовыми и полигональными элементами рельефа, образование которых приурочено к участкам развития многолетнемерзлых аккумулятивных

отложений флювиального, озерно-речного, морского, гляциального и флювиогляциального происхождения.

Эоловый тип рельефа имеет ограниченное распространение и представлен песчаными аккумулятивными формами аридной климатической зоны. Положительные формы рельефа сложены барханами и продольно-грядовыми песками, разделенными дефляционными и глинисто-солончаковыми ложбинами и такырами**.**

2. ОСНОВНЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

Из всей обширной группы различных по генезису четвертичных образований остановимся лишь на осадочных четвертичных отложениях, получивших распространение на имеющихся аэрофотоснимках.

Элювиальные образования **(e)** включают в себя продукты физического и химического выветривания, не перемещенные с места своего образования. В зависимости от климатических условий, длительности процессов выветривания и типа субстрата, элювий может быть представлен различными типами обломочных и глинистых кор выветривания. Элювий приурочен к выходам дочетвертичных пород на дневную поверхность и располагается на горизонтальных участках рельефа с углом наклона склона менее 5°. На аэрофотоснимках элювиальные отложения выделяются на уплощенных водоразделах, пологих вершинах, на горизонтальных поверхностях ступенчатого денудационного рельефа.

Делювиальные отложения **(d)** представляют собой разрушенные коренные породы, перемещенные с места своего образования по склону под действием временных безрусловых плоскостных потоков. Состав

пород обусловлен составом исходного субстрата и типом коры выветривания, размер обломков и сортировка могут быть разными. Делювиальные отложения приурочены к склонам с углом наклона до 15° и распространены в верхних привершинных частях положительных форм рельефа и на пологих склонах. Реже, в условиях холмистого рельефа, делювий выделяется также в нижней части и в основании склонов.

Коллювиальные отложения **(c)** представлены продуктами физического выветривания, смещенными по склону под действием гравитационных сил. Наиболее широкое распространение получили осыпи глыбово-щебенчатого материала на склонах с крутизной более 30°. Выделяются также крупноглыбовые и глыбовые обвальные накопления на склонах при угле более 40° и у подножий крутых склонов.

Солифлюкционные отложения **(s)** развиты в районах распространения многолетней мерзлоты. Образуются в результате накопления рыхлого обломочного или глинистого материала, перешедшего в мобильное пластическое состояние вследствие вытаивания подземных льдов и перемещающегося по склонам под действием гравитационных сил. Мелкоземистым материалом на пологих склонах сложены оплывные формы рельефа в виде натечных террас, ступеней высотой до нескольких метров. Грубообломочный материал образует площадные глыбовые развалы на горизонтальных участках, «каменные моря», площадные курумы, линейные скопления на склонах, «каменные реки», приуроченные к отрицательным элементам рельефа. На аэрофотоснимках солифлюкционные отложения, помимо оплывных форм, распознаются также по полосчатым «расчесанным склонам», представляющим результат плоскостно-струйчатого перемещения рыхлого материала («делли»).

Пролювиальные отложения **(р)** представляют собой отложения временных потоков, в разной степени сортированных. Для временных потоков равнинных областей характерно формирование тонкосортированного слоистого овражного аллювия. Отложения временных потоков горного рельефа характеризуются плохой сортировкой и грубообломочным составом. На аэрофотоснимках выделяются три разновидности пролювия. Первую из них составляют отложения, локализованные непосредственно в руслах и тальвегах водотоков и образующие линейные аккумулятивные полосы по дну долин временных потоков. Вторая разновидность пролювия представлена рыхлыми отложениями конусов выноса временных потоков и ручьев при резком выполаживании продольных профилей водотоков в местах их выхода в основную речную долину или на предгорную равнину («сухие дельты»). Третья разновидность представляет собой пролювиальную пологонаклонную равнину, образовавшуюся за счет слияния конусов выноса в предгорных участках.

Аллювиальные отложения **(а)** имеют широкое распространение и присутствуют практически на всех аэрофотоснимках. Из всей группы аллювия наиболее распространенными являются русловые, пойменные и террасовые фации аллювиальных отложений.

Русловые отложения сложены грубообломочным валунно-галечно-песчаным материалом, распределенным по дну узких врезающихся речных долин или локализованным на участках современного русла разработанных долин. Эти отложения хорошо распознаются на аэрофотоснимках по отсутствию растительности и светлому фототону, отражающему состав обломочного аллювиального материала.

Отложения пойменных фаций приурочены к днищам речных долин, находящихся на стадии расширения долин и сочетания процессов боковой эрозии и аккумуляции. Чаще всего для поймы является характерным темный фототон черно-белых аэрофотоснимков, вследствие широкого развития растительности, сравнительно ровная поверхность, меандрирующий характер русла, наличие стариц, озер, болот. Пойменные отложения имеют более тонкий песчано-глинистый или глинисто-илистый терригенно-биогенный состав.

Речные террасы представлены двумя генетическими типами – аккумулятивными и эрозионно-аккумулятивными. В рельефе, в пределах речных долин, речные террасы в виде реликтовых форм отчетливо выделяются по более высокому гипсометрическому положению, ровной поверхностью террасы, они отделяются уступами от поймы и от борта речной долины. Количество надпойменных террас составляет одну-две, достигая на отдельных снимках до трех. Поверхность террас обычно ровная, характеризуется однородным фототоном, наличием бровки и тылового шва, в цоколе эрозионно-аккумулятивных террас выходят коренные дочетвертичные породы.

Ледниковые (гляциальные) отложения **(g)** представлены моренными породами, образующими аккумулятивные формы рельефа. Моренные отложения характеризуются смешанным несортированным глыбово-щебенчатым, валунным, галечным, песчаным и глинистым материалом, образовавшимся в результате накопления на месте ледника и по периферии ледника после его деградации. На аэрофотоснимках отложения донной (основной) морены занимают днища и нижние части бортов ледниковых трогов, каров, образуя покровы, шлейфы, бугристые и холмистые аккумулятивные формы рель-

ефа. В периферических частях ледников моренные отложения слагают линейные валообразные формы боковых и конечных морен.

Водно-ледниковые (флювиогляциальные) отложения **(f)** образуются в результате накопления донных обломочных отложений поверхностных водных потоков внутри ледника и за его пределами на этапе деградации и таяния ледника. Выделяется три основных типа отложений, различающихся по условиям образования, – озы, камы, зандры.

Озы представляют собой протяженные положительные аккумулятивные формы рельефа, сложенные песчано-галечным сортированным материалом, аккумулированным водными потоками внутри ледников покровного площадного типа. После отступления ледника эти отложения образуют «насаженные» протяженные линейные аккумулятивные формы рельефа, наложенные на осадки основной морены.

Камовые образования формируются в результате аккумуляции рыхлых отложений в озерах, расположенных внутри ледника. Породы характеризуются хорошей сортировкой, слоистостью и образуют холмообразные аккумулятивные формы рельефа, также наложенные на отложения донной морены.

Зандровые отложения образуются за пределами ледников и характеризуются площадным зональным распределением терригенного материала, вынесенного талыми водами с ледника. Наиболее удаленные от края ледника участки зандровых полей отличаются мелкообломочным песчано-глинистым составом и пониженной общей мощностью флювиогляциальных отложений.

Эоловые отложения **(v)** на имеющихся аэрофотоснимках представлены лишь одной разновидностью – барханными песками. Барханы

дешифрируются по характерному извилистому полосчатому фоторисунку и однородному светлому фототону слагающих их песчаных отложений.

Из ***техногенных образований*** **(t)** на аэрофотоснимках выделяются рыхлые отложения, перемещенные при хозяйственном освоении территорий. Сюда относятся дамбы, дорожные насыпи, распаханные поля и огороды, застроенные участки, отличающиеся, обычно светлым однородным фототоном.

Дочетвертичные породы **(D'Q)** приурочены к реликтовым денудационным формам и эрозионным элементам рельефа. Выходы дочетвертичных пород фиксируются в крутых эрозионных бортах временных и постоянных водотоков, в цоколе речных террас, в эрозионных уступах на склонах гор. Кроме того, выходы коренных пород приурочены к водораздельным хребтам, бровкам эрозионных склонов, этими породами сложены отпрепарированные эрозионные останцовые формы рельефа. Реже, в условиях литоморфного рельефа, коренные породы слагают более значительные площадные выходы дочетвертичных отложений в современном рельефе, в отдельных случаях представленных структурно-денудационными формами на участках аридного климата или выходами кайнозойских вулканических пород.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Для практических работ по геоморфологическому дешифрированию подготовлено 30 комплектов черно-белых плановых аэрофотоснимков **(АФС)** масштаба 1:10 000 – 1:43 000. В комплекте имеются 2 или 3 снимка, составляющие стереопары или стереотройки на определенную площадь. Два смежных снимка дают возможность получе-

ния стереоскопической модели местности на перекрывающейся части снимков. Площадь перекрытия на АФС составляет 60-80 % каждого снимка.

Работы по геоморфологическому дешифрированию АФС выполняются в следующей последовательности.

1. ***Определение масштаба АФС***. Масштаб снимка рассчитывается по формуле m = f / H, где f – фокусное расстояние аэрофотокамеры, мм; H – высота фотографирования, м (рис. 1). Оба параметра берутся из текста, приложенного к аэрофотоснимкам и переводятся для расчета в одни единицы (метры или миллиметры). Расчет масштаба АФС проводится с округлением, кратным 1 000 (например, 1:17 000, 1:23 000 и др.).

2. ***Определение границ участка*** для составления карты. Для этого на одном из снимков стереопары определяются и наносятся на кальку границы участка, отображенного на обоих снимках и составляющего стереоскопическую модель рельефа.

3. ***Определение центров аэрофотоснимков***. Центр снимка (главная точка АФС) фиксирует положение оптической оси аэрофотокамеры в момент фотографирования. Положение центра снимка определяется геометрическим путем несколькими методами.

Наиболее точно центр снимка определяется как точка пересечения линий, соединяющих марки противоположных сторон снимка или как точка пересечения диагоналей, соединяющих противоположные углы рамки снимка (рис. 2). Менее точным методом, используемым лишь в учебных целях, является построение центра снимка как точки пересечения линий, соединяющих противоположные углы снимка.

Кроме того, на каждый снимок выносится проекция центра соседнего снимка, составляющего стереопару. Если в комплекте имеется три

снимка, то на среднем из них отображаются центры соседних с ним левого и правого снимков. Вынос центров-проекций с соседних снимков осуществляется под стереоскопом после того, как будут нанесены на каждом снимке собственные центры фотографирования.

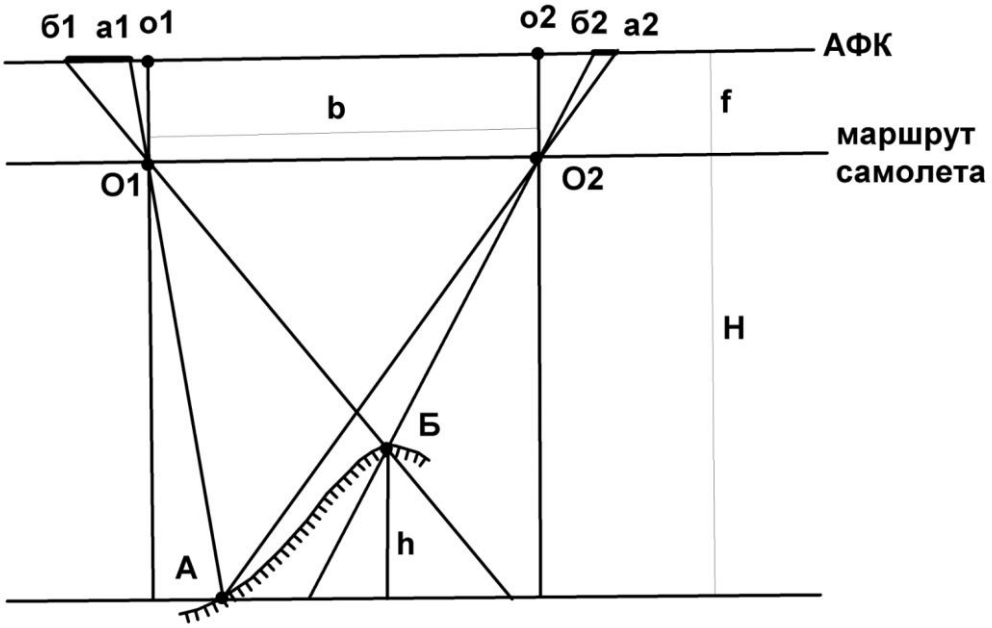


Рис. 1. Основные параметры при фотографировании рельефа:
А, Б – нижняя и верхняя точки участка рельефа (склон горы);
АФК – условное положение плоскости фотографии аэрофотокамеры;
h – относительное превышение точки Б над точкой А;
O1, O2 – центры фотографирования для стереопары снимков на линии маршрута самолета; o1, o2 – проекции центров фотографирования на фотоснимках;
H – высота фотографирования; f – фокусное расстояние аэрофотокамеры;
b – базис фотографирования; a1б1, a2б2 – горизонтальные проекции отображения склона АБ на фотоснимках

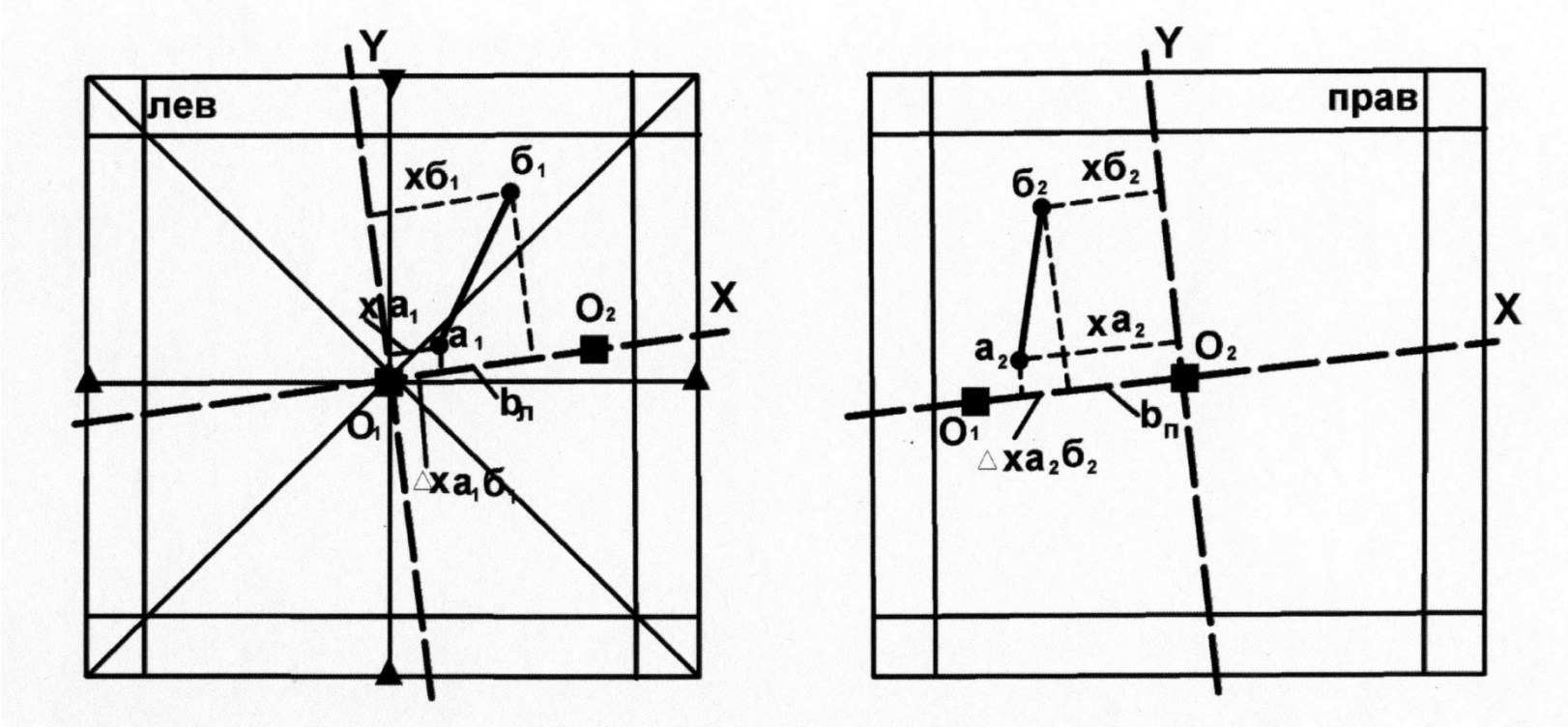


Рис. 2. Определение координат (**ха, хб**) и разностей координат (**Δх**) точек **а** и **б** на левом (**лев**) и правом (**прав**) снимках стереопары:

O_1O_2 = $b_л$, $b_п$ – базисы фотографирования на левом ($b_л$) и правом ($b_п$) снимках;

$\Delta xa_1б_1$, $\Delta xa_2б_2$ – разности координат точек **а** и **б** в проекции на ось **Х**

4. ***Определение базиса фотографирования***. Линии, соединяющие на каждом снимке центры снимков с центрами-проекциями соседних снимков стереопар, фиксируют маршрут самолета. Расстояние между этими точками (O_1-O_2, см. рис. 1, 2) составляет базис фотографирования. Необходимо вычислить средний базис фотографирования. Для этого замеряют линейкой или палеткой базисы на левом и правом снимках и определяют средний базис фотографирования (с точностью до 0,1 мм), мм: $b_{ср} = (b_{лев} + b_{прав}) / 2$, мм.

5. ***Определение относительных превышений точек рельефа***. Для определения относительных превышений элементов рельефа, крутизны склонов, высоты уступов, уклона речных долин и др. необходимо определить разницу высотных отметок рельефа. С этой целью на снимках нанесены профили, пересекающие основные геоморфологические формы и включающие в себя 7-15 точек, располагающихся на перегибах наиболее характерных элементов рельефа. Вычисленные относительные превышения этих точек дают возможность определить конфигурацию поперечного строения форм рельефа и характера условий образования рыхлых четвертичных отложений склонов.

В основе метода измерительного дешифрирования для определения относительных превышений лежит количественная оценка разности линейных величин аб (см. рис. 1, 2), представляющей собой проекцию части рельефа АБ на аэрофотоснимках стереопары. Линейные размеры аб зависят от параметров АФС (высота фотографирования – H, базис фотографирования – b, фокусное расстояние аэрофотокамеры – f) и от относительного превышения точек между собой ($\Delta h_{АБ}$).

Параметры АФС постоянны для любых участков стереопары и даны в объяснительной записке к снимкам (H, f) или уже определены ($b_{ср}$). В связи с этим, исходя из пропорциональной зависимости величин аб и Δh, работа сводится к измерению на обоих снимках для любой пары точек величин аб; определения их разности и расчета Δh для этих точек. С этой целью на левом и правом снимках стереопары необходимо определить положение точки на снимке и разность координат точек в системе координат XY, лежащих в плоскости снимка. За ось X принимается направление O_1-O_2, ось Y располагается перпендикулярно оси X и проходит через центральную точку снимка. Расчет относительных превышений точек рельефа выполняем по упрощенной схеме без учета поправок на колебание высоты полета, наклон снимков, приращение координат по оси Y и др. В связи с этим изменение положения точек на снимках и определение разности их координат проводим только относительно оси X. Разность координат какой-либо точки по оси абсцисс называется продольным параллаксом этой точки (продольные по отношению к маршруту самолета, по оси X).

Определение продольных параллаксов точек на АФС можно выполнять несколькими методами (параллаксометрами, параллактическими линейками, палетками). Простейшим методом является определение с помощью палетки геолога-дешифровщика (Михайлов, Рамм, 1975), которая дает возможность расчета величины Δx для любой пары точек на каждом снимке.

Палетка геолога-дешифровщика (рис. 3) представляет собой поперечный масштаб, позволяющий измерять линейные величины с точностью до 0,1 мм. Для удобства работы шкала палетки нанесена на прозрачную пленку, и при измерениях ее можно накладывать непосред-

ственно на снимок. Разность координат точек Δx палеткой определяется без стереоскопа на каждом снимке отдельно, сначала на левом, а затем на правом. Для этого палетку помещают на снимок таким образом, чтобы левая точка располагалась на левой рамке шкалы палетки (точка а, см. рис. 3).

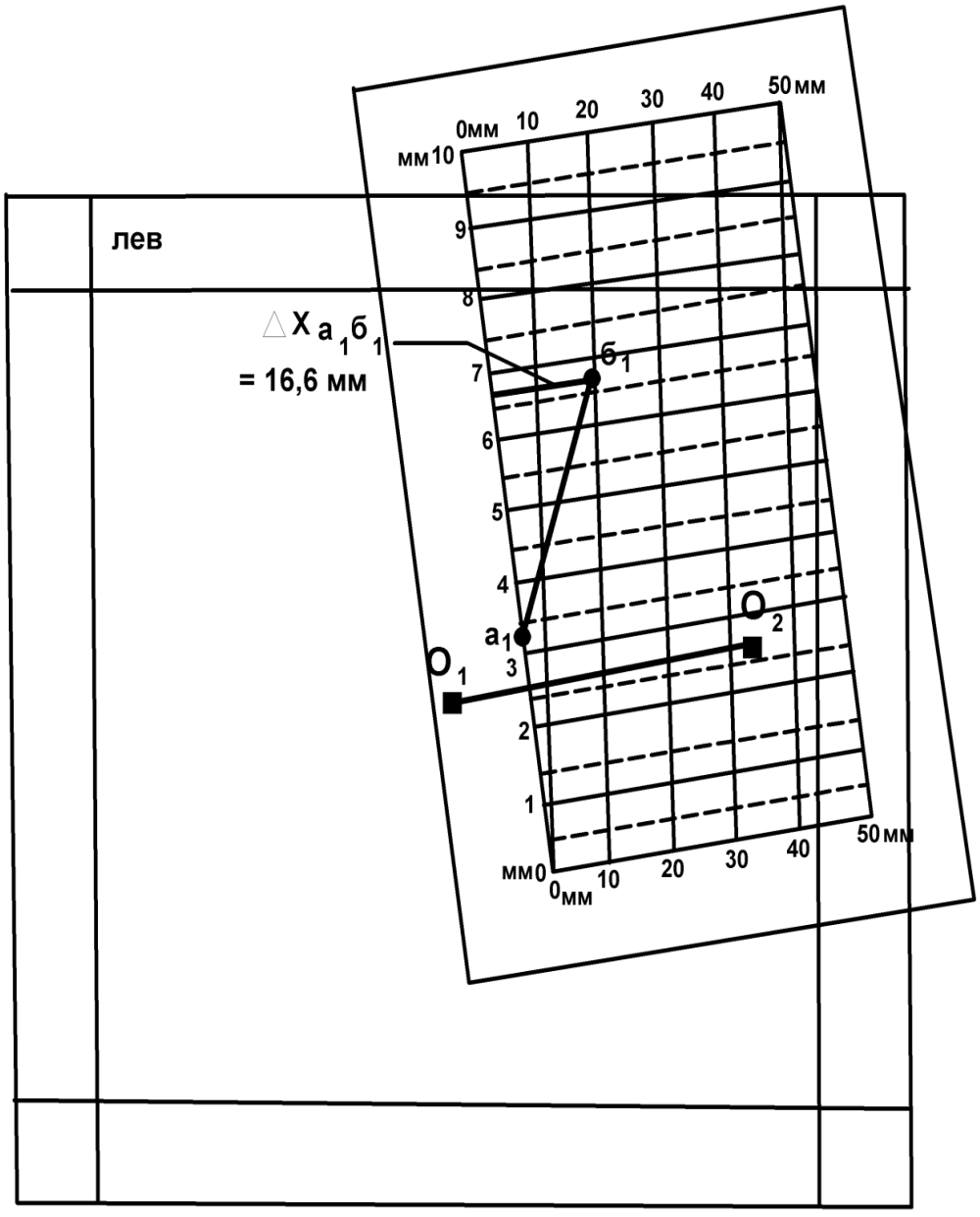


Рис. 3. Определение разности координат точек а и б
с помощью палетки геолога-дешифровщика ($\Delta x a_1 б_1$ = 16,6 мм)

Перемещая палетку по снимку, добиваются такого положения, чтобы точка б разместилась на одной из наклонных линий шкалы. Обязательным условием при этом должно быть ориентированное расположение палетки перпендикулярно линии O_1-O_2 (рис. 3). При определении $\Delta x_{а1б1}$ измеряется расстояние от точки б до левой части шкалы палетки. Непосредственный отсчет Δx определяется следующим образом. Десятки миллиметров надо брать по отметке наклонной линии (на которой расположена точка b_1) на нижней части шкалы (10 мм), целые миллиметры считываются по левой шкале палетки (6 мм), доли миллиметра рассчитываются интерполяцией положения точки (0,6 мм). Величина $\Delta x_{а1б1} = 10 + 6 + 0{,}6 = 16{,}6$ мм. Аналогично выполняется измерение $\Delta x_{а2б2}$ на правом снимке.

После определения разностей координат пары точек на обоих снимках рассчитывается разность продольных параллаксов **(**Δp**)** этих точек, мм: $\Delta p_{аб} = \Delta x_{а1б1} - \Delta x_{а2б2}$.

Расчет относительных превышений двух точек выполняется по формуле $\Delta h_{аб} = (H \times \Delta p_{аб}) / b_{ср}$, где $\Delta h_{аб}$ – относительное превышение точек а и б, м; H – высота фотографирования, м; $\Delta p_{аб}$ – разность продольных параллаксов, мм; $b_{ср}$ – средний базис фотографирования, мм.

При определении относительных превышений точек рельефа по геоморфологическому профилю, нанесенному на АФС, работы выполняются последовательно на левом и правом снимках для каждой пары точек (1-2, 2-3, 3-4 и т. д., рис. 4), все результаты замеров заносятся в таблицу. При этом, кроме расчета непосредственных значений относительных превышений точек, необходимо определить знак превышений, т. е. повышение или понижение рельефа от одной точки до другой. Для определения знака превышений приняты следующие условия. В таблицу

каждая пара точек заносится в порядке возрастания их номеров по профилю. Если при измерении Δx точка с меньшим порядковым номером располагается на снимке левее точки с большим номером (см. рис. 4, таблицу, пары 1-2, 2-3), то величина принимается с положительным знаком. В других случаях, когда точка с более высоким порядковым номером находится левее, ее располагают на левой рамке палетки, а величина Δx принимается с отрицательным знаком (см. рис. 4, таблицу, –Δx 3-4, –Δx 4-5).

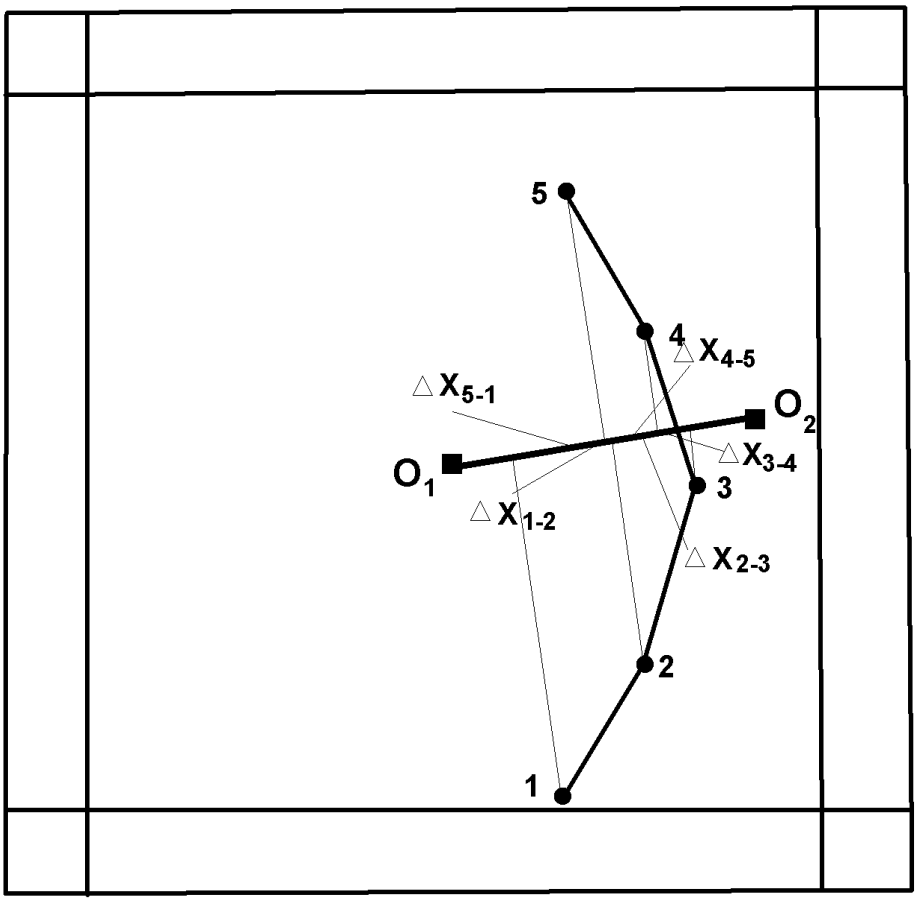


Рис. 4. Определение разностей координат (Δx) пар точек рельефа в проекции на ось X по профилю 1-5 (см. таблицу)

Расчет относительных превышений точек рельефа, м, по профилю 1-5 на аэрофотоснимках по разности координат точек в проекции на ось X

Точки профиля	$\Delta X_{лев}$, мм	$\Delta X_{прав}$, мм	Δp, мм	Δh, м
1-2	8,9	9,2	-0,3	-60
2-3	6,1	5,4	0,7	140
3-4	-2,3	-3,4	1,1	220
4-5	-4,6	-3,2	-1,4	-280
5-1	-8,2	-7,9	-0,3	-60
∑	-0,1	0,1		

При расчете разностей продольных параллаксов (Δp) пар точек по профилю определяется алгебраическая разность величин Δx с учетом их знака: $\Delta p = \Delta x_{лев} - \Delta x_{прав}$, где $\Delta x_{лев}$ и $\Delta x_{прав}$ – разности координат точек на левом и правом снимках с их знаком. Положительные значения Δp указывают на то, что в измеренной паре точек точка с большим порядковым номером имеет положительное превышение по отношению к точке с меньшим номером, т. е. точка с большим номером располагается гипсометрически выше. Отрицательные значения Δp свидетельствуют о более низком положении в рельефе точки с большим порядковым номером. При $\Delta p = 0$, независимо от абсолютных значений Δx пар точек, эти точки не имеют между собой превышений, т. е. они располагаются на одной высоте.

Вычисленные относительные превышения (Δh) пар точек рельефа по профилю также имеют положительные и отрицательные значения и отражают высотное положение точки с более высоким порядковым номером по отношению к точке с меньшим номером. Полученные значения Δh заносятся в таблицу с округлением до целых значений метров.

Кроме рассчитанных относительных превышений пар точек рельефа в таблице должны быть определены абсолютные гипсометрические высоты этих точек. Для этого преподавателем для каждого комплекта аэрофотоснимков должна быть определена и выдана студенту гипсометрическая отметка какой-либо базисной точки профиля. Конкретное расположение и абсолютная высота базисной точки различны для каждого комплекта АФС. Наиболее благоприятным является определение высоты начальной точки профиля (например, отметка точки 1 = 680 м, см. приложение 1), по отношению к которой должны быть определены отметки других точек профиля по величинам Δh между точками замера.

6. ***Построение линии профиля.*** На основе вычисленных относительных превышений точек рельефа отстраивается линия рельефа по профилю (см. приложение 1). Вертикальный масштаб принимается одинаковым с горизонтальным и соответствует масштабу карты. По результатам стереоскопического изучения площади отрисовывается поверхность рельефа по профилю с учетом конфигурации его элементов: плоские, выпуклые, вогнутые, неравномерные или ступенчатые вершины, склоны и впадины рельефа. Анализ характера водоразделов, вершин, впадин, типа и крутизны склонов дает возможность предполагать и обосновать выделение генетических типов рыхлых отложений четвертичного возраста с учетом особенностей форм и элементов рельефа и климатических условий района.

7. ***Составление геоморфологического разреза*** по линии профиля (см. приложение 1). Горизонтальный масштаб соответствует масштабу АФС и карты. Вертикальный масштаб с округлением до стандартных значений (1:20 000, 1:10 000, 1:5 000 и др.) выбирается с таким расчетом, чтобы относительные превышения между минимальной и максимальной точками по профилю в этом масштабе составляли 3-5 см. На некоторых,

наиболее контрастных по рельефу АФС вертикальный масштаб принимается одинаковым с горизонтальным.

Мощность рыхлых отложений по разрезу принимается условной, равной 1-2 мм для склоновых образований и до 6-7 мм – в участках максимального развития аккумулятивных форм (аккумулятивные речные долины, предгорные пролювиальные равнины, эоловые отложения и др.). На разрезе должны быть отражены возрастные взаимоотношения четвертичных пород (Q_{IV}, Q_{III}, Q_{II}) и показаны контакты фациальных переходов одновозрастных рыхлых образований.

В пределах изученного участка аэрофотоснимка выделяются и прослеживаются основные элементы рельефа, отмеченные в тексте к снимкам: речные долины, русла рек и ручьев, озера, болота, границы русловых, пойменных и террасовых форм, конусы выноса, водоразделы, гребни, кары, бровки уступов, эрозионные останцы, оси барханных цепей и др. (см. приложение 1).

Выделяются и оконтуриваются поля развития основных генетических типов рыхлых отложений согласно их типизации и приуроченности к определенным типам и формам рельефа и с учетом количественных показателей рельефа (относительные превышения, высота уступов, крутизна и конфигурация склонов и др.). Выделяются участки выхода на поверхность коренных дочетвертичных пород, приуроченных к определенным формам и элементам рельефа.

8. ***Оформление практической работы.*** Карта четвертичных образований выполняется на кальке тушью и включает собственно геологическую карту, легенду с условными обозначениями пород и элементов рельефа (приложение 3), геоморфологический разрез, таблицу с результатами измерительного дешифрирования. Размещение этой информации и оформление карты показано в приложении 1.

Геологическая карта ориентирована длинной стороной в меридиональном направлении. Выделенные на карте генетические типы четвертичных пород раскрашиваются в соответствии с легендой (приложение 2). В условных обозначениях легенды четвертичные образования обозначены индексами и размещены сверху вниз в порядке возрастания их возраста (Q_{IV}, Q_{III}, Q_{II}). Дочетвертичные породы независимо от возраста и состава пород обозначаются одним обобщенным знаком и цветом (D′Q). Кроме того, в легенде показаны элементы рельефа (уступы, конусы выноса, хребты и др.).

Ниже карты четвертичных образований располагаются два профиля земной поверхности.

Один профиль отстраивается с сохранением идентичности горизонтального и вертикального масштабов, равным масштабу карты. Он дает возможность установления реального характера земной поверхности с определением крутизны склонов, типов горных вершин, речных долин и интерпретации распределения выявленных геоморфологических элементов по всей площади карты.

Геоморфологический разрез строится по этой же линии профиля с увеличением вертикального масштаба, что дает возможность отображения условий залегания и характера взаимоотношений маломощных и разновозрастных покровных четвертичных образований. На профиле и разрезе должны быть показаны пункты замера превышений рельефа.

Слева от карты помещается таблица с результатами измерительного дешифрирования по определению относительных превышений точек профиля и их абсолютных отметок.

В правом верхнем углу кальки указывается фамилия и группа студента – автора лабораторной работы, номер и параметры аэрофотоснимка.

Рекомендуемая литература

Основная литература

Макарова Н. В., Суханова Т. В. Геоморфология: учебное пособие. М.: КДУ, 2007.

Костенко Н. П. Геоморфология: учебник. М.: Изд-во МГУ, 1999.

Дополнительная литература

Бекшенев О. Г., Бутин В. В., Севальнева Н. М. Геоморфология с основами четвертичной геологии: словарь-справочник. Ханты-Мансийск: ПЦ «Лайн-Арт», 2006. 178 с.

Панов Д. Г. Общая геоморфология: учебник. М.: Высшая школа, 1966. 427с.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.27 ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

форма обучения: очная, заочная

Авторы: Устьянцева Н.В., ст. преп., Кororова Е. В., ст. преп.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Литологии и геологии горючих ископаемых	геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зам. зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
С. А. Рыльков	Бондарев В. И.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 07.09.2021	Протокол № 2 от 07. 10. 2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Введение

Учебным планом специальности 21.05.02 Прикладная геология по дисциплине «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии» предусматривается написание контрольной работы на тему «Определение систематической принадлежности фоссилий из основных групп руководящих ископаемых». Это – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

Задания контрольной работы, направлены на оценку уровня умений и навыков, формирующих компетенцию:

ОПК-5: Способность применять навыки анализа горно-геологических условий при поисках, оценке, разведке и добыче полезных ископаемых, а также при гражданском строительстве

Результаты обучения, достижение которых свидетельствует об освоении компетенции:

Знания: основные группы руководящих ископаемых; общие, региональные и местные стратиграфические подразделения; принципы и методы основных стратиграфических исследований

Умения: проводить описание ископаемых остатков основных руководящих групп фауны; проводить геологические наблюдения на объекте изучения

Владения: навыками документации геологических объектов; навыками построения стратиграфических колонок и геологических разрезов; навыками определения относительного геологического возраста горных пород при помощи палеонтологического метода стратиграфических исследований.

Порядок выполнения контрольной работы

Контрольная работа по теме «Основы палеонтологии».

Пользуясь «Атласом беспозвоночных животных», оформленном студентом процессе самостоятельной работы, определить систематическую принадлежность палеонтологических образцов беспозвоночных животных. Опишите основные морфологические признаки. Проанализируйте условия обитания и установите геологическое значение исследуемых фоссилий.

Каждый вариант контрольной работы составлен из каменного материала в виде пяти палеонтологических образцов беспозвоночных животных.

Цель выполняемой работы: получить специальные знания по заданной теме.

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.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

Порядок описания ископаемых органических остатков

1. Определение формы сохранности ископаемых остатков.
2. Общие закономерности строения скелета) ископаемого организма (внутреннее ядро, левая(правая) створка, две створки, панцирь, перистая форма; одиночная или колониальная форма; отчётливо заметны, трудно различимы или неразличимы в лупу внутренние элементы строения скелета).
3. Зарисовать ископаемое, на рисунке указать линейный масштаб. Выделить стрелками и подписать названия всех выявленных элементов строения скелета ископаемого (или следов его жизнедеятельности).
4. Определить и доказать систематическую принадлежность ископаемого, выявляя его *сходство* и *различие* с близкими по строению ископаемыми.
5. Определить условия обитания и образ жизни представителей определенного таксона.
6. Охарактеризовать геологическое значение таксона: стратиграфическое значение, породообразующую роль, использование при проведении палеогеографических реконструкций. Определить возраст горной породы.

Для удобства работы использовать табличную форму записи.

Фамилия_____Группа_____

	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4	Образец 5
Тип					
Класс					
Отряд					
Род					
Экология (условия обитания), образ жизни					
Морфология (характерные черты строения)					
Геологическое значение					

Оценивание результатов контрольной работы

Оценивание результатов контрольной работы должно быть проведено до начала промежуточной аттестации и проводится по традиционной шкале: «зачтено», «не зачтено. Решение об оценке контрольной работы принимается по результатам проверки предъявленной работы и ответов студента на вопросы в случае неполного описания ископаемых органических остатков.

Критерии оценивания контрольной работы	*Количество баллов*
Правильность определения систематической принадлежности фоссилий	0-1
Полнота описания морфологического строения фоссилий	0-2
Логичность и аргументированность выводов по работе	0-1
Использование профессиональной терминологии	0-1

Итого	0-5

5 баллов (90-100%) - оценка «зачтено»
4 балла (70-89%) - оценка «зачтено»
3 балла (50-69%) - оценка «зачтено»
0-2 балла (0-49%) - оценка «не зачтено».

Критерии оценки:

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся:

- если у всех пяти образцов правильно определена систематическая принадлежность; дано полное описание морфологического строения; выводы по работе логичные и аргументированные, материал изложен профессиональным языком;

- если правильно определена систематическая принадлежность четырех образцов из пяти; дано полное описание морфологического строения; имеется вывод по работе или его нет, материал изложен профессиональным языком;

- если правильно определена систематическая принадлежность трех образцов из пяти; описание морфологического строения с существенными замечаниями; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии;

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, если правильно определена систематическая принадлежность двух образцов из пяти; описание морфологического строения неполно или неверно; выводы по работе нелогичны или отсутствуют, материал изложен без использования профессиональной терминологии.

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.О.27 ИСТОРИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ С ОСНОВАМИ ПАЛЕОНТОЛОГИИ И СТРАТИГРАФИИ

Специальность:

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

форма обучения: очная, заочная

Авторы: Устьянцева Н.В., Коровова Е.В.

Одобрены на заседании кафедры
Литологии и геологии горючих ископаемых
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Рыльков С.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 07.09.2021
(Дата)

Рассмотрены методической комиссией
факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 07.01.2021
(Дата)

Екатеринбург

Рабочая программа дисциплины «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии» согласована с выпускающей кафедрой ГИГГ

Зав. кафедрой С.Н. Тагильцев

подпись *И.О. Фамилия*

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [9];
- ✓ подготовка к экзамену;
- ✓ изучение коллекций ископаемых остатков основных систематических групп.

Самостоятельная работа студентов направлена на развитие интеллектуальных умений, повышение творческого потенциала студентов и заключается в:

– поиске, анализе, структурировании и презентации информации, анализе научных публикаций по основным группам руководящих ископаемых и основным методам стратиграфических исследований.

– исследовательской работе и участии в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателей.

Данные методические указания предназначены для организации самостоятельной работы студентов при освоении отдельных тем дисциплины.

Методические указания к самостоятельной работе студента

В последующем разделе пособия приведена развернутая программа дисциплины «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [9]. Каждая тема является основой вопросов в экзаменационном билете. При чтении лекций по курсу преподаватель указывает те темы дисциплины, которые выносятся на самостоятельную проработку студентами. Основной объем информации по каждой теме содержится в учебниках по курсу [1,3,4,7,8]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [2, 5, 6]. Для самоконтроля и приобретения навыков решения задач по отдельным разделам дисциплины в последнем разделе приведены контрольные вопросы и упражнения, которые являются основой подготовки к экзамену.

При освоении указанных ниже тем рекомендуется следующий порядок самостоятельной работы студента.

1. Ознакомьтесь со структурой темы.
2. По учебникам [1,3,4,7,8] освойте каждый структурный элемент темы. Во всех темах указаны разделы и страницы учебника, содержащие данный материал.
3. При необходимости используйте указанную дополнительную литературу. Консультацию по использованию дополнительной литературы Вы можете получить у преподавателя.
4. Ответьте на контрольные вопросы и выполните рекомендованные упражнения. 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.

Данное учебно-методическое пособие может быть использовано при подготовке ответов на вопросы во время экзамена.

Содержание курса

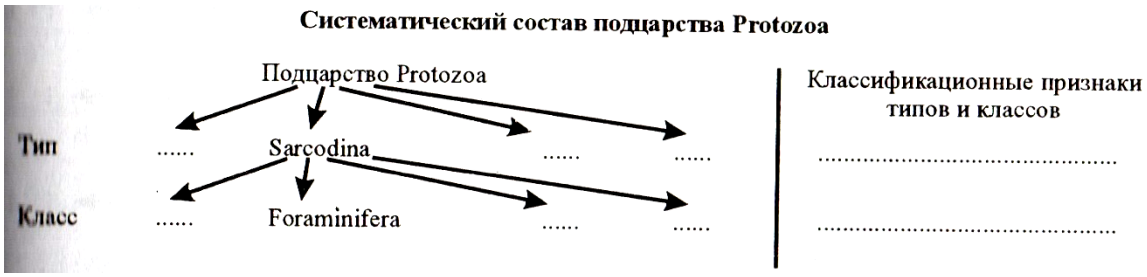
Тема 1: Основы палеонтологии. [1,3]

Формы сохранности ископаемых остатков. Среда обитания и образ жизни организмов. Руководящие ископаемые. Царство животных: типы Sarcodina, Spongiata, Cnidaria, Arthropoda, Mollusca, Briozoa, Brachiopoda, Echinodermata, Hemichordata, Chordata. Общая характеристика, геологическое значение. Царство растений.

Дополнительная литература: [2, 6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Перечислите предмет, задачи и методы палеонтологии.
2. Каково значение палеонтологии для геологии?
3. При каких условиях организмы сохраняются в ископаемом состоянии?
4. По каким критериям проводится классификация ископаемых организмов?
5. Как проводится реконструкция образа жизни и условий существования ископаемых организмов?
6. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, цианобионты, строматолиты, онколиты. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы.
7. Составьте схему систематического состава подцарства Protozoa, вписав названия недостающих таксонов (тип, класс) согласно схеме. Справа укажите классификационные признаки.



8. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, представителей родов Fusulina, Schwagerina, Nummulites; приведите их систематику и время жизни. Отметьте породообразующую роль фузулинид и нуммулитид.
9. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, губки и археоциаты. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы.
10. С чем связано наличие у ругоз пережимов стенки кораллита (rugae-морщины)?
11. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, схемы строения днищевиков, четырехлучевых и шестилучевых кораллов. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы (днища, септы, столбик, пузырчатую ткань). Составить атлас (систематика, диагноз, изображение, время жизни) представителей родов Stromatopora, Amphipora, Chaetetes, Conularia, Favosites, Syringopora, Halysites, Heliolites; Caninia, Cystiphyllum, Lithostrotion? Lithostrotionella, Lonsdaleia.

12. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов Agnostus, Paradoxides, Asaphus, Scutellum, Phillipsia.

13. Геологическое и стратиграфическое значение двустврчатых моллюсков рудистов.

14. Что такое голостомное и сифоностомное устья у гастропод и как они связаны с образом жизни гастропод?

15. Как распределяются во времени типы перегородочных линий у аммонитов?

16. Зарисуйте в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях, схемы строения двустворок, гастропод, аммоноидей и колеоидей. На рисунке стрелками покажите основные скелетные элементы [4, рис. 5-8].

17. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов: **Двустворок** (Trigonia, Pecten, Inoceramus, Gryphaea, Ostrea, Exogyra, Aucella, Cardium, Hippuritella; **Гастропод** (Bellerophon, Pleurotomaria, Eoumphalus, Patella, Turritella, Natica); **Головоногих моллюсков** (Nautilus, Endoceras, Orthoceras, Manticoceras, Tornoceras, Paragastrioceras, Ceratites, Cadoceras, Virgatites, Craspedites, Belemnitella). Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.

18. Участвуют ли мшанки в породообразовании и каким образом?

19. С какого времени мшанки известны в палеонтологической летописи.

20. Используются ли мшанки для восстановления палеоэкологической и палеогеографической обстановок древних морских бассейнов?

21. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов: Fenestella, Polypora). Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.

22. Указать наиболее важные в стратиграфическом отношении отряды замковых брахиопод и указать время их существования.

23. Что значит “обратное положение” седла и синуса у одного из представителей (рода) отряда Pentamerida?

24. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов, указанных в Практикуме [4, с.64-69]. Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни

25. С какого времени появляются Морские лилии и в чем состоит их породобразующая роль?

26. Каковы особенности морфологии морских пузырей отряда Rhombifera? За что они получили свое название?

27. Из скольких табличек состоит панцирь у большинства представителей класса Морские бутоны?

28. Чем отличается строение панциря у древних палеозойских и новых мезокайнозойских ежей?

29. Что такое “правильные” и “неправильные” морские ежи? Какие две группы выделяются в составе неправильных морских ежей?

30. Зарисуйте и опишите в атласе ископаемых организмов, составляемом на практических занятиях представителей родов, указанных в Практикуме [4, с.64-69]. Изображение представителя каждого рода снабдить систематикой, диагнозом и временем жизни.

31. В течение какого времени и в каких условиях существовали панцирные рыбы?

32. К какому подклассу относятся представители рода Helicoprion? Время их существования?

33. Каковы основные черты строения лабиринтодонтов?

34. Охарактеризовать основные типы черепа пресмыкающихся.

35. Назвать основные подклассы пресмыкающихся и указать их типичных представителей.

36. Каковы характерные особенности анатомического строения древних птиц?

37. Основные экологические группы ископаемых представителей млекопитающих (наземные, плавающие, летающие). Указать типичных представителей, дать их краткую характеристику.

38. Укажите представители каких типов водорослей участвуют в рифообразовании и в породообразовании.

39. Каковы основные черты строения псилофитов и в какое время они заселили наземные пространства?

40. К какому типу растений относятся лепидодендроны и каковы основные черты их строения? Их геологическое значение.

41. К какому типу растений относятся каламитовые и каковы основные черты их строения? Их геологическое значение.

42. Каковы основные различия анатомического строения представителей классов Бессемянные, Голосеменные и Покрытосеменные растения? Каково их геологическое значение?

Тема 2: Основы стратиграфии. [4]

Предмет, задачи и принципы стратиграфии. Общая геохронологическая и стратиграфическая шкала. Биостратиграфические и литостратиграфические методы расчленения и корреляции. Событийная стратиграфия. Секвентная стратиграфия. Геофизические методы расчленения и корреляции. Радиохронологические методы определения возраста. Документация геологических объектов.

Дополнительная литература: [6].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Перечислить задачи стратиграфии в логической их последовательности. Указать конечные цели стратиграфических исследований.

2. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Стенона?

3. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Гексли?

4. С какой задачей стратиграфических исследований связано использование принципа Мейена?

5. Стратифицирующие литологические и палеонтологические признаки, их использование для построения стратиграфических шкал.

6. Для чего используются лимитотипы нижних границ ярусов

7. Каковы основные литологические признаки, которые используются для расчленения и корреляции разрезов?

8. Каковы основные особенности свитной стратиграфии? Как используется петрографический состав для стратификации разрезов?

9. Каковы основные условия для возникновения косой слоистости? Как она используется в целях корреляции?

10. Как используется цикличное строение толщ для их расчленения и корреляции? Методика построения ритмограмм по Н.Б. Вассоевичу.

11. Каковы маркирующие горизонты в области развития прибрежно-морских угленосных серий отложений?

12. Как используются в стратиграфии уровни несогласного залегания пород? Угловое несогласие и его применение для стратификации докембрийских образований

13. Какие вы знаете типы палеонтологических шкал (биостратиграфическая и биохронологическая), их характеристика и возможности практического применения?

14. Каковы основные требования , которые следует предъявлять к биохронологическим шкалам? Основные приемы их построения. Почему необходимо условие минимальной размерности зональных подразделений шкалы?

15. Как создается комплексная характеристика зональных подразделений шкал?

16. Какие стратиграфические шкалы зависимые и какие независимые?

17. В чем состоит операция датировки возраста стратонов в единицах Международной стратиграфической шкалы?

18. Какие задачи решаются с помощью каротажа? Какие методы каротажных наблюдений наиболее оптимально выявляют наличие нефтеносных песчаников в пробуренной толще пород?

19. Каким методом каротажа определяется глубина залегания кровли и подошвы слоев в скважине?

20. Каковы ограничения для применения метода сейсмостратиграфических исследований?

21. Каковы основные гипотезы, лежащие в основе использования магнитостратиграфического метода?

22. Как по определению координат магнитного полюса устанавливается возраст

23. Что такое атомный номер и массовое число элемента? Типы радиактивного распада (бета-распад, выброс позитрона, захват электрона из внутренней К-оболочки).

24. Основная формула датировки возраста пород и минералов. Что такое постоянная распада, период полураспада?

25. Радиоуглеродный метод. Каковы его возможности определения возраста?

26. Рубидий-стронциевый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?

27. Калий-аргоновый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?

28. Уран-торий-свинцовый метод. Образцы каких пород и какие минералы используются для проведения этого метода?

29. Датирование по свинцово-свинцовому методу. Чем определяется возможность проведения этого метода?

Тема 3: Методы восстановления палеогеографической обстановки. [7,8]

Учение о фациях. Важнейшие критерии фациального анализа. Литофациальный и биофациальный анализы. Анализ общегеологических данных. Основные группы фаций. Палеогеографические карты и профили.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. В чем состоит суть биостратиграфического анализа?
2. Сущность литостратиграфического анализа.
3. Каким способом определяют относительный возраст интрузий?
4. Какие организмы являются стеногалинными?
5. Каким образом газовый режим влияет на расселение водных организмов?

Тема 4: Строение и главнейшие структуры земной коры. [7, 8]

Океаническая и континентальная кора. Платформы и складчатые области континентов. Срединно-океанические хребты и талассократоны. Важнейшие геотектонические концепции. Тектоническая периодизация, понятие о тектономагматических эпохах.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие основные типы земной коры выделяют?
2. Назовите структурные элементы океанов.
3. Назовите структурные элементы материков.
4. В чем состоит суть геосинклинальной концепции?
5. В чем состоит суть концепции тектоники литосферных плит?

Тема 5: Геологическая история Земли. [7, 8]

Стратиграфическое расчленение и ранги стратиграфических подразделений. Земля в докембрии: общая характеристика, органический мир, структуры земной коры и породообразование, полезные ископаемые. Земля в фанерозое. Основные черты палеозойского этапа: кембрия, ордовика, силура, девона, карбона и перми. Тектоно-магматические эпохи. Органический мир, структуры земной коры и палеогеография. Климатическая зональность. Полезные ископаемые. Основные черты мезозойского этапа: триаса, юры и мела. Отличительные черты осадконакопления. Киммерийская тектономагматическая эпоха. Органический мир, структуры земной коры и палеогеография. Климатическая зональность. Полезные ископаемые. Земля в кайнозое: органический мир, палеогеография, фазы альпийской складчатости, полезные ископаемые. Отличительные черты осадконакопления. Изменения климата и оледенения. Неотектонические движения. Направленность геологического развития земной коры.

Дополнительная литература: [5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какова особенность докембрийских образований методика их изучения?
2. Основные черты палеозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.
3. Основные черты мезозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.
4. Основные черты кайнозойской истории развития Земли: органический мир, тектоника и палеогеография.

Вопросы к зачету по курсу «Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии»

1. Цели, задачи палеонтологии, значение палеонтологии для геологии. Формы сохранности ископаемых остатков. Среда обитания и образ жизни организмов. Руководящие ископаемые.
2. Тип Простейшие. Класс Саркодовые. Подкласс Фораминиферы. Подкласс Радиолярии. Общая характеристика*, геологическое значение.
3. Тип Губки, тип Археоциаты. Общая характеристика, геологическое значение.
4. Тип Кишечнополостные. Класс Коралловые полипы, основные подклассы. Общая характеристика, геологическое значение.
5. Тип Членистоногие. Класс Трилобиты. Общая характеристика, геологическое значение. Класс Остракоды, общая характеристика, геологическое значение.
6. Тип Моллюски. Класс Гастроподы. Класс Двустворчатые моллюски. Общая характеристика, геологическое значение.
7. Тип Моллюски. Класс Головоногие моллюски (Агониатиты, Гониатиты, Цератиты, Аммониты, Белемниты). Общая характеристика, геологическое значение.
8. Тип Брахиоподы. Характеристика классов Беззамковых и Замковых брахиопод, их геологическое значение.
9. Тип Иглокожие. Класс Морские ежи, Морские лилии, Морские пузыри, общая характеристика, геологическое значение.
10. Тип Полухордовые. Класс Граптолиты, общая характеристика, геологическое значение. Конодонты, геологическое значение.
11. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс Земноводные. Общая характеристика, геологическое значение.
12. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс Рыбы. Общая характеристика, геологическое значение.
13. Тип Хордовые, подтип Позвоночные. Класс пресмыкающиеся. Общая характеристика, геологическое значение.

14. Царство растения. Низшие растения. Систематика, геологическое значение.

15. Царство растения. Высшие растения. Систематика, геологическое значение. Спорово-пыльцевой анализ.

16. Предмет, задачи и принципы стратиграфии.

17. Общая геохронологическая и стратиграфическая шкала: общие, региональные и местные стратиграфические подразделения. Стратотип.

18. Биостратиграфические подразделения (биозона, комплексная зона, филозона, акмезона).

19. Биостратиграфический метод расчленения и корреляции. Точка ТГСГ.

20. Литостратиграфические методы расчленения и корреляции.

21. Типы слоистости, геологическое значение ее изучения.

22. Цикличность. Ритмостратиграфический метод расчленения и корреляции.

23. Перерывы в осадконакоплении. Маркирующие горизонты.

24. Событийная стратиграфия. Примеры глобальных абиотических и биотических событий.

25. Основные понятия секвентной стратиграфии (осадочная секвенция, парасеквенс, пакет парасеквенсов – проградационный, ретроградационный, аградационный).

26. Геофизические методы расчленения и корреляции: метод анализа каротажных диаграмм.

27. Магнитостратиграфический метод в стратиграфии.

28. Сейсмостратиграфический метод в стратиграфии, его достоинства и недостатки.

29. Радиохронологические методы определения возраста.

Вопросы к экзамену по курсу
«Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии»

1. Задачи, решаемые исторической геологией, ее значение в системе геологических знаний.
2. Методы и принципы историко-геологического анализа. Принцип актуализма.
3. Геологическое летоисчисление. Абсолютная геохронология. Методы ядерной геохронологии, их недостатки и достоинства.
4. Методы относительной геохронологии. Литологические методы.
5. Геофизические методы относительной геохронологии.
6. Ритмостратиграфический и климатостратиграфический методы относительной геохронологии.
7. Общегеологические методы относительной геохронологии.
8. Методы биостратиграфии.
9. Геохронологическая и Стратиграфическая шкалы. Шкалы общие, региональные и местные.
10. Основные структуры земной коры. Типы земной коры.
11. Структуры земной коры континентов.
12. Эволюция и строение подвижных поясов сжатия.
13. Эволюция и строение платформ.
14. Структуры земной коры океанов.
15. Сущность фациального анализа, его задачи и методы; определение «фации».
16. Литофациальный анализ.
17. Биофациальный анализ.
18. Комплекс континентальных фаций.
19. Комплекс переходных фаций.
20. Комплекс морских фаций.
21. Догеологическая и лунная стадии развития Земли.
22. Тектоно-магматические эпохи (ТМЭ) в истории земной коры.

23. Архей и протерозой Земли.
24. Ранний палеозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
25. Каледонская ТМЭ.
26. Поздний палеозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
27. Герцинская ТМЭ.
28. Мезозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
29. Киммерийская ТМЭ.
30. Кайнозой планеты: стратиграфическое расчленение, климаты, развитие органического мира, палеогеография, полезные ископаемые.
31. Альпийская ТМЭ.

Рекомендуемая литература

1. Михайлова И.А. Палеонтология [Электронный ресурс]: учебник / И.А. Михайлова, О.Б. Бондаренко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2006. — 592 c. — 5-211-04887-3. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/13102.html Электронный ресурс

2. Словарь терминов по исторической геологии, основам стратиграфии и палеонтологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский политехнический университет, 2012. — 140 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/55209.html Электронный ресурс

3. Черных В.В. Палеонтология беспозвоночных : практикум по дисциплине "Основы палеонтологии и общая стратиграфия": для студентов направления подготовки 130101 / В. В. Черных ; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., стер. - Екатеринбург : УГГУ, 2013. - 85 с. : ил. - Библиогр.: с. 71.

4. Черных В.В. Общая стратиграфия: конспект лекций по дисциплине "Основы палеонтологии и общая стратиграфия": для студентов специальности 21.05.02 / В. В. Черных ; Министерство образования и науки РФ, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2016. - 79 с. : ил. - Библиогр.: с. 72.

5. Историческая геология с основами палеонтологии : учебник для студентов **геологи**ческих специальностей вузов / Е. В. Владимирская [и др.]. - Ленинград : Недра, Ленинградское отделение, 1985. - 423 с.

6 Бондаренко О. Б. Краткий определитель ископаемых беспозвоночных : учебное пособие / О. Б. Бондаренко, И. А. Михайлова ; ред. В. Н. Шиманский. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Недра, 1984. - 536 с. 11

7. Амон Э. О. Введение в историческую геологию : учебник / Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2005. - 511 с. : ил. - Библиогр.: с. 500-504.

8. Историческая геология с основами палеонтологии / Мария Даниловна Парфенова М. Д. - Томск : Изд-во НТЛ, 1999. - 524 с. : ил. - Библиогр.: с. 502. - ISBN 5-89503-063-7 9

9. Историческая геология с основами палеонтологии и стратиграфии: программа дисциплины для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология специализация № 3 Геология месторождений нефти и газа / Н.В. Устьянцева, Е.В. Коророва. Екатеринбург: УГГУ, 2020. 8 с.

Министерство науки и высшего образования Российской
Федерации ФГБОУ ВО

УРАЛЬСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Факультета геологии
и геофизики
----------2022 г.
Председатель комиссии
----------проф. В.И.Бондарев

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Методические указания к дисциплине Б1.О.29 «Кристаллография и минералогия» для специальности 21.05.02 «Прикладная геология», специализация «Прикладная геохимия, минералогия и геммология» (МПГ)

Екатеринбург, 2022

Контрольные работы: Методические указания по дисциплине Б1.О.29 «Кристаллография и минералогия» для специальности 21.05.02 «Прикладная геология» для специализации «Прикладная геохимия, минералогия и геммология» (МПГ) /С.Г. Суставов; Уральский государственный горный университет. Кафедра минералогии, петрографии и геохимии. – электронное пособие 2022. – 8 с.

Методические указания содержат необходимую информацию и примеры выполнения контрольных работ предусмотренных программой в курса кристаллография и минералогия приведены простейшие примеры выполнения работ по кристаллографии и минералогии. 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.

Составитель: С.Г.Суставов, доц., канд. геол.- минер. наук

© Уральский государственный
горный университет, 2022

ВВЕДЕНИЕ

В учебных планах специальности «Прикладная геология» дисциплина «Кристаллография и минералогия» начинается во 2-ом семестре I курса обучения и заканчивается в 3-ем семестре II курса. Кристаллография и минералогия относится к дисциплинам обязательной части и является базовой для всех специальных дисциплин, которые изучаются в дальнейшем. Сложности изучения курса Кристаллография и минералогия связаны с тем, что наряду с большим объемом теоретического материала студенты должны на практике определять минералы и отличать их друг от друга. Это связано с определенными трудностями, связанными как с отсутствием мотивации у большинства студентов, так и со слабым их базовым уровнем знаний, отсутствием способностей запоминать большие объемы информации и сложностью самих минералов, как объектов изучения.

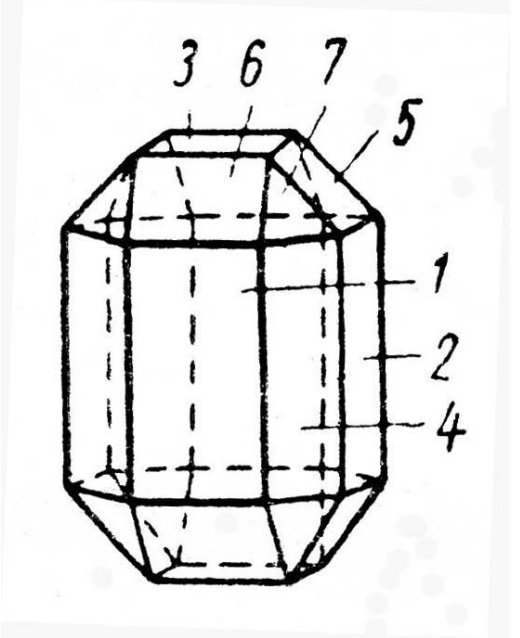
КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ по Кристаллографии и минералогии

Во втором семестре предусмотрены три контрольные работы, одна по кристаллографии и две по минералогии, служащие для усвоения студентами теоретического и практического материала, содержащегося в дисциплине.

Первая контрольная работа служит для закрепления знаний геометрической кристаллографии и развития у них пространственного мышления. Контрольная работа проводится после знакомства и освоения на практических занятиях студентами элементов симметрии кристаллов, служащих для ее выявления, их взаимодействия друг с другом; правил установки кристалла, изучением названий простых форм, участвующих в огранении кристаллов и их комбинаций, а также переноса элементов симметрии и граней кристаллов из объема на плоскость с помощью стереографической проекции.

Суть контрольной заключается в определении на модели кристалла совокупности элементов симметрии, установление по таблице вида симметрии и сингонии. Построение стереографической проекции элементов симметрии, с учетом правила установки, вынесение на неё граней кристалла и определении простых форм.

Рассмотрим это на конкретном примере.



Сначала нужно установить элементы симметрии модели кристалла. В первую очередь выявляют оси симметрии кристалла. Они могут выходить в вершинах кристалла, в центре граней или в средине ребер, удаленных друг от друга на 180°. Кристалл располагают по удлинению или уплощению. В данном случае кристалл берут за центры граней 3 и вращают вокруг этой оси. Из рисунка видно, что кристалл совместится сам с собой только через 180°, значит присутствует L_2. Далее беремся перпендикулярно к первому направлению за центры граней 2, выявляем вторую ось L_2. Взявшись еще один раз перпендикулярно к первым двум направлениям за центры граней 1, получаем третью ось L_2. Таким образом на модели присутствует $3L_2$. Далее определяем плоскости симметрии, помня что она делит кристалл на две равные и зеркально симметричные части. Вдоль первой вертикальной оси можно провести две взаимно перпендикулярные вертикальные плоскости. Третья горизонтальная плоскость пройдет через вторую и третью L_2. Получаем

на модели 3Р. Положив модель на каждую из семи типов граней, различающихся по форме, мы увидим, что каждой есть параллельная, следовательно, модель имеет центр инверсии (симметрии) – С. Совокупность элементов симметрии модели отвечает формуле $3L_2 3PC$.

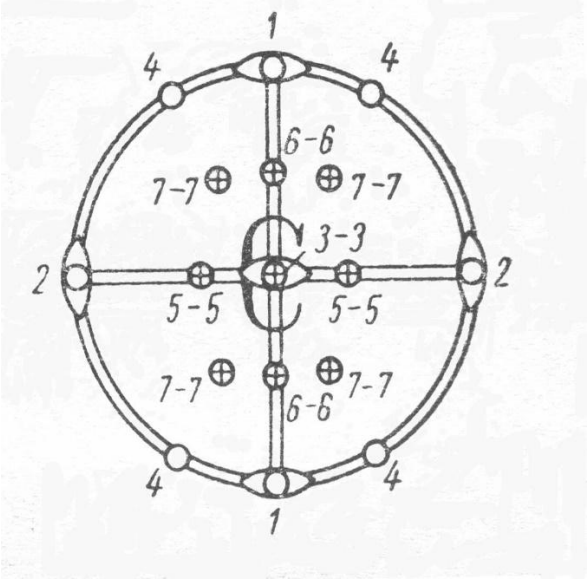
Определяем по таблице тридцати двух видов симметрии определяем вид симметрии и сингонию.

32 ВИДА СИММЕТРИИ

Кате-гория	сингония	примитивный	центральный	планальный	центральный	планаксиальный	инверсионно-примитивный	инверсионно-планальный
низшая	Триклинная	-	С					
	Моноклинная			Р	L_2	L_2PC		
	Ромбическая			$L_2 2P$	$3L_2$	$3L_2 3PC$		
средняя	Тригональная	L_3	L_3C	$L_3 3P$	$L_3 3L_2$	$L_3 3L_2 3PC$		
	Тетрагональная	L_4	L_4PC	$L_4 4P$	$L_4 4L_2$	$L_4 4L_2 5PC$	$L_{i4}=L_2$	$L_{i4} 2L_2 2P$
	Гексагональная	L_6	L_6PC	$L_6 6P$	$L_6 6L_2$	$L_6 6L_2 7PC$	$L_{i6}=L_3P$	$L_{i6} 3L_2 4P$
высшая	Кубическая	$4L_3 3L_2$	$4L_3 3L_2 3P C$	$4L_3 3L_2 6P$	$3L_4 4L_3 6L_2$	$3L_4 4L_3 6L_2 9PC$		

Получаем планаксиальный вид ромбической сингонии.

Теперь нужно построить стереопроекцию и вынести на нее элементы симметрии и определить простые формы.



Кристалл на верхнем рисунке в требуемой кристаллографической установке. Первая L_2 попадает в центр стереопроекции и изображается в виде овала, при чем верхний конец оси закрывает нижний ее конец. Вторая L_2 расположена горизонтально и у нее видно оба конца. Третья располагается вертикально. Плоскости на стереопрекции проходят через две оси. Вертикальные плоскости изображены в виде двойных прямых линий, горизонтальная совпадает с плоскостью проекции и повторяет окружность.
Центр симметрии располагается в центре стереопроекции.

Выносим на стереопроекцию простые формы, количество которых определяется по количеству типов граней на модели различающихся по форме. Для вынесения граней на стереопроекцию нужно в центре грани восстановить перпендикуляр (нормаль) и посмотреть, как он расположен относительно элементов симметрии. Для первой лицевой грани он совпадет с третьей L_2, следовательно, грань будет располагаться в выходе оси снизу. Симметричная ей вторая грань располагается в выходе оси сверху. Аналогичным

образом в выходы осей попадут грани второго и третьего типа, при чем для третьего типа обе грани окажутся в центре.

Нормаль к грани четвертого типа располагается под 90° к первой оси L_2, следовательно, она разместится на большом круге между двумя остальными осями, ближе к третьей. Таким же образом расположены грани пятого и шестого типов на вертикальных плоскостях симметрии. Положение их на плоскости определяется углом наклона относительно центральной оси.

Нормаль к грани 7 располагается под углом ко всем трем осям симметрии, поэтому она будет располагаться внутри стереопрекции чуть ближе к вертикальной плоскости.

Последнее, что нужно сделать в контрольной работе, определить простые формы участвующие в огранении кристалла. Простой формой называются равные грани, связанные элементами симметрии. Для определения простой формы нужно сосчитать количество граней каждого типа и посмотреть их взаимное расположение.

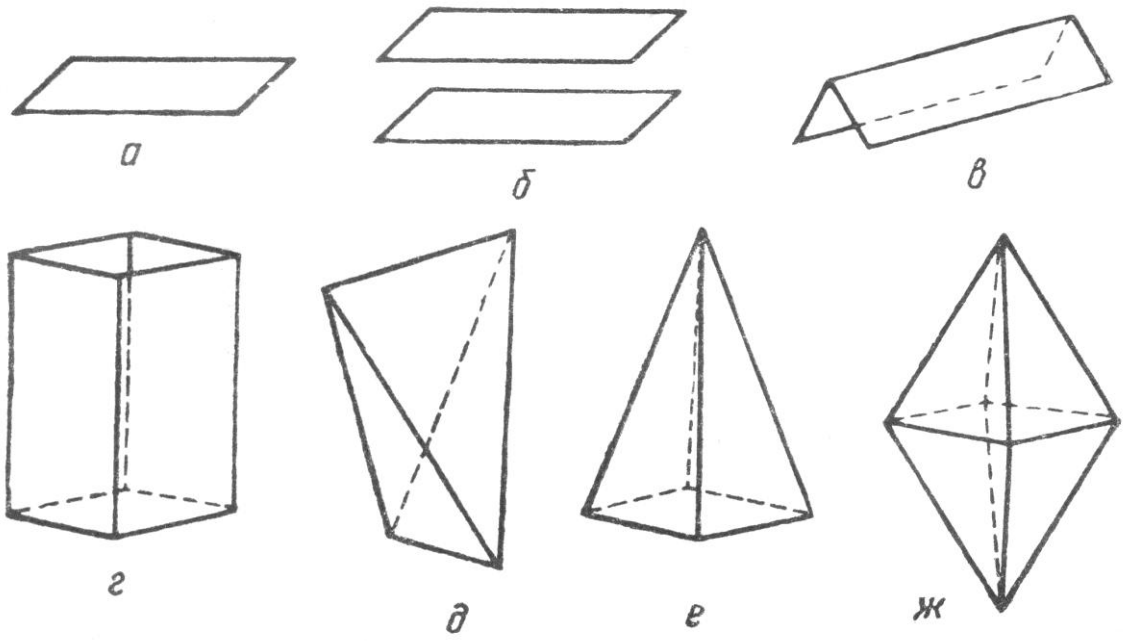


Рис. 1. Простые формы низшей категории: а – моноэдр, б – пинакоид, в – диэдр, г- ромбическая призма, д – ромбический тетраэдр, е – ромбическая пирамида, ж – ромбическая бипирамида.

Формы 1,2, 3 содержат две равных параллельных граней, исходя из рисунка 1 эти формы представлены тремя пинакоидами. Формы 4,5,6 имеют по четыре попарно параллельных граней. По четыре грани имеют на рисунке формы г, д, е, из них только форма г имеет попарно параллельные грани, следовательно, эти формы ромбические призмы. Седьмая форма содержит восемь наклонных попарно параллельных граней. Этой формой может быть только ромбическая дипирамида.

Вторая контрольная работа связана с визуальным определением минералов, относящихся к типам простые вещества и сульфиды и их аналоги. Визуальная диагностика минералов требует знания следующих физических свойств и морфологических характеристик минералов. Это блеск, цвет минерала в массе, черта, относительная твердость по шкале Мооса (в интервале от до с разницей в единицу), спайность (степень совершенства, количество направлений, угол между плоскостями спайности, если он составляет 90° или 120°), форму и размер зерна, и генезис или условия образования. Все эти свойства рассматриваются на лекциях, практических занятиях и представлены в учебно-методическом пособии: МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНЕРАЛОВ ПО ВНЕШНИМ ПРИЗНАКАМ, используемом во время практических занятий для составления студентами рабочих

тетрадей со свойствами программных минералов и определения минералов на занятиях. Излагать их еще один раз не имеет смысла.

В коробочке для контрольной находится три минерала, из которых студенту нужно определить два. При определении минералов физические свойства, морфология и генезис должны быть указаны, так как контрольное определение требует анализа всех этих свойств.

Рассмотрим примеры: первый образец представлен двумя минералами. Рудный минерал имеет темно-коричневый цвет, черта желтовато-коричневая, блеск полуметаллический, твердость 3-4, совершенную спайность более, чем в трех направлениях. Точное определение количества направлений затруднительно, так как минерал имеет зерна размером менее 2 мм. Форма зерен изометричная. Присутствие в образце вместе с искомым минералом кварца показывает, что он образовался в гидротермальной жиле.

Из определенных свойств, формы выделения и генезиса искомый минерал отвечает сфалериту.

Второй образец сложен светлыми нерудными минералами с чешуйками темно-серой слюды, располагающейся ориентированно послойно и с включениями изометричных чешуек серебристо-серого минерала с черной чертой, блеск металлический, твердость 1 – чешуйка размазывается на бумаге. Спайность весьма совершенная по уплощению чешуйки. Форма зерен чешуйчатая. Ориентированное распределение слюды и определяемого минерала в образце указывает на метаморфическое образование. Образец, по-видимому, представлен гнейсом или кристаллическим сланцем.

Форма выделения, наблюдаемые физические свойства позволяют утверждать, что определяемый минерал представлен графитом. От внешне похожего молибденита отличается более темным цветом и чертой, а также условиями образования.

Третий образец состоит из светло-серого минерала, содержащего местами желтую побежалость. Образует плотный зернистый агрегат местами шестоватый. Обладает металлическим блеском. Черта серовато-черная. Спайность проявляется неотчетливо. Твердость 5-6. При ударе возникает чесночный запах. Наблюдаемые свойства показывают, что минерал относится к сульфидам и имеет, по-видимому, гидротермальный генезис.

Наблюдаемые морфология и физические свойства позволяют отнести определяемый минерал к арсенопириту.

Третья контрольная работа посвящена визуальному определению минералов классов оксидов и гидроксидов и требует навыков правильной диагностики морфологии, физических свойств и условия образования, определяемых минералов.

В коробочке для контрольной находится три образца минералов, из которых студенту нужно определить два. При определении минералов физические свойства, морфология и генезис должны быть указаны, так как контрольное определение требует анализа всех этих свойств.

Первый образец представлен тонкопластинчатым слегка изогнутым стально-серым массивным минералом. Черта минерала красновато-коричневая. Блеск полуметаллический. Поверхность пластинок тонкошероховатая, что не позволяет их отнести к плоскости спайности. Достаточно однородная толщина пластинок позволяет отнести их к плоскости отдельности. Твердость 5-6, определяется с трудом. Это обусловлено, тем, что с торца пластинки легко ломаются и нужно определенное упорство для получения правильного результата. Условия образования минерала не однозначно. Подобные выделения могли образоваться как в скарнах, так и иметь гидротермальную природу с последующими изменениями.

Морфологические особенности и наблюдаемые физические свойства позволяет отнести минерал к гематиту. Коричневая черта может быть вызвана частичной мушкевитизацией, то есть переходом в магнетит.

Второй образец сложен голубым таблитчатым кристаллом минерала, обрастающего зеленовато-желтым мелкозернистым агрегатом. Поперечное сечение кристалла гексагональное или псевдогексагональное. Черта белая. Блеск стеклянный на плоскости спайности местами перламутровый. Весьма совершенная, слюдоподобная спайность. Твердость 2-3. Образование минерала всего скорее связано с гидротермальной проработкой, того мелкозернистого агрегата, который на него нарастает.

Морфология кристалла и полученные физические свойства показывают, что определяемый минерал представлен гидроксидом и является бруситом.

Последний образец сложен призматическими кристаллами молочно-белого кварца с наросшими на него желтовато-коричневыми призматическими кристаллами рудного минерала. В области головок на кристалле присутствуют грани дипирамиды. Черта у кристалликов практически белая. Обращает на себя внимание тот факт, что образец обладает повышенной плотностью. Это позволяет определить алмазный блеск у кристаллов рудного минерала. В местах излома кристаллов спайность не наблюдается. Твердость 6-7. Наблюдаемые минералы указывают на образование минералов в гидротермальных условиях.

Все вышеприведенные данные по рудному минералу указывают, что минерал представлен касситеритом.

В зимнем семестре второго курса минералогия заканчивается изучением класса силикатов и подтипа солей кислородных и бескислородных кислот. Минералы класса силикатов имеют подавляющее распространение в земной коре по своему количеству. Вместе с солями кислородных кислот они составляют 2/3 всех изучаемых программных минералов. Итоговая аттестация дисциплины заканчивается экзаменом, поэтому по курсу предусмотрена только ***одна контрольная работа*** по определению силикатов.

В коробочке по определению находится пять минералов. Это связано с обилием представителей класса и то, что они являются важными породообразующими минералами, служат сырьем для получения ряда легких и щелочных металлов, многие из них используются, как драгоценные камни. Для сдачи контрольной работы требуется определить три и более минералов из пяти. При положительном результате, студент освобождается на экзамене от практической составляющей по определению силикатов, а производит только диагностику солей кислородных кислот.

Первый минерал состоит из сростка двух призматических кристаллов зеленовато-серого цвета, с мелкими клиновидными вростками темно-зеленого и розового минерала. На гранях «призматического пояса» наблюдается комбинационная штриховка вдоль удлинения. Блеск минерала стеклянный. Черта белая. На кристалле наблюдается совершенная спайность вдоль удлинения кристалла. Твердость 6-7.

Крупный хорошо образованный кристалл показывает, что его образование носит гидротермальную природу и он образовался при росте в субстрате, захватывая при росте те минералы, которые не смог растворить.

Наблюдаемая морфология и физические свойства позволяет определить минерал, как цоизит или клиноцоизит, так как визуально отличить их друг от друга невозможно.

Второй образец представлен уплощенным спайным обломком гигантского темно-зеленого минерала. Блеск стеклянный. Черта белая. Спайность совершенная в двух направлениях вдоль удлинения и уплощения образца. Вторая плоскость имеет значительно большую поверхность и составляет с первой угол 90°. Твердость 5-6.

Спайный обломок такого темно-зеленого цвета и крупных размеров образовался в полости контактово-метасоматического (скарнового) месторождения.

Выявленные физические свойства и морфологические особенности позволяют отнести минерал к цепочечным силикатам семейства пироксенов. Наиболее распространенный пироксен в скарнах представлен диопсидом и наш образец им представлен.

Третий образец также состоит из одного минерала, представленного уплощенно-призматическим обломком, базальные поверхности которого представляют собой зальбанды жилы. Обломок сложен тонкозернистым агрегатом, имеющим параллельно-полосчатое строение относительно зальбандов. Вертикальные поверхности обломка мелко гофрированы, что указывает на выдавливание обломка из жилы. Окраска обломка бледно серовато-зеленоватая. Блеск стеклянный, на поверхности гофр смотрится как жирный. Весьма совершенная спайность минерала, слагающего образец, проявляется в мылкости обломка, что свойственно для тонкодисперсных листовых силикатов. Твердость 2-3.

Указанные особенности строения образца показывают на метасоматическое переотложение минерала образца в открытой трещине.

Все выше сказанное позволяют отнести минерал к группе серпентина, а полосчатое заполнение трещины указывает на лизардит.

Четвертый образец представлен гигантским, уплощенным параллелепипедом призматической формы. Две наибольшие плоскости появились в результате обработки, две плоскости вдоль удлинения – спайные, две оставшиеся поверхности являются следствием раскалывания. Минерал имеет белую окраску с редкими мелкими включениями черного цвета. На обработанных плоскостях наблюдается отслаивание минерала на небольших участках и видно, что эти плоскости приближаются к плоскости спайности. Помимо этого, при определенном угле наклона на них появляется голубое свечение (иризация). На спайных поверхностях раскола видна тонкая двойниковая штриховка. Блеск у минерала стеклянный. Черта белая. Спайность совершенная в двух направлениях с углом между плоскостями спайности 90°.

Гигантский размер и белая окраска образца указывают на его образование в пегматитах.

Все выше сказанное позволяет однозначно определить минерал, кислый плагиоклаз состава альбит-олигоклаз.

Пятый образец сложен фрагментом гигантского кристалла, приближающегося по форме к призматической. Одна из сторон имеет бугорчатое строение и подверглась выветриванию. Минерал содержит вростки чешуек черной слюды. Окраска минерала розовато-желтая неоднородная. Блеск стеклянный, местами смотрится как жирный. Излом неровный, местами раковистый. Твердость 5-6.

Гигантский размер кристалла, слагающего образец, указывает на образование в пегматитах, а особенность окраски и включение черной слюды подчеркивают щелочной характер пегматитов.

Наблюдаемые физические свойства позволяют однозначно определить минерал, как нефелин.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методическому комплексу

_____ С.А. Ушаков

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.О.33 ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Авторы: Бачинин И.В. к.п.н, Старостин А.Н., к. ист. н.

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Теологии	Факультета геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав. кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Бачинин И.В.	к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол №1 от 14.09.2023	Протокол № 2 от 13.10.2023
(Дата)	*(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 рамками 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 серьёзный, 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.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой геологии,
поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых
_____ В.А. Душин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.03 Учение о полезных ископаемых

Для обучающихся специальности
21.05.02 Прикладная геология

Специализация №2
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

форма обучения: очная, заочная

Авторы: Макаров А.Б., профессор, д.г.-м.н.,
Малюгин А.А., доцент, к.г.-м.н.

Екатеринбург

Самостоятельная работа студентов в рамках учебного процесса играет важную роль в изучении дисциплины «Основы учения о полезных ископаемых», поскольку основными объектами труда горных инженеров-геологов – поисков, разведки являются месторождения полезных ископаемых. Поэтому в процессе обучения у студентов формируются представления о месторождения полезных ископаемых как геологических объектах, возникающих в процессах формирования и развития земной коры. Главные задачи профессиональной деятельности – разработка научно обоснованных направлений поисковых работ и выбор рациональной методики разведки месторождений полезных ископаемых могут быть успешно решены при условии овладения студентом современных представлений о геологических и физико-химических условиях их формирования. В процессе самостоятельной работы студент получает представление об особенностях строения каждого типа месторождений как модели месторождений, с которым он будет сталкиваться в процессе своей будущей практической деятельности, и сравнивать с ними конкретные объекты. Для этого в рамках самостоятельной работы в первую очередь следует обратить внимание на изучение имеющегося на кафедре каменного материала, характеризующего большую часть типов промышленных месторождений.

Основное содержание дисциплины и объемы самостоятельной работы по разделам дисциплины приведены в таблице

№№ тем	Содержание	Часы по СРС
1	Форма и условия залегания рудных тел	10
2	Структуры и текстуры руд	10
3	Изучение генетических типов месторождений полезных ископаемых	33
4	Подготовка к экзамену	27

Методические указания по организации самостоятельного изучения дисциплины

1. Освоение лекционного курса

Лекции по дисциплине «Основы учения о полезных ископаемых» дают главный материал, как по теории, так и по практике исследований генезиса и геолого-промышленных типов месторождений полезных ископаемых. Современные проблемы, рассматриваемые в данной дисциплине, обусловлены как появлением новых теоретических представлений о геологии месторождений, так и их новых промышленных типов. Это требует после

прослушивания лекций обращаться к рекомендуемой литературе для более глубокой проработки соответствующей темы, детального рассмотрения основных терминов, проблемных вопросов и подходов к их решению, а также изучения дополнительного материала по теме для последующего выполнения лабораторных заданий.

После прослушивания лекции необходимо:

- внимательно просмотреть конспект лекции и (используя поля) сделать необходимые пояснения к сокращениям, аббревиатурам, терминам и т.п.;
- используя рекомендованную литературу уяснить проблемные вопросы и подходы к их решению;
- в письменном виде сформулировать вопросы, которые следует задать преподавателю для окончательного усвоения темы лекции;
- следует взять за правило – выполнять работу с конспектом лекций в тот же день, когда лекция прослушана и в памяти еще осталась часть ее содержания.

2. Подготовка, выполнение и оформление лабораторных занятий

Лабораторные занятия расширяют область знаний в изучаемой дисциплине и показывают применение теоретической части в практике исследований, позволяют самостоятельно оперировать знаниями в решении практических задач.

Наиболее важным в этом плане является изучение и закрепление знаний о вещественном составе минерального сырья по методическим указаниям, имеющимся на кафедре ГПР МПИ. Последующим этапом закрепления теоретического материала является изучение новых разрабатываемых месторождений в рамках существующих геолого-промышленных типов и генетической классификации МПИ.

Особое внимание при изучении генетических типов месторождений следует обратить на работу с научной литературой по данной проблематике.

Чтобы лабораторные занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнения в решении практических задач, подготовка к занятиям проводятся по прочитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных разделов лекционного курса. Они вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

В рамках программы изучения дисциплины «Основы учения о полезных ископаемых» предусматривается следующая тематика лабораторных работ.

Тема 1. Форма и условия залегания рудных тел.

Цель лабораторных работ – ознакомиться с принципами определения формы рудных тел, изучить геологические разрезы, определить формы рудных тел на реальных геологических разрезах и найти их место в квалификационной таблице; по геологической обстановке на разрезе определить главные факторы, обусловившие форму и место локализации полезного ископаемого.

Места локализации рудных тел и, соответственно, их форма определяется рядом геологических факторов, в частности, условиям образования (эндогенными, экзогенными, или метаморфогенными). Как следствие, при изучении геологических разрезов месторождений, после определения формы рудного тела следует внимательно ознакомиться с геологической обстановкой и попытаться определить, какой из геологических факторов является определяющим: сингенетичность или эпигенетичность руд: отложения или замещения и др.

При выполнении работы следует иметь в виду, что форма природных геологических тел в большинстве случаев далека от идеальной, и при определении названия подбирается наиболее близкий эталон – идеальное геологическое тело.

Тема 2. Структуры и текстуры руд

Цель занятий – ознакомиться с основными структурами и текстурами руд, описать особенности минералогического состава и текстур руд различного генезиса. При изучении образцов необходимо, прежде всего, определить рудные минералы, текстуры, определить тип месторождения по типоморфным текстурам. Для этого используются таблицы «Типы текстур руд» по С.А. Вахромееву (1979).

Тема 3. Изучение генетических типов месторождений полезных ископаемых

Цель лабораторных работ – изучение теоретического и имеющегося в учебных коллекциях каменного материала, изучить парагенетические ассоциации минералов руд, описать имеющиеся в коллекциях образцы руд и определить их место согласно генетической классификации месторождений полезных ископаемых (по В.Ф. Рудницкому, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 46).

Последовательность изучения генетических типов МПИ рекомендуется следующим образом:

1). Повторение теоретического материала по лекции, учебным пособиям, консультации с преподавателем, просмотр дополнительной литературы из рекомендованного списка.

2). Самостоятельная работа по дополнительному изучению образцов руд из учебных коллекций кафедры.

3). Изучение примеров месторождений данного класса по литературным данным.

4). Проверка усвоения материала по «Вопросам и заданиям для самопроверки» (В.Ф. Рудницкий, «Основы учения о полезных ископаемых», стр. 233-245).

3. Рекомендации по работе с литературой

Изучение учебной и научной литературы является основным видом самостоятельной работы, которая сопровождает весь процесс изучения любой дисциплины. Организацию этой работы следует строить, используя следующие рекомендации:

1. Составить перечень книг, с которыми следует познакомиться , ориентируяясь на источники, содержащие необходимый материал.

2. Систематизировать перечень источников (для экзамена, для написания исследовательских работ.

3. Зафиксировать выходные данные по каждой книге.

4. Установить для себя, какие книги (или какие главы книги) следует прочитать более внимательно, а какие – просмотреть. При этом целесообразно проконсультироваться с преподавателем.

5. Все прочитанные книги, учебники и статьи рекомендуется конспектировать с указанием основных идей автора, наиболее ярких цитат (с указанием страниц источника).

6. На собственных книгах допускается делать на полях краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте – это позволяет экономить время и быстро находить «избранные» места в разных книгах.

7. Рекомендуется широко использовать интернет-источники и базы геологической литературы.

4. Подготовка к экзамену

На экзамене будут оценены полученные в процессе обучения знания (примерный перечень рассматриваемых на экзамене вопросов приведен ниже).

1). Понятие о полезных ископаемых и их месторождениях

2).Вещественный состав руд. Вредные и полезные компоненты. Комплексное использование руд.

3). Минеральный состав руд. Массивные и вкрапленные руды.

4). Рудоконтролирующие структуры.

5). Морфологическая классификация рудных тел. Формы рудных тел.

6). Понятия текстуры и структуры руд. Классификация текстур.

7). Гидротермально-метасоматические изменения вмещающих пород.

8). Источники рудного вещества эндогенных месторождений.

9). Источники рудного вещества экзогенных месторождений.

100. Причины и способы рудоотложения.

11). Раннемагматические месторождения- условия образования полезных ископаемых.

12). Позднемагматические месторождения- условия образования полезных ископаемых.

13. Ликвационные месторождения – условия образования и примеры месторождений.

14). Пегматиты: условия формирования месторождений, их типы и примеры.

15). Карбонатиты. Условия формирования, примеры месторождений.

16). Грейзены: факторы их образования, примеры месторождений.

17). Скарновые месторождения: условия формирования и примеры.

18). Порфировые месторождения: условия формирования и примеры.

19).Субвулканические (гидротермально-метасоматические) вулканогенные месторождения

20).Гидротермально-осадочные вулканогенные месторождения, условия их формирования и примеры.

21). Гидротермальные амагматогенные месторождения, условия формирования и примеры.

22). Месторождения выветривания и факторы их формирования.

23). Инфильтрационные месторождения.

24). Остаточные месторождения.

25). Механические месторождения полезных ископаемых и условия их формирования. Россыпные месторождения и их примеры.

26). Химические месторождения и условия их формирования.

27). Биохимические месторождения и условия их формирования.

28). Метаморфогенные месторождения.

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. В процессе подготовки к экзамену имеющиеся пробелы в знаниях, углубляются, систематизируются и упорядочиваются знания. На экзамене демонстрируются знания и навыки, приобретенные в процессе обучения по данной дисциплине.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ, РЕКОМЕНДУЕМОЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ

а) основная

Рудницкий В. Ф. Основы учения о полезных ископаемых. Учебное пособие.- 3-е издание, исправленное и дополненное - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2015. -245 с.

б) дополнительная

Попова О.М. Полезные ископаемые: Лабораторный практикум с основами теории.-Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 97 с.

Рудные месторождения СССР В 3-х томах /под ред. Смирнова В.И., М.: Недра, 1978.

Смирнов В.И. Геология полезных ископаемых. М.: Недра, 1989

Рабочая программа дисциплины Б1.В.03-Основы учения о полезных ископаемых

Интернет ресурсы: Все о геологии http://www.geo.web.ru

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

И. В. Абатурова

Грунтоведение

**Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная

Екатеринбург
2019
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С. Н. Тагильцев

«_13_» __апреля__ 2019 г.

И. В. Абатурова

Грунтоведение

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Структура и содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине «Грунтоведение»

Последовательность изучения тем, выписанных на самостоятельную проработку, рекомендуется согласовывать с рабочей программой дисциплины.

Прежде всего студенту следует ознакомиться с содержанием теоретических разделов дисциплины. Приступив к проработке темы необходимо вначале уяснить из методических указаний рабочей программы круг, рассматриваемых вопросов, затем изучить материал темы по рекомендуемой литературе, выделить главные вопросы основные положения законспектировать, дать ответы на вопросы для самопроверки.

Цель самостоятельной работы заключается в том, чтобы студенты стремились к поиску и получению новой информации, необходимой для решения инженерных задач, интеграции знаний применительно к своей области деятельности, к осознанию ответственности за принятия своих профессиональных решений.

Содержание самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа делится на 2 вида:

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям, включает в себя 1 части

Первая часть – это работа с литературными источниками, которая проверяется во время тестирования

Вторая часть – подготовка к лабораторным работам

Задание к 1 части. Подготовить краткий конспект о формировании различных генетических типов грунтов и их инженерно-геологических

особенностях. Описание должно содержать: условия образования грунтов, их структурно-текстурные особенности, физико-механические свойства, которые для них характерны.

Подготовить краткий конспект об условиях формирования массивов грунтов. Описание должно содержать: какие типы массивов существуют, с какими факторами связана неоднородность и анизотропия массивов, как влияет «масштабный» эффект на изучение свойств массива пород

Для конспекта использовать не мене трех источников литературы и инженерные ресурсы

Часть 2. Подготовка к лабораторным работам

При подготовке к каждой лабораторной работе необходимо составить: план выполнения работы и каталог определений, формул, единиц измерения.

План выполнения работы должен содержать вступительную часть (цели и задачи) далее ход работы и ее результат

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 153 часа(очная) и 267(заочная)

II. Другие виды самостоятельной работы

Контрольная работа: построение паспорта прочности по результатам выполненных работ

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

С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова,
В. С. Тагильцев

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУСТОВОЙ ОТКАЧКИ

Часть 1

Методические указания по курсовой работе по дисциплине «Динамика подземных вод» для студентов специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» направления 21.05.02 – «Прикладная геология»

Екатеринбург
2018

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
факультета геологии
и геофизики УГГУ
13 апреля 2017 г.
Председатель комиссии
_____
проф. В. И. Бондарев

С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова,
В. С. Тагильцев

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУСТОВОЙ ОТКАЧКИ

Методические указания
по курсовой работе по дисциплине
«Динамика подземных вод»
для студентов специализации
«Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания»
направления 21.05.02 – «Прикладная геология»

Издание второе, исправленное и дополненное

Издание УГГУ Екатеринбург, 2018

Т 12

Р е з е н з е н т Рубан Н. В.., к.г.м.н., доцент кафедры ГИГГ УГГУ

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры ГИГГ 15 декабря 2015 г. (протокол №54) и рекомендованы к изданию в УГГУ.

Тагильцев С. Н., Кибанова Т. Н., Тагильцев В.С.

Т12 Расчетное моделирование кустовой откачки: методические указания по курсовой работе по дисциплине "Динамика подземных вод" для студентов специализации "Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» направления 21.05.02 – «Прикладная геология». 2-е издание, исправленное, дополненное / С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова, В. С. Тагильцев, Уральский государственный горный университет - Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2018.-33 с.

В методических указаниях изложены требования к курсовой работе по её содержанию и оформлению. Достаточно подробно представлены основные исходные и методические положения, которые необходимы для осознанного выполнения курсовой работы. Описана последовательность работы над курсовой и содержание ее отдельных разделов. Оптимальное планирование куста скважин для проведения длительной откачки производится с помощью тестовых расчетов, исходя из предполагаемой гидродинамической схемы пласта и ожидаемых значений гидрогеологических параметров. Данный подход позволяет предложить наиболее рациональную схему куста скважин.

© Тагильцев С. Н., Кибанова Т. Н.,
Тагильцев В.С., 2018

© Уральский государственный
горный университет, 2008, 2018

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ **4**
1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ **5**
1.1. Назначение кустовых откачек **5**
1.2. Исходные гидрогеологические предпосылки для выбора расстояний до наблюдательных скважин **6**
1.3. Технические условия наблюдений за уровнем подземных вод в скважинах **8**
1.4. Расчет моментов времени реакции скважин и развития квазистационарного режима **11**
2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ **15**
2.1. Последовательность выполнения работы **15**
2.2. Содержание разделов проекта **16**
3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ **19**
4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ **28**
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **31**

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по курсу "Динамика подземных вод" выполняется студентами в 6-м семестре. В соответствии со структурой учебного курса, содержание курсовой работы может быть посвящено одному из направлений гидродинамических расчетов. Одним из наиболее важных видов гидрогеологических исследований являются опытно-фильтрационные работы.

Планирование и проведение кустовых откачек требует от гидрогеолога глубоких теоретических знаний, главным образом из курса "Динамика подземных вод". Технические возможности проведения откачек и методические требования, предъявляемые к наблюдениям за уровнями подземных вод, в значительной степени определяют схему расположения скважин, расстояния между ними, а также длительность откачки.

При планировании кустовых откачек одной из главных задач является достоверное прогнозирование возможных результатов будущего опыта. Решение данной задачи позволяет обосновать рациональную схему куста скважин, учитывающей возможные предельные варианты гидродинамическо й схемы пласта. Обоснованная схема куста скважин и продуманная методика проведения опытно-фильтрационных работ позволяет в дальнейшем, после получения результатов, выполнить уверенную диагностику всех необходимых параметров и граничных условий изучаемого пласта.

Самостоятельное построение прогнозируемых результатов в виде временных, комбинированных и площадных графиков прослеживания понижения уровней в скважинах и их последующая обработка с целью определения параметров пласта заставляют глубже осознать базовые теоретические положения гидрогеодинамики. Существенное методическое значение в формировании профессиональной квалификации будущего инженера имеют навыки выполнения расчётов, выбор масштабов графиков и формы таблиц, общая культура оформления результатов работы.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Назначение кустовых откачек

С помощью кустовых откачек решаются разнообразные гидрогеологические задачи. В зависимости от конкретных целей выполняемых работ перечень основных опытно-фильтрационных исследований может существенно меняться. Вместе с тем главные задачи - достоверное определение гидрогеологических параметров, оценка граничных условий пласта и обоснование геофильтрационной схемы - обычно остаются неизменными и решаются при проведении опытных кустовых откачек практически всегда.

Квалифицированный гидрогеолог, исходя из геологического строения участка работ и материалов предыдущих исследований, может достоверно оценить диапазон изменения предполагаемых параметров и возможный перечень граничных условий исследуемого пласта. Предполагаемые свойства пластов, позволяют выполнить тестовое (расчетное) моделирование проектируемой откачки и расположить наблюдательные скважины таким образом, чтобы однозначно решить поставленные задачи.

В зависимости от расположения наблюдательных скважин относительно центральной (возмущающей) скважины, все они решают, кроме общих, и самостоятельные задачи. Эти задачи особенно различаются при сложных граничных условиях пласта, наличие неоднородности и внутренних источников питания. При дальнейшем изложении будет рассматриваться только схема безграничного однородного изолированного пласта. Это позволит основное внимание уделить влиянию расстояния до наблюдательных скважин на их гидродинамические реакции при откачке. Следует учитывать, что умение определять параметры безграничных пластов позволяет достоверно проводить диагностику граничных условий и неоднородности пласта. В излагаемых ниже требованиях к расположению

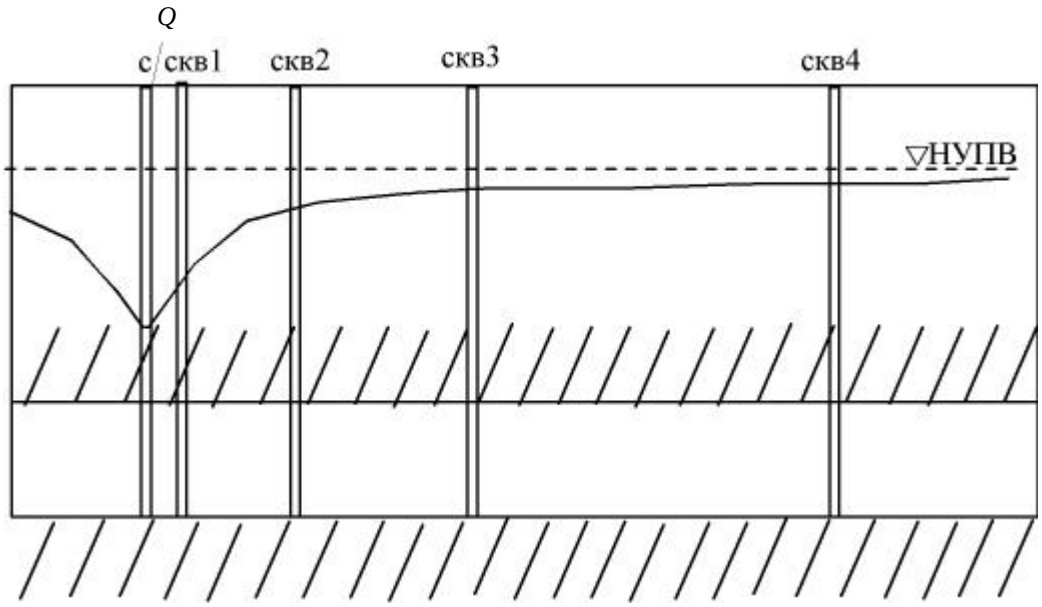
наблюдательных скважин учитывается, что может возникнуть необходимость в диагностике граничных условий пласта.

1.2. Исходные гидрогеологические предпосылки для выбора расстояний до наблюдательных скважин

В самый начальный период откачки возмущение пласта может быть зафиксировано только вблизи центральной скважины. Начальный период откачки и зона депрессионной воронки, прилежащая к возмущающей скважине, имеют определенные гидродинамические свойства, важные для последующей диагностики пласта. В начальный период откачки практически всегда выполняется схема безграничного пласта (см. рис. 1.1, а, б), что связано с малыми размерами депрессионной воронки. В центральной скважине и вблизи нее практически сразу наступает квазистационарный режим снижения уровней. Вследствие указанных обстоятельств временные графики по центральной и ближайшим наблюдательным скважинам должны иметь форму прямой линии и характеризовать свойства безграничного пласта. Гидрогеологические параметры, полученные по этим графикам, позволяют выполнить достоверную диагностику в случае возникновения различных аномалий на графиках прослеживания уровней, связанных с граничными условиями и рядом других гидродинамических эффектов. Основное ограничение диагностики по начальному кратковременному периоду откачки связано с эффектами влияния емкости возмущающих скважин в пластах с низкими фильтрационными свойствами. Здесь эти эффекты не рассматриваются.

В условиях квазистационарного режима гидрогеологические параметры определяются просто и достаточно эффективно. Следует однако учитывать, что в условиях квазистационарного режима как бы усредняются фильтрационные свойства пласта и в значительной степени "смазываются" емкостные показатели водовмещающих пород.

а



б

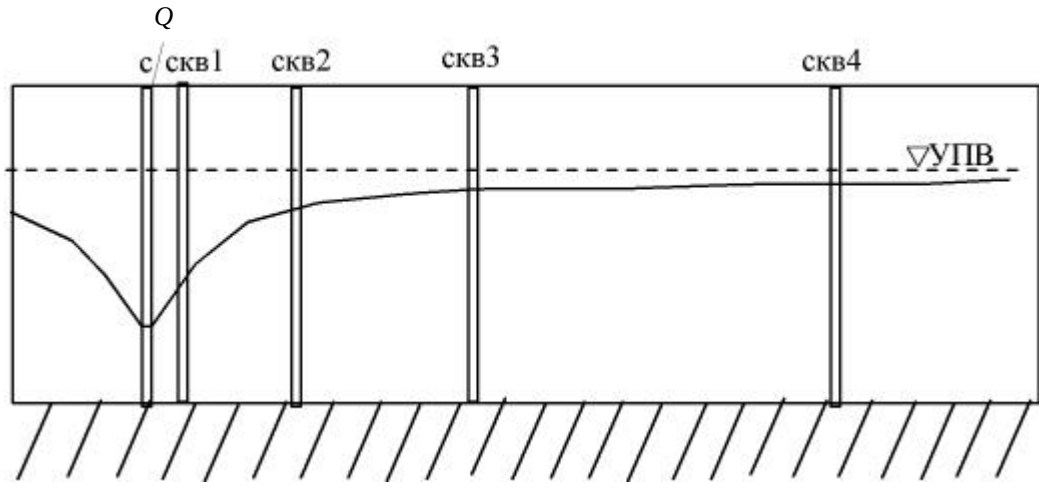


Рис. 1.2. Схемы напорного (а) и безнапорного (б) пластов

При необходимости более точного расчета емкостных параметров, а также и оценки фильтрационной неоднородности пластов, следует детально наблюдать и фиксировать неквазистационарный этап снижения уровней. Решение этой задачи возможно только при наличии наблюдательных скважин, достаточно удаленных от центральной.

Таким образом, разноудаленные наблюдательные скважины решают различные задачи. Скважины, расположенные близко от центральной, позволяют однозначно определять параметры при схеме безграничного

пласта и проводить диагностику различных гидродинамических эффектов. Скважины, удавленные от центральной, дают возможность детально оценить фильтрационную неоднородность и рассчитать соответствующие параметры.

1.3. Технические условия наблюдений за уровнем подземных вод в скважинах

Рассматривая реакцию скважин на откачку, можно считать, что при временном прослеживании теоретически во всех скважинах имеют место различные гидродинамические режимы снижения уровней. С формальных позиций, в любой скважине существуют этапы: отсутствия влияния, неквазистационарного режима и квазистационарного режима снижения уровней. Но в реальных условиях в ближайших скважинах первые два этапа проходят очень быстро, а в дальних скважинах за фактическое время откачки может вообще не наблюдаться снижение уровней. Поэтому, при проектировании куста скважин, следует исходить из реальной техники для наблюдения уровней, которая имеется в производственных организациях.

Изменения уровней в настоящее время выполняются электроуровнемером или хлопушкой. Максимальная скорость разового замера, выполненного в зафиксированный момент времени и сопровождаемого записью в журнал, составляет в обычных условиях не менее 10 секунд. Для поддержания такой скорости измерений, в течение относительно длительного времени, требуется участие двух наблюдателей. Исходя из приведенных соображений, отрезок времени, составляющий менее 10 секунд, будет рассматриваться как "практически мгновенное" наблюдение. Обычная максимальная частота замеров одним наблюдателем составляет один замер в минуту. Поэтому если скважина реагирует в течение 1-2 минут после начала откачки, то такую реакцию можно рассматривать как "очень быструю". Для удобства дальнейшего изложения качественным

названиям промежутков времени присвоены количественные значения (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Характеристика скорости реагирования скважин

Название реакции	Промежуток времени от начала откачки			
	секунды	минуты	часы	сутки
Мгновенная	1	-	-	10^{-5}
Практически мгновенная	1-10	-	-	10^{-5}-10^{-4}
Очень быстрая	10-100	0,15-1,5	-	10^{-4}-10^{-3}
Быстрая	-	1,5-15	-	10^{-3}-10^{-2}
Умеренная	-	15-150	0,25-2,5	10^{-2}-10^{-1}
Замедленная	-	150-1440	2,5-24	10^{-1}-1
Весьма замедленная	-	-	>24	>1

Для того чтобы достаточно детально проследить изменение уровней в скважинах с целью построения индикаторного графика, требуется выполнить не менее 10 измерений. Предпочтительнее точки на графике располагать равномерно. В связи с логарифмическим масштабом графика для равномерного расположения десяти точек понадобятся наблюдения в течение 10-15 минут (табл. 1.2).

В связи с логарифмическим масштабом временных графиков прослеживания понижения, которые являются основными при обработке откачек, информация удваивается при увеличении продолжительности замеров на порядок. Отсюда становится понятной логарифмическая градация отрезков времени, при которых возникает реакция в скважинах (см. табл. 1.1).

Таблица 1.2

Удобные моменты времени для наблюдений уровней в скважинах при откачках

t, мин	1,0	1,26 (~1′15′)	1,59 (~1′40′)	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0
lg *t*	0	0,1	0,2	0,301	0,398	0,477	0,602	0,699	0,778	0,903
t, мин	10	12,5	16	20	25	30	40	50	60	80
lg *t*	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
t, мин	100	120 (2 ч)	160 (2ч40мин)	200 (3ч20мин)	240 (4 ч)	300 (5 ч)	400 (6ч40мин)	500 (8ч20мин)	600 (10 ч)	800 (13ч20мин)
lg *t*	2,0	2,08	2,2	2,3	2,38	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9

1.4. Расчет моментов времени реакции скважин и развития квазистационарного режима

Момент возникновения реакции на откачку можно оценить, используя уравнение:

$$R_{\text{вл}} = 3{,}5\sqrt{at_{\text{вл}}}, \qquad (1.1)$$

где $R_{\text{вл}}$ — радиус влияния, м;

a - коэффициент уровнепроводности или пьезопроводности, м^2/сут.;

$t_{\text{вл}}$ - время влияния (реакции), сут.

Следовательно:

$$t_{\text{вл}} = \frac{R_{\text{вл}}^2}{12{,}25a} = 0{,}082\,\frac{R_{\text{вл}}^2}{a}. \qquad (1.2)$$

Наступление квазистационарного режима ($t_{\text{вл}}$) можно оценить исходя из уравнения:

$$r_{\text{кв}} = (0{,}35 - 0{,}63)\sqrt{at_{\text{кв}}}, \qquad (1.3)$$

где $r_{\text{кв}}$ - радиус зоны квазистационарного режима, м;

$t_{\text{вл}}$ - время наступления квазистационарного режима, сут.

Опираясь на уравнение (1.3), можно получить:

$$t_{\text{кв}} = (2{,}5 - 8{,}2)\,\frac{r_{\text{кв}}^2}{a}. \qquad (1.4)$$

В гидрогеологической практике обычно используется уравнение с коэффициентом 2,5. В этом случае расчетное время наступления квазистационарного режима в наблюдательной скважине в 30 раз больше, чем время начала влияния откачки. При необходимости достоверного прослеживания квазистационарного режима, т. е. для оценки $t_{\text{кв}}$ с помощью уравнения (1.4), следует использовать коэффициент 8,2. В этом случае получим соотношение $t_{\text{кв}}/\,t_{\text{вл}}$ = 100.

При дальнейшем изложении будет использоваться последнее соотношение, что связано с удобством ориентировочных оценок и более высокой достоверностью установления момента времени, начиная с которого можно начинать уверенное прослеживание квазистационарного режима.

В некоторых случаях возникает необходимость оценивать время, за которое определенное расстояние будет соответствовать условному радиусу питания:

$$R_{\text{п}} = 1{,}5\sqrt{at_{\text{п}}}, \tag{1.5}$$

где $R_{\text{п}}$ - условный радиус питания, м;

$t_{\text{п}}$ - время достижения $R_{\text{п}}$.

Опираясь на уравнение (1.5) получим:

$$t_{\text{п}} = \frac{R_{\text{п}}^2}{2{,}25a} = 0{,}444\frac{R_{\text{п}}}{a}. \tag{1.6}$$

Принимая расстояние до наблюдательной скважины равным радиусу питания, можно получить значение $t_{\text{п}}$ для конкретной наблюдательной скважины.

По промежутку времени, за который начинается реагирование наблюдательной скважины на откачку или наступает квазистационарный режим снижения уровней, наблюдательные скважины можно разделить на три группы (табл. 1.3, 1.4). В скважинах, расположенных близко от центральной, квазистационарный режим наступает в первые минуты. В наблюдательных скважинах, которые удалены от центральной, можно уверенно проследить неквазистационарный этап снижения уровней, но реагируют на откачку эти скважины быстро, и в течение суток начинается прослеживание квазистационарного режима.

Для значительно удаленных скважин характерно отсутствие реакции в течение существенного промежутка времени. Определение гидрогеологических параметров пласта методом прямой линии обычно не производится, так как квазистационарный режим за период откачки очень часто не наступает.

Таблица 1.3

Гидродинамическая характеристика наблюдательных скважин по степени удаления от центральной скважины

Наименование группы наблюдательных скважин	Характеристика группы	Метод определения параметров
Ближние	Реагируют мгновенно или очень быстро. Практически сразу начинается прослеживание квазистационарного режима	Метод прямой линии
Удаленные	Реагируют быстро. Уверенно фиксируется этап неквазистационарного режима, переход к квазистационарному этапу, квазистационарный режим	Методы эталонной кривой и прямой линии
Значительно удаленные	Реакция замедленная. Уверенно фиксируется отсутствие реакции на откачку. При длительности откачек в несколько суток квазистационарный режим не прослеживается (не наступает)	Метод эталонной кривой
Очень удаленные	Реакция весьма замедленная. Квазистационарный режим не наступает за весь период опытной откачки	Метод эталонной кривой или невозможность определения параметров

Таблица 1.4

Наступление реакции и квазистационарного режима в наблюдательных скважинах

Группа скважин	Наименование скважин	Наступление реакции				Наступление квазистационарного режима			
		секунды	минуты	часы	сутки	секунды	минуты	часы	сутки
Ближние	Затрубная	≤1	-	-	$\leq 10^{-5}$	-	≤1,5	-	$\leq 10^{-3}$
	Ближняя	1-100	-	-	10^{-5}-10^{-4}	-	1,5-15	-	10^{-3}-10^{-2}
Удаленные	Малоудаленная	1-100	-	-	10^{-4}-10^{-3}	-	15-150	-	10^{-2}-10^{-1}
	Умеренно удаленная	-	1,5-15	-	10^{-3}-10^{-2}	-	-	2,5-24	0,1-1,0
Значительно удаленные (дальние)	Значительно удаленная	-	15-150	-	10^{-2}-10^{-1}	-	-	-	1-10
	Весьма удаленная		-	2,5-24	0,1-1,0	-	-	-	10-100

При решении конкретных задач в различных гидрогеологических условиях можно воспользоваться более дробной классификацией наблюдательных скважин (см. табл. 1.4). Гидродинамические особенности отдельных скважин играют важную роль в сложных условиях. Например, затрубная скважина реагирует практически так же, как и центральная. При наличии близких границ и возможности ряда осложняющих эффектов в центральных скважинах, затрубные скважины имеют большое диагностическое значение.

В отношении весьма удаленных скважин следует заметить, что при откачках длительностью в несколько суток их бурение и оборудование обычно нецелесообразно. Необходимо также учитывать, что расстояния до нескольких наблюдательных скважин желательно выбирать так, чтобы они располагались равномерно в логарифмическом масштабе. Такое расположение дает лучший результат при площадном прослеживании понижения. Таким образом, расстояния до отдельных наблюдательных скважин связаны между собой.

2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

2.1. Последовательность выполнения работы

При согласовании темы и содержания курсового проекта преподаватель выдает исполнителю исходные гидрогеологические параметры безграничного пласта. Если необходимо, задаются также граничные условия и другие дополнительные сведения (мощность пласта, глубина до кровли пласта). В обычных случаях задаются одинаковые параметры пласта и куста скважин (табл.2.1).

Таблица 2.1

Исходные параметры для проектирования куста скважин

T, м^2/сут	a, м^2/сут	Q, м^3/сут	$r_с$, м	r_1, м	r_2, м	r_3, м	r_4, м	$t_{от}$, сут
10^2	10^3-10^7	10^3	10^{-1}	10^0	10^1	10^2	10^3	1-30

В таблице приняты следующие обозначения:

T - водопроводимость;

a - коэффициент пьезопроводности (уровнепроводности);

Q - дебит воды при откачке;

$r_с$ - радиус центральной скважины;

$r_{1,2\ldots n}$ - расстояния до наблюдательных скважин, начиная с ближних;

$t_{от}$ - продолжительность откачки.

Основное отличие в параметрах для различных исполнителей заключается в значении коэффициента " a".

Работа выполняется в следующей последовательности:

1) построение временных (площадных, комбинированных) графиков прослеживания понижения по заданным параметрам и обработка этих графиков;

2) оценка правильности расположения наблюдательных скважин и обоснование оптимальной схемы куста.

Курсовой проект иллюстрируется текстовыми рисунками (графиками прослеживания понижения, схемами пласта и куста скважин).

2.2. Содержание разделов проекта

1. Введение

Во введении описывается задача проекта, приводятся исходные параметры, анализируется предполагаемая гидродинамическая схема пласта. Обязательно указываются вероятные геологические условия, для которых данная схема является характерной.

2. Построение и обработка графиков прослеживания уровней.

Раздел состоит из двух частей (подразделов). В первом подразделе описывается методика построения графиков, приводятся расчетные уравнения, таблицы и графики. В общем случае расчет графиков выполняется по уравнению Тейса с помощью функции $W(u)$ (табл. 2.2). При выполнении условия квазистационарного режима обычно используется уравнение Джейкоба. Рекомендуется использовать моменты времени расположенные равномерно в логарифмическом масштабе (табл. 1.2). Следует помнить, что значения t в уравнения следует подставлять, используя единицу времени "сутки".

Обработка графиков заключается в определении по ним гидрогеологических параметров пласта. Расчет параметров выполняется с использованием обычных методов. Соответствие расчетных и исходных параметров свидетельствует о правильности построения графиков и определения параметров.

3. Оценка правильности расположения наблюдательных скважин и обоснование оптимальной схемы куста.

В условиях безграничного пласта наиболее оптимальным следует считать куст скважин, в котором есть ближние, удаленные и дальние скважины (табл. 1.3). Исходя из критериев, описанных выше, следует оценить, в какой степени заданная схема куста соответствует оптимальной.

В случае если куст скважин не соответствует оптимальной схеме, следует задать оптимальную схему куста. При выборе расстояний от центральной скважины до дополнительных скважин необходимо соблюдать:

- соответствие оптимальной схеме;
- примерно равномерное расположение скважин в логарифмическом масштабе;

Таблица 2.2

Значения функции $W(u)$

u	$W(u)$	u	$W(u)$	u	$W(u)$	u	$W(u)$	u	$W(u)$
0,001	6,332	0,11	1,737	0,39	0,719	0,67	0,396	0,95	0,239
0,002	5,639	0,12	1,660	0,40	0,702	0,68	0,388	0,96	0,235
0,003	5,235	0,13	1,589	0,41	0,686	0,69	0,381	0,97	0,231
0,004	4,948	0,14	1,524	0,42	0,670	0,70	0,374	0,98	0,227
0,005	4,726	0,15	1,465	0,43	0,640	0,71	0,367	0,99	0,223
0,006	4,544	0,16	1,409	0,44	0,655	0,72	0,360	1,00	0,219
0,007	4,392	0,17	1,358	0,45	0,625	0,73	0,353	1,10	0,186
0,008	4,259	0,18	1,310	0,46	0,611	0,74	0,347	1,20	0,158
0,009	4,142	0,19	1,265	0,47	0,598	0,75	0,340	1,30	0,135
0,010	4,038	0,20	1,223	0,48	0,585	0,76	0,334	1,40	0,116
0,015	3,637	0,21	1,183	0,49	0,572	0,77	0,328	1,50	0,100
0,020	3,355	0,22	1,145	0,50	0,560	0,78	0,322	1,60	0,086
0,025	3,137	0,23	1,110	0,51	0,548	0,79	0,316	1,70	0,075
0,030	2,959	0,24	1,076	0,52	0,536	0,80	0,311	1,80	0,065
0,035	2,810	0,25	1,044	0,53	0,526	0,81	0,305	1,90	0,056
0,040	2,681	0,26	1,014	0,54	0,514	0,82	0,300	2,00	0,049
0,045	2,568	0,27	0,985	0,55	0,503	0,83	0,294	2,50	0,025
0,050	2,468	0,28	0,957	0,56	0,493	0,84	0,289	3,00	0,013
0,055	2,378	0,29	0,931	0,57	0,483	0,85	0,284	3,50	0,007
0,060	2,295	0,30	0,906	0,58	0,473	0,86	0,279	4,00	0,0038
0,065	2,220	0,31	0,882	0,59	0,464	0,87	0,274	4,50	0,0021
0,070	2,151	0,32	0,858	0,60	0,454	0,88	0,269	5,00	0,0011
0,075	2,087	0,33	0,836	0,61	0,445	0,89	0,265	5,50	$6{,}4*10^{-4}$
0,080	2,027	0,34	0,815	0,62	0,437	0,90	0,260	6,00	$3{,}6*10^{-4}$
0,085	1,971	0,35	0,794	0,63	0,428	0,91	0,256		
0,090	1,919	0,36	0,775	0,64	0,420	0,92	0,251		
0,095	1,870	0,37	0,755	0,65	0,412	0,93	0,247		
0,100	1,823	0,38	0,737	0,66	0,404	0,94	0,243		

- реальные условия технологии бурения (сохранение фильтрационных свойств пород в зоне прилежащей к центральной скважине, учет возможного искривления скважин);
- условия, которые накладываются гидравлическим характером пласта (влияние участка высачивания и поправки на значения понижений в безнапорных пластах).

4. Заключение

Содержание этого раздела сохраняется примерно одинаковым для всех вариантов курсовой работы. Делаются выводы по всем частям курсовой работы. Оценивается методическое значение работы для понимания основных положений курса "Динамика подземных вод". Излагаются предложения по улучшению содержания и организации выполнения курсовой работы.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Курсовая работа состоит из ряда смысловых разделов. В первом разделе выполняется построение временных графиков прослеживания понижения уровней ($S \div \lg t$). Рекомендуется определенная последовательность выполнения расчетов и построений. В первую очередь рассчитывается значение $t_{\text{вл}}$ для каждой наблюдательной скважины в сутках и минутах (зависимость (1.2)). Далее рассчитывается значение $t_{\text{кв}}$ для каждой наблюдательной скважины (зависимость (1.4)). При расчетах рекомендуется применять коэффициент 8.2. Расчетные значения $t_{\text{вл}}$ и $t_{\text{кв}}$ (в сутках и минутах) помещаются в специальную таблицу.

Начиная со значения времени, близкого к $t_{\text{вл}}$, рассчитывается значение понижения уровня (S) по уравнению Тэйса:

$$S_{\text{п}} = \frac{Q}{4\pi T} W(u); \tag{3.1}$$

$$u = \frac{r_{\text{п}}^2}{4at}, \tag{3.2}$$

где S - понижение уровня в определенной скважине (S_c, S_1, S_2, S_3, S_4);

Q - расход центральной скважины (Q =1000 м^3/сутки);

T - значение параметра водопроводимости (T=100 м^2/сутки);

r - расстояние до точки измерения понижений (см. табл. 1.5);

t- момент времени (см. табл. 1.2);

$W(u)$ - специальная функция (см. табл. 2.2).

Расчетные моменты времени, взятые из табл. 1.2 относятся к периоду, который начинается с $t_{вл}$ и заканчивается $t_{кв}$. Следует отметить, что $t_{кв}$, определенное по уравнению (1.4), с применением коэффициента 8.2, соответствует значению $u \approx 0{,}03$. Можно продолжать расчеты понижений до начала таблицы, т. е. до u = 0,001.

При пользовании таблицей рекомендуется интерполировать значения «u» и $W(u)$ до трех значащих цифр. Это позволит избежать "скачков" на графиках $S \div \lg t$.

Расчеты следует проводить, используя размерность "сутки", а строить графики следует в "минутах".

Достижение значений u = 0,03 ÷ 0,001 означает, что скважина находится в зоне хорошо выраженного квазистационарного режима. В этом случае расчетные моменты времени больше значения $t_{кв}$. При условии $t_{расч} > t_{кв}$, понижение уровня в скважине следует рассчитывать на основании уравнения Джейкоба:

$$S_{п} = \frac{Q}{4\pi T} \ln \frac{2{,}25at}{r_{п}^2}. \qquad (3.3)$$

Расчетные моменты времени выбираются на основании табл. 1.2. Последним расчетным моментом времени является t = 30 суток.

В центральной скважине и в близких наблюдательных скважинах обычно $t_{кв}$< 1 минуты. В этих случаях расчеты сразу выполняют по зависимости Джейкоба.

Расчеты рекомендуется выполнять начиная с дальней наблюдательной скважины (r_4=1000 м) и заканчивая центральной скважиной.

Промежуточные параметры ($t_{\text{расч}}$, u, $W(u)$, $\lg(\frac{2{,}25at}{r^2})$), и значения понижений сводятся в таблицы. Расчеты можно выполнять, используя $\ln t$ или $\lg t$. При построении графиков рекомендуется применять $\lg t$ (мин). Масштаб графиков следует выбирать таким образом, чтобы ограничиваться листами обычного формата. Обычный вид временных графиков ($S \div \lg t$) представлен на рис. 3. 1.

После построения графиков рассчитывают параметры T и a с помощью следующих зависимостей:

$$T = 0{,}183\frac{Q}{S}; \tag{3.4}$$

$$\lg a = \frac{A}{C} - 0{,}35 + 2\lg r \tag{3.5}$$

или

$$a = 0{,}444\frac{r^2}{t_{\text{р}}}, \tag{3.6}$$

где A - значение S на пересечении оси ординат и аппроксимирующей прямой линии;

$$C = \Delta S/\Delta \lg t;$$

$t_{\text{р}}$ - момент времени, соответствующий значению $\lg t_{\text{р}}$ в точке пересечения оси $\lg t$ и аппроксимирующей прямой линии.

При проведении прямой линии по точкам графика следует помнить, что эта линия является касательной для графика функции $W(u)$ и сливается с ним при значениях $u \approx 0{,}001$.

При расчетах значений параметра a необходимо учитывать, что если $t_{\text{р}}$ брать в минутах, то и a будет получаться в м^2/мин. То же относится к выражению (3.5).

Допустимое отклонение расчетных значений T от T =100 м^2/сут на несколько процентов, а параметра a - примерно в 2 раза.

На временных графиках следует указать моменты времени $t_{\text{вл}}$ и $t_{\text{кв}}$.

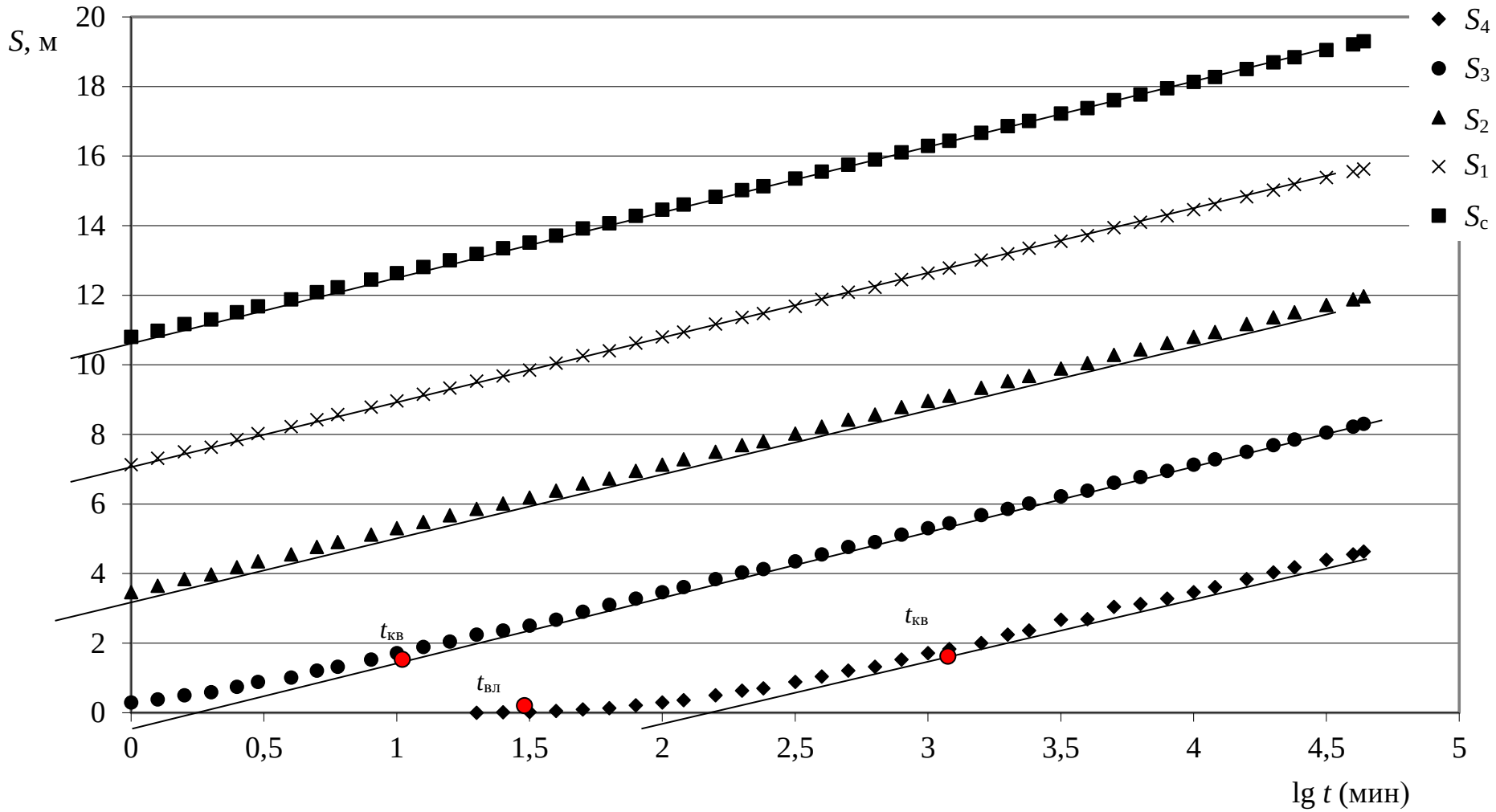


Рис 3.1. Зависимости $S \div \lg t$

График комбинированного прослеживания понижения ($S \div \lg t/r^2$) строится совместно по всем скважинам. Расчет координаты $\lg t/r^2$ удобно выполнять с помощью выражения:

$$\lg \frac{t}{r^2} = \lg t - 2 \lg r. \quad (3.7)$$

Точки, полученные по разным скважинам, следует обозначать на графике различными значками (рис. 3.2). Расчет параметра T выполняют на основании зависимости (3.4). Параметр a рассчитывают с помощью выражения:

$$\lg a = \frac{A}{C} - 0{,}35. \quad (3.8)$$

Графики площадного прослеживания ($S \div \lg r$) строятся на три момента времени (рис. 3.3). Первый график строится на момент времени равный 30 суткам. Далее следует оценить размеры зоны квазистационарного режима (при t = 30 суткам), и определить крайнюю скважину, которая находится в этой зоне. Следующий график строится на момент времени, когда крайняя скважина зоны квазистационарного режима находилась в зоне неквазистационарного режима, т.е. выполняются условия $r_{\text{п}} > r_{\text{кв}}$, $r_{\text{п}} < R_{\text{п}}$. указанные условия наиболее просто определяются следующими выражениями:

$$r_{\text{п}} \approx R_{\text{п}}; \quad (3.9)$$

$$r_{\text{п}} = 1{,}5\sqrt{a t_{\text{рп}}}; \quad (3.10)$$

$$t_{\text{рп}} = 0{,}444 \frac{r_{\text{п}}^2}{a} \quad (3.11)$$

где $t_{\text{рп}}$ - расчетное время для построения площадного графика.

Последующий (третий) площадной график строится на такой момент времени, чтобы крайняя скважина зоны квазистационарного режима второго графика находилась в зоне квазистационарного режима. Оценка расчетного момента времени выполняется так же, как и для второго графика.

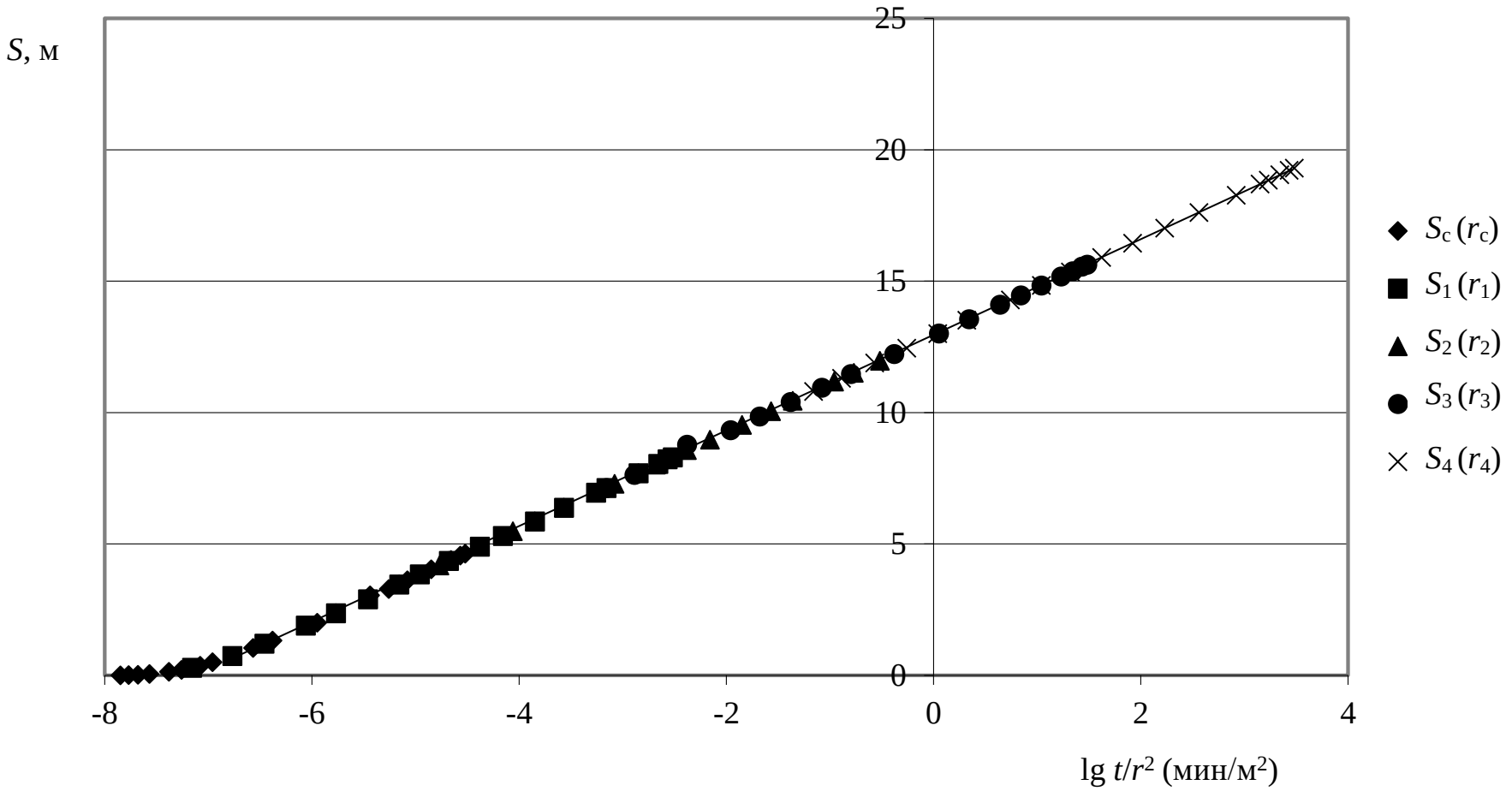


Рис. 3.2. Зависимость $S \div \lg t/r^2$

24

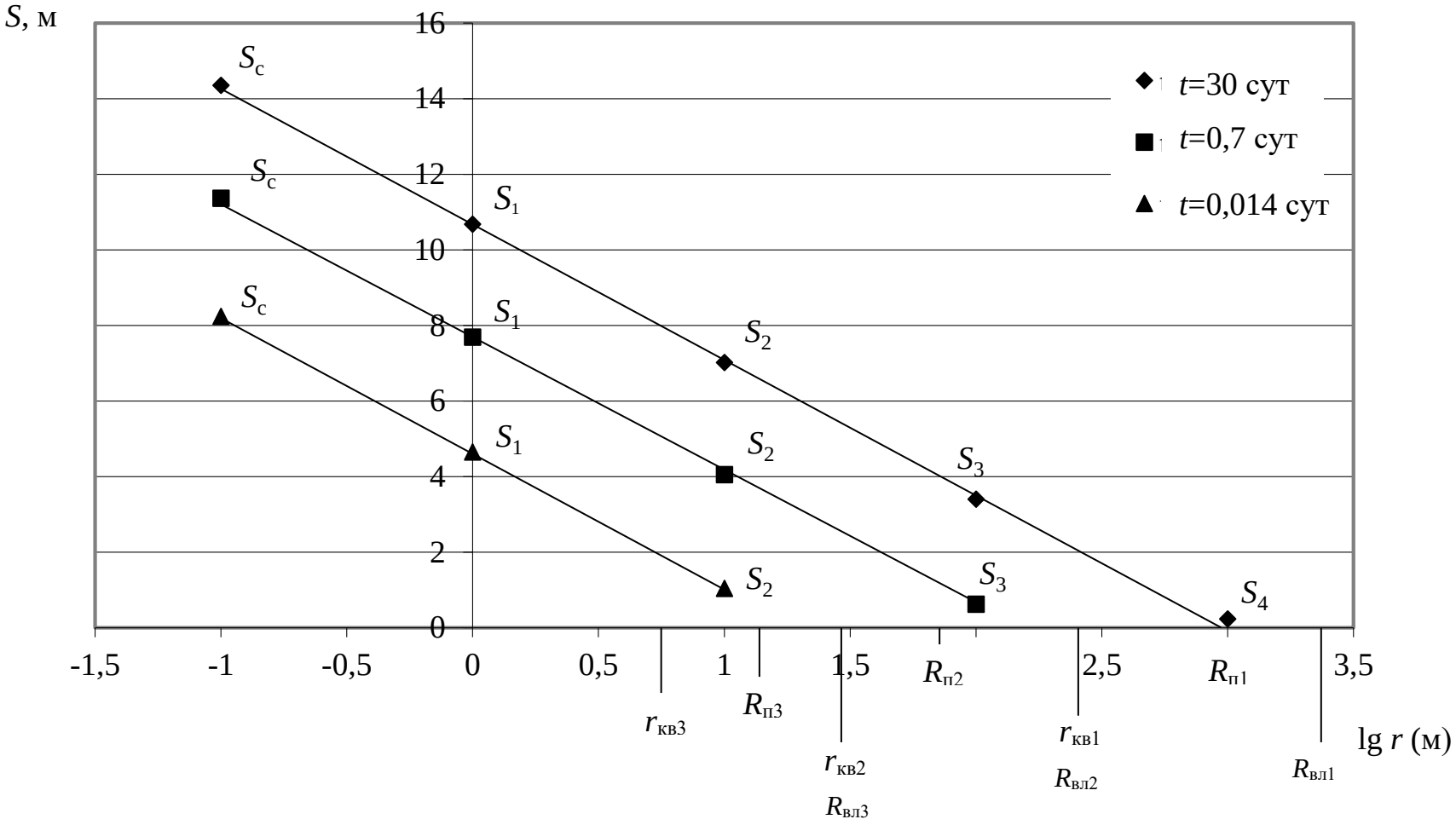


Рис. 3.3. Зависимость $S \div \lg r$

Расчет параметра T для каждого графика выполняется на основании зависимостей

$$T = 0{,}366\frac{Q}{C_{\text{п}}}; \tag{3.12}$$

$$C_{\text{п}} = \frac{\Delta S}{\Delta \lg r}. \tag{3.13}$$

Для расчета параметра a, используется выражение:

$$a = 0{,}444\frac{R_{\text{п}}^2}{t}, \tag{3.14}$$

где $R_{\text{п}}$ - значение радиуса питания на момент времени $t_{\text{р}}$.

На каждом графике отмечаются значения $r_{\text{кв}}$, $R_{\text{п}}$, $R_{\text{вл}}$. Следует учитывать, что соотношения $R_{\text{п}}/r_{\text{кв}}$, $R_{\text{вл}}/R_{\text{п}}$, $R_{\text{вл}}/r_{\text{кв}}$ в логарифмическом масштабе сохраняются постоянными:

$$\lg\frac{R_{\text{п}}}{r_{\text{кв}}} = \lg\frac{1{,}5}{0{,}35} = 0{,}63; \tag{3.15}$$

$$\lg\frac{R_{\text{вл}}}{R_{\text{п}}} = \lg\frac{3{,}5}{1{,}5} = 0{,}37; \tag{3.16}$$

$$\lg\frac{R_{\text{вл}}}{r_{\text{кв}}} = \lg\frac{3{,}5}{0{,}35} = 1{,}0. \tag{3.17}$$

Приведенные значения (3.15 – 3.17) равны отрезкам на оси $\lg r$ между $\lg r_{\text{кв}}$, $\lg R_{\text{п}}$ и $\lg R_{\text{вл}}$, что облегчает нанесение этих характеристик на площадной график.

Для правильного оформления работы, все основные параметры и промежуточные показатели следует сводить в соответствующие таблицы.

Оптимальная схема куста скважин рассчитывается на основании оговорённых условий (табл. 1.4) и уравнений (1.2), (1.4). Условия по времени (см. табл. 1.4) допускают относительно широкий диапазон расстояний до наблюдательных скважин. При выборе конкретных расстояний следует придерживаться условия примерно равномерного расположения скважин (в логарифмическом масштабе).

Заключение состоит из нескольких смысловых частей. Первая часть должна содержать конкретные выводы, полученные при построении графиков и выполнении расчетов, а также предложения по оптимизации

схемы куста. Вторая часть заключения включает оценку методического значения работы для понимания основных положений учебной дисциплины и приобретения новых умений и навыков. В третьей части могут содержаться замечания по методике выполнения курсовой работы и предложения методического и организационного характера.

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Полностью оформленная курсовая работа должна включать: титульный лист, содержание, введение, разделы текста, заключение, список использованных источников, приложения (если они есть).

При написании текста на странице должны оставляться поля: левое - 30; правое - 10; верхнее - I5 -20; нижнее - 20 мм.

Текст курсового проекта подразделяют на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов пишут симметрично тексту прописными буквами, заголовки не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не разрешаются, в конце страницы заголовки не помещают, точку в конце заголовка не ставят. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например: 2.3 (третий подраздел второго раздела); более дробными подразделениями нумеруются пункты в пределах разделов и подразделов, например: пункт 1 в указанном подразделе должен иметь номер 2.3.1. и т.д. (между цифрами и в конце номера ставятся точки). Страницы текста нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в верхнем правом углу (или посередине листа). Титульный лист входит в общую нумерацию, но номер страницы на нем не ставится. Иллюстрации (таблицы, графики, рисунки), расположенные на отдельных страницах работы, включаются в общую нумерацию страниц.

Оформление таблиц. Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В правом верхнем углу, над соответствующим заголовком таблицы, помещается надпись "Таблица 2.1" (первая таблица второго раздела). При переносе части таблицы на другую страницу слово "Таблица" и ее номер указываются один раз, над другими частями пишут слово "Продолжение табл. 2.1". Таблицу помещают в тексте сразу за первый

упоминанием о ней. Большие таблицы помещаются на отдельных листах. Если в одной и той же графе таблицы приводятся целые числа и числа с десятичными знаками, следует, соответственно, в целых числах дополнительно после запятой проставлять нули. Одинаковые числа заменять кавычками не допускается. Отсутствие данных отмечается прочерком в соответствующей графе.

Оформление рисунков. Все иллюстрации в тексте именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Например: Рис.2.1 (первый рисунок второго раздела). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки не них. Наименование иллюстрации помешают под ней, после номера иллюстрации.

Написание формул. Формулы следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не помещается в одной строке, оно может быть перенесено после знаков равенства, плюс, минус, умножения, деления. Пояснения значений символов в формулах следует приводить непосредственно под формулой в той же 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.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например: (3. 1) - первая формула третьего раздела.

Ссылки. Ссылки в тексте на источники следует указывать в виде порядкового номера по списку источников, выделенный в квадратные скобки, ссылки на иллюстрации - указывается соответствующий номер иллюстрации, например: рис.2.1 , аналогично даются ссылки на формулы: "в формуле (3.1) " и таблицы, например: "в табл. 2. 1". Если ссылки даются на

таблицы, иллюстрации и другие материалы, помещенные в другом разделе текста, то можно указывать "см. табл.1.3".

Содержание помещается в начале курсовой работы. В нем указываются все разделы, подразделы и пункты, имеющие самостоятельные заголовки. Указывается только страница, на которой начинается раздел, подраздел, пункт.

Список использованных источников оформляется таким образом: вначале в алфавитном порядке указывается опубликованная отечественная литература, затем рукописная и в конце списка - иностранная литература (если она есть). Для каждого литературного источника приводятся данные: номер по порядку, фамилия и инициалы автора, полное наименование работы, год издания, место издания, название издательства, количество страниц. Для рукописей указывается место хранения.

Приложения. Все приложенные к проекту чертежи на отдельных листах (если автор считает их нужными), по своим форматам, условным обозначениям, раскраске, шрифтам и масштабам должны соответствовать существующим стандартам (представлять чертежи на листах произвольного размера не разрешается).

Список приложений и рисунков в тексте приводится после Содержания (является частью Содержания).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература:

Басниев, К. С. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. - Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2006. -488 с.

Шестаков, В. М. Гидрогеодинамика / В. М. Шестаков. - М.: КДУ, 2009. – 334 с.

Планирование кустовой откачки: методические указания по курсовой работе по дисциплине «Динамика подземных вод» для студентов специальности 130302 – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания (ГИГ)» / сост.: С. Н. Тагильцев, Т. Н. Кибанова, В. С. Тагильцев; Уральский государственный горный университет. – Екатеринбург: УГГУ, 2008. -31 с.

Дополнительная литература:

Гавич, И. К. Гидрогеодинамика / И. К. Гавич. - М.: Недра, 1988. – 358 с.

Мироненко, В. А. Теория и методы интерпретации опытно-фильтрационных работ / В. А. Мироненко [и др.]. - М.: Недра, 1978. - 326 с.

Шестаков, В. М. Практикум по динамике подземных вод / В. М. Шестаков [и др.]. – М.: МГУ, 1987. -224 с.

Учебное пособие

Сергей Николаевич Тагильцев
Татьяна Николаевна Кибанова
Викентий Сергеевич Тагильцев

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КУСТОВОЙ ОТКАЧКИ

Методические указания
по курсовой работе по дисциплине "Динамика подземных вод"
для студентов специальности
"Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания"
направления 21.05.02 – «Прикладная геология»

Издание второе, исправленное и дополненное

Редактор Л. В. Устьянцева

Подписано в печать 09.02.2018
Бумага писчая. Формат бумаги 60x84 1/16. Печать на ризографе.
Печ. л. 2,0. Уч. – изд. л. 1,61. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории
множительной техники УГГУ

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

С.Н. Тагильцев

Динамика подземных вод

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С.Н. Тагильцев

«_13_» __апреля__ 2019 г.

С.Н. Тагильцев

Динамика подземных вод

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Общие положения	4
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	7
	2.1. Повторение материала лекций	7
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	8
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	8
3.	Другие виды самостоятельной работы	8
	3.1. Подготовка к зачёту	8
	3.2. Подготовка и написание контрольной работы	9
	3.3. Подготовка и написание курсового проекта	9
	3.4. Подготовка к экзамену	9

Введение

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие *задачи:*

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;

- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;

- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;

- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;

- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);

- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1. Повторение материала лекций

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.2. Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий.

3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1. Подготовка к зачету

В комплекте оценочных средств представлен перечень тестовых заданий, теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к зачету:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

3.2 Подготовка и написание контрольной работы

Для выполнения контрольных работ студентами кафедрой подготовлены Методические рекомендации и задания к контрольным работам для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

3.3 Подготовка и написание курсового проекта

Для выполнения курсового проекта кафедрой подготовлены Методические рекомендации по выполнению курсового проекта для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

3.4 Подготовка к экзамену

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

Учебное издание

Тагильцев Сергей Николаевич

Динамика подземных вод

Методические указания по организации самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки 21.05.02 – Прикладная геология
(специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»)

Редактор Н.В. Рубан

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60 х 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л.. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уральский государственный горный университет»

И.В. Абатурова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА

Методические указания по курсовой работе по дисциплине «Инженерная геодинамика» для студентов специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» специальности «Прикладная геология»

Екатеринбург
2017

МИНОБРНАУКИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение **высшего образования**
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
факультета геологии
и геофизики УГГУ
13 апреля 2017 г.
Председатель комиссии
проф. В. И. Бондарев

И.В. Абатурова

Методические указания по курсовой работе по дисциплине «Инженерная геодинамика» для студентов специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» специальности «Прикладная геология»

Утверждены Редакционно-издательским советом университета в качестве методических указаний по курсу «Инженерная геодинамика» для студентов специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» (ГИГ)

Издание УГГУ Екатеринбург 2017

Т 12

Р е ц е н з е н т - Афанасиади Э.И., канд. геол. – мин.наук, профессор кафедры ГИГГ УГГУ

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры ГИГГ 10 ноября 2016 г.

Т 12 Инженерная геодинамика: методические указания по курсовой работе для студентов специализации «Поиски и разведка подз0мных вод и инженерно-геологические изыскания» специальности «Прикладная геология» / И. В. Абатурова – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. - 16 с.

В методических указаниях изложены требования к курсовой работе по ее содержанию и оформлению. Достаточно подробно представлены основные исходные и методические положения, которые необходимы для осознанного выполнения курсовой работы. Описана последовательность работы над курсовой работой и содержание отдельных разделов. Дан перечень задач, которые необходимо использовать при изучении дисциплины «Инженерная геодинамика».

© Абатурова И.В., 2017

© Уральский государственный горный университет, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение …….. 5

1. Содержание курсовой работы …… 7

2. Предлагаемые темы курсовой работы …….. 8

3. Список рекомендуемых задач …… 10

4. Основные требования к оформлению курсовой работы ……. 11

5. Список литературы ……. 14

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Инженерная геодинамика» является базовой дисциплиной при подготовке специалистов специальности (специализации) «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». входит в блок специальных дисциплин в подготовке специалистов специализации 130302 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Дисциплина является федеральной (базовой) как в государственном стандарте второго поколения, так и в новых ФГОС направления подготовки (специальности) 130101.65 «Прикладная геология», утвержденных приказом Минобрнауки России 17.01.2011.

Дисциплина изучает геологические и инженерно-геологические процессы и явления. Все геологические процессы представляют огромный интерес в инженерном аспекте в связи с их влиянием на жизнь и деятельность человека, на устойчивость природно-технических систем. Широкое развитие и распространение разных геологических процессов и явлений вызывает необходимость учета их влияния при рациональном использовании территорий, их защиты и охраны геологической среды, жизни и деятельности человека от опасного проявления и влияния процессов, а также их прогноза. Успешно решать эту проблему инженер-геолог может только владея основами инженерной геодинамики, зная теорию геологических процессов, закономерности, причины и условия развития процессов, основы и методы их прогнозирования, теоретическое обоснование и методы управления геологическими процессами.

Целью курсовой работы является системное изучение студентами одного из геологических процессов в цепочке: теория → причины → условия → прогноз → методы управления.

Целью изучения дисциплины является получение представлений о геологическом и инженерно-геологических процессах и явлениях, ознакопление

студентов с методами прогноза развития геологических процессов во времени и пространстве.

Задачи курсовой работы: изучение механизмов развития и энергетики экзогенных процессов; влияние различных природных факторов на их образование; развитие навыков разработки методов и методик прогнозирования, моделирования; оценка риска от отдельных процессов и интегральной оценки суммарной опасности и нескольких процессов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные закономерности развития геологических процессов, вызванных природными и техногенными причинами, их распространение в различных геологических условиях и привязанность к конкретному техногенному воздействию;

уметь: оценивать пораженность территорий и прогнозировать развитие геологических процессов и явлений, оценивать опасность таких процессов для зданий и сооружений, степень риска и ущерба при освоении территорий; разрабатывастьи строить модели изучаемых объектов и методов выполнения инженерно-геологических работ с целью обеспечения надежной информацией проектирования, строительства и эксплуатацию инженерных сооружений в регионах действующих или прогнозируемых природных процессов;

владеть: методами прогнозирования и моделирования опасных геологических процессов и явлений, навыками обоснования защитных метоприятий.

В результате освоения дисциплины и составления курсовой работы студент должен обладать следующими компетенциями:

готовность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новых знаний и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ПК-2);

уметь проводить расчеты гидрогеологических параметров и устойчивости сооружений в связи с развитием негативных экзогенных геологических процессов (ПСК-2, 7);

владеть основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий (ПК-9);

готовность проводить геологические наблюдения и осуществлять их документацию на объекте изучения (ПК-12);

способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы (ПК-23);

способность моделировать экзогенные геологические и гидрогеологические процессы (ПСК-2, 3);

уметь оценивать инженерно-геологические и гидрогеологические условия для различных видов хозяйственной деятельности (ПСК-2, 5);

уметь проводить расчеты гидрогеологических параметров и устойчивости сооружений в связи с развитием негативных экзогенных геологических процессов (ПСК-2, 7);

Курсовая работа выполняется в виде реферата и состоит из 2-х основных частей. Первая часть посвящена теории, условиям, причинам, закономерностям развития какого-либо процесса. Вторая часть – анализу, обобщению конкретной информации по геологическому процессу с решением прогнозной задачи и разработкой методов управления.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Введение.

Во «Введении» дается обоснование актуальности темы, ставятся цели и задачи курсовой работы.

1. Общая часть включает в себя несколько подразделов.

1.1. Понятие изучаемого геологического процесса или явления как предмета инженерной геодинамики.

1.2. Закономерности, причины и условия развития изучаемого геологического процесса.

1.3. Определение типа, масштабов развития и механизма изучаемого процесса.

1.4. Количественная оценка развития изучаемого геологического процесса или явления.

1.5. Взаимосвязь изучаемого процесса и хозяйственной деятельности человека.

1.6. Прогноз развития изучаемого процесса при естественном развитии с учетом деятельности человека.

1.7. Обоснование мероприятий по управлению геологическими процессами.

2. Специальная часть включает в себя решение конкретных задач по оценке и прогнозированию геологических процессов.

3. Заключение состоит из нескольких смысловых частей. Первая часть должна содержать конкретные выводы, полученные при выполнении работы. Вторая часть включает оценку методического значения работы для понимания основных положений учебной дисциплины и приобретения новых умений и навыков.

2. ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ТЕМЫ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

1. Влияние трещиноватости массивов горных пород на устойчивость горных выработок.

2. Влияние трещиноватости массивов горных пород на изменения их физико-механических свойств.

3. Напряженное состояние верхних зон литосферы и его значение для шахтных разработок (на примере Североуральского бокситового месторождения).

4. Общие вопросы теории выветривания.

5. Инженерно-геологическая характеристика процессов выветривания в пределах Уральского региона.

6. Опыт сейсмического микрорайонирования территории г. Иркутска.

7. Инженерно-геологическая характеристика эрозионных процессов

8. Основные факторы формирования, селей и меры борьбы с ними на примере Кавказского региона.

9. Суффозия – условия и факторы ее образования и влияние на устойчивость гидротехнических сооружений.

10. Инженерно-геологическая характеристика плывунов, меры борьбы с ними.

11. Карст и его влияние на условия отработки месторождений (на примере месторождения калийных солей).

12. Карбонатный карст и гражданское строительство на примере г.г. Москва, Кунгур, Пермь, Уфа и др.

13. Просадочные явления в лессах при фильтрации воды из ирригационных каналов и методика борьбы с просадками.

14. Обвалы, осыпи и их инженерно-геологическая характеристика.

15. Оползни в лессовых породах Средней Азии.

16. Оползни южного берега Крыма.

17. Оползни Байкала.

18. Оползни Волги.

19. Закономерности и прогноз развития крупных современных оползней и обвалов.

20. Абразия морских берегов и борьба с ней.

21. Опыт изучения и методика прогноза переработки берегов водохранилищ.

22. Землетрясения и их инженерно-геологическое значение.

23. Методы инженерно-геологических прогнозов.

24. Инженерно-геологические явления на территории крупных городов и методы их изучения.

25. Подземные воды как основной фактор развития карста.

3. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ЗАДАЧ

Задачи, рекомендуемые для решения, являются основой второго раздела. Их решение проводится на основе ранее полученных знаний по дисциплине «Механика горных пород и грунтов» с привлечением рекомендуемых учебников. Часть задач предлагается из «Учебного пособия по инженерной геологии», [5].

Тема 1. Оценка трещиноватости массивов пород

Задача 1. Оценка трещиноватости мраморизованных известняков (задача 1.1 по [5].

Задача 2. Оценка трещиноватости гранито-гнейсового массива (задача 1.5 по [5]).

Задача 3. Оценка трещиноватости массива базальтов (задача 1.6 по [5]).

Задача 4. Оценка трещиноватости массива гипербазитов (задача 1.4 по [5]).

Тема 2. Оценка степени и характера выветрелости пород

Задача 5. Оценка степени и характера выветрелости пород Светлинского месторождения (задача 4.4 по [5]).

Задача 6. Оценка степени и характера выветрелости пород Челябинского метрополитена.

Тема 3. Инженерно-геологическая оценка овражной эрозии

Задача 7. Инженерно-геологическая оценка овражной эрозии в пределах г. Ханты-Мансийска.

Тема 4. Инженерно-геологическая оценка суффозионного процесса

Задача 8. Выполнить оценку суффозионной устойчивости грунтов (задача 4.1 по [5]).

Тема 5. Инженерно-геологическая оценка карстового процесса

Задача 9. Оценка карстовой пораженности и прогноз развития карстовых провалов (задача 4.2 по [5]).

Задача 10. Оценка карстовой пораженности и прогноз развития карстовых провалов в пределах месторождений полезных ископаемых (задача 2.9 по [5]) .

Тема 6. Инженерно-геологическая оценка просадочных грунтов

Задача 11. Оценка инженерно-геологических условий района распространения лессовых пород (задача 3.8 по [5])

Тема 7. Изучение и оценка оползневых процессов

Задача 12. Инженерно-геологическая оценка оползневого склона р. Волги (задача 2.1 по [5]).

Задача 13. Инженерно-геологическая оценка оползневого берега р. Ангара (задача 2.5 по [5]).

Задача 14. Инженерно-геологическая оценка устойчивости обвально-осыпного склона долины р. Ингури (задача 2.7 по [5])

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Полностью оформленная курсовая работа должна включать: титульный лист, содержание, введение, разделы текста, заключение, список использованных источников, приложения (если они есть).

Текст курсового работы должен быть набран на компьютере, 12 кегль шрифта Time New Roman через 1,0 интервал. Поля: верхнее и нижнее – 2,0 см, левое – 3,0 см, правое 1,5 см.

Текст курсовой работы делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов выделяют жирным шрифтом. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например: 2.3 (третий подраздел второго

раздела); более дробными подразделениями нумеруются пункты в пределах разделов и подразделов, например: пункт 1 в указанном подразделе должен иметь номер 2.3.1 и т. д. (между цифрами и в конце номера ставится точка). Страницы текста нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в верхнем правом углу. Титульный лист входит в общую нумерацию, номер страницы на нем не ставится. Иллюстрации (таблицы, графики, рисунки, фото), которые расположены на отдельных страницах работы, включаются в общую нумерацию.

Оформление таблиц. Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В правом верхнем углу, над соответствующим заголовком таблицы помещается надпись «Таблица 2.1» (первая таблица второго раздела). При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» и ее номер указываются один раз, над другими частями пишут слово «Продолжение табл. 2.1». Таблицу помещают в тексте сразу за первым упоминанием о ней. Большие таблицы помещаются на отдельных листах. Если в одной и той же графе таблицы приводятся целые числа и числа с десятичными знаками, следует соответственно в целых числах дополнительно после запятой проставлять нули. Одинаковые числа заменять кавычками не допускается. Отсутствие данных отмечается прочерком в соответствующей графе.

Оформление рисунков. Все иллюстрации в тексте именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Например: Рис. 2.1 (первый рисунок второго раздела). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки на них. Наименование иллюстрации помещают под ней, после номера иллюстрации.

Написание формул. Формулы следует выделять их текста свободными строками. Если уравнение не вмещается в одной строке, оно может быть перенесено после знаков равенства, плюса, минуса, умножения, деления. Пояснения значений символов в формулах следует приводить непосредственно под формулой в той же 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.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например: (3.1) – первая формула третьего раздела.

Ссылки. Ссылки в тексте на источники следует указывать в виде порядкового номера по списку источников, выделенных в квадратные скобки, ссылки на иллюстрации – указываются соответствующий номер иллбюстрации, например: рис. 2.1, аналогично даются ссылки на формулы: «в формуле (3.1)» и таблицы, например: «в табл. 2.1». Если ссылки даются на таблицы, иллюстрации и другие материалы, помещенные в другом разделе текста, то можно указывать «см. табл. 1.3».

Содержание помещается в начале курсовой работы. В нем указываются все разделы, подразделы и пункты, имеющие самостоятельные заголовки. Указывается только страница, на которой начинается раздел, подраздел, пункт.

Список использованных источников оформляется таким образом: вначале в алфавитном порядке указывается опубликованная отечественная литература, затем рукописная и в конце списка – иностранная литература (если она есть). Для каждого литературного источника приводятся данные: номер по порядку, фамилия и инициалы автора, полное наименование работы, год издания. место издания, название издательства, количество страниц. Для рукописей указывается место хранения.

Приложения. Все приложенные к проекту чертежи на отдельных листах (если автор считает их нужными), по своим форматам, условным обозначениям, раскраске, шрифтам и масштабам должны соответствовать существующим стандартам (представлять чертежи на листах произвольного размера не разрешатся). Список приложений и рисунков в тексте приводится после «Содержания» (является частью «Содержания»).

Список литературы

1. Бондарик Г. К., Пендин В. В., Ярг Л. А. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 2007. 439 с.

2. Золотарев Г. С. Инженерная геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 1983.

3. Природные опасности России. Экзогенные и геологические опасности / под ред. В. М. Кютепова, А. И. Шеко. – М.: Изд-во Крук, 2002. 320 с.

4. Трофимов В. Т., Харькина М. А., Григорьева И. Ю. Экологическая геодинамика. М.: Изд-во МГУ, 2008. 472 с.

5. Учебное пособие по инженерной геологии / под ред. Г. С. Золотарева. М.: Изд-во МГУ, 1990. 294 с.

Учебное издание

Ирина Валерьевна Абатурова

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДИНАМИКА

Методические указания
по курсовой работе по дисциплине «Инженерная геодинамика»
для студентов специальности (специализации) «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»
направления «Прикладная геология»

Редактор Л. Н. Авдеева
Компьютерная верстка *Бобровой О.М.*

Подписано в печать _____ Бумага писчая. Формат 60 х 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 0,88. Уч.-изд. л. 0,70 Тираж 100 экз. Заказ № ___

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет.
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ
_____ С. Н. Татаринцев
«_13_» __апреля__ 2019 г.

И. В. Абатурова

Инженерная геодинамика

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Структура и содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине «Инженерная геодинамика»

Последовательность изучения тем, выписанных на самостоятельную проработку, рекомендуется согласовывать с рабочей программой дисциплины.

Прежде всего студенту следует ознакомиться с содержанием теоретических разделов дисциплины. Приступив к проработке темы необходимо вначале уяснить из методических указаний рабочей программы круг, рассматриваемых вопросов, затем изучить материал темы по рекомендуемой литературе, выделить главные вопросы основные положения законспектировать, дать ответы на вопросы для самопроверки.

Цель самостоятельной работы заключается в том, чтобы студенты стремились к поиску и получению новой информации, необходимой для решения инженерных задач, интеграции знаний применительно к своей области деятельности, к осознанию ответственности за принятия своих профессиональных решений.

Содержание самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа делится на 2 вида:

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям, включает в себя 3 части

Первая часть – это работа с литературными источниками, которая проверяется во время тестирования

Вторая часть – построение инженерно-геологических разрезов

Третья часть – создание презентаций в программе Microsoft Power Point в которой приводится деформация зданий и сооружений в результате развития инженерно-геологических процессов.

Часть 1

1. Подготовить краткий конспект о развитии процессов выветривания Урала. Описание должно содержать следующие сведения:

Понятия о процессе основных принципах выветривания, виды выветривания, основные химические реакции, способствующие выветриванию, вертикальная зональность коры выветривания. Особенности выветривания на Урале, изменение физико-механических свойств грунтов в процессе выветривания.

2. Причины и факторы формирования овражной эрозии. Описание должно содержать следующие сведения:

Понятие овражной эрозии, процент территории России, пораженной данным процессом, этапы формирования процесса. Оценку и прочие развитие овражной эрозии, противоэрозионные мероприятия

3. Карстово -суффозионные процессы г. Кунгура Описание должно содержать следующие сведения:

Понятия карстово-суффозионных процессов, причины и факторы их формирования, гидродинамическая зональность, оценка и прогноз формирования противокарстовых мероприятий. Особенность развития карстового процесса г. Кунгура

Для конспекта используется не менее трех источников литературы и инженерный ресурс

Часть 2

Выполнить лабораторные работы 1,2,3 задание

Задание 1

Составление инженерно-геологического разреза по оси плотины на р. Уфа с выделением фильтрационных зон

1. Составить инженерно-геологический разрез по оси плотины на р. Уфе

2. Выделить в сфере взаимодействия плотины и горных пород фильтрационные зоны по значениям коэффициента фильтрации (Кф) и удельного водопоглощения(q)

3. Составить заключение об устойчивости основания примыканий плотины

4. Отметка НПУ-316,0м; уреза воды в реке – 288,70м; ширина зеркала воды – 60м; расстояние между скважинами60м

5. в таблице указаны глубины подошв слоев в метрах (см. Таблицу в методическом указании)

Задание 2

Составление инженерно-геологического разреза по оси плотины на р. Малая Сатка с выделением фильтрационных зон

1. Составить инженерно-геологический разрез по оси плотины на р. М.Сатка

2. Выделить в сфере взаимодействия плотины и горных пород фильтрационные зоны по значениям коэффициента фильтрации (Кф) и удельного водопоглащения(q)

3. Составить заключение об устойчивости основания примыканий плотины

4. Отметка НПУ-457,0м; уреза воды в реке – 435,10м; ширина зеркала воды – 20,0м; расстояние между скважинами 70м

5. в таблице указаны глубины подошв слоев в метрах (см. Таблицу в методическом указании)

Задание 3

Составление инженерно-геологического разреза, проведение районирования по степени устойчивости горных пород в горных выработках по оси скоростной дороги(метро) г. Екатеринбург

1. Составить инженерно-геологический разрез по оси трассы скоростной дороги
2. Составить заключение об инженерно-геологических условиях прохождения скоростной дороги
3. Расстояние между скважинами 60м
4. В таблице указаны глубины подошв слоев в метрах (см. Таблицу в методическом указании)

Часть 3

Подготовить презентацию к семинару «Деформации зданий и сооружений в результате развития инженерно-геологических процессов» Для презентации используется не менее трех источников литературы и инженерный ресурс, а также нормативные документы.

Общая трудоемкость самостоятельной работы составляет 47 часов (очное) и 117 часов (заочное)

II. Вид – другие виды самостоятельной работы, которые включают в себя

1. Контрольная работа

2. Курсовая работа.

Выполнение курсовой работы

Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями.

В виде реферата и состоит из 2-х основных частей. Первая часть посвящена теории, условиям, причинам, закономерностям развитии какого-либо процесса. Вторая часть – анализу, обобщению конкретной информации по геологическому процессу с решением прогнозной задачи и разработки методов управления

3. Подготовка к экзамену

Всего принятая трудоемкость составляет 5 часов.

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

И. А. Антонова

Гидрогеохимия

**Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С. П. Тагильцев

«_13_» __апреля__ 2019 г.

И. А. Антонова

Гидрогеохимия

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Общие положения	4
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	7
	2.1. Повторение материала лекций	7
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	8
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	8
3.	Другие виды самостоятельной работы	9
	3.1. Подготовка к контрольной работе	9
	3.2. Подготовка к экзамену	9

Введение

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие *задачи:*

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;

- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;

- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;

- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;

- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);

- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1. Повторение материала лекций

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.2. Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.3. Подготовка к практическим занятиям

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических занятий.

3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Подготовка и написание контрольной работы

Для выполнения контрольных работ студентами кафедрой подготовлены Методические рекомендации и задания к контрольным работам для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

3.2 Подготовка к экзамену

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

Учебное издание

Антонова Ирина Александровна

Гидрогеохимия

Методические указания по организации самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки 21.05.02 – Прикладная геология
(специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»)

Редактор С. Н. Тагильцев

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60 х 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л.. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РФ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

С. Н. Елохина

МЕТОДИКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

для студентов специальности 21.05.02

«Прикладная геология» специализации «Поиски

и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Часть I. Методический раздел

Екатеринбург – 2017

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
факультета геологии
и геофизики УГГУ
_____13 апреля_____2017 г.
Председатель комиссии
_____
проф. В.Т. Бондарев

С. Н. Елохина

Методика гидрогеологических исследований

Методические указания

по выполнению лабораторных работ

для студентов направления подготовки (специальности)

21.05.02 – «Прикладная геология» специализации «Поиски

и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВВЕДЕНИЕ……,,,, 5
Тема 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ГЕНЕТИЫЕСКИХ ТИПОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИХ ЗАПАСОВ ..…… …… 6
Задание ……. 12
Тема 2. МТЕОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД …… …… 13
2.1. Общие положения …… 13
2.2. Гидродинамические методы …… ... 14
Задание …… . . 19
2.3. Гидравлические методы …… 19
Пример определение ОЗПВ гидравлическим методом …….. 21
2.4. Балансовые методы …… 24
Пример использования балансового метода …… 26
2.5. Методы гидрогеологической аналогии …… 27
Пример использования метода гидрогеологической аналогии ……. 27
Задание ……. 29
Тема 3. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД …… 30
Задание …… 34
Тема 4. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ……... 35
Задание ……..... 37
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ …… 38

ВВЕДЕНИЕ

Цель лабораторных работ по дисциплине «Поиски и разведка подземных вод» - освоение студентами практических навыков по анализу фактических данных и схематизации гидрогеологических условий изучаемых природных объектов, выбор рациональных методов и способов камеральной обработки полевого материала в зависимости от сложности природных условий и стадии исследований месторождений подземных вод (МПВ). На лабораторных занятиях должны быть закреплены теоретические знания, полученные при изучении специальных курсов (общая гидрогеология, динамика подземных вод, моделирование гидрогеологических и инженерно-геологических процессов, поиски и разведка подземных вод и др.).

В основу методических указаний положены программные требования по дисциплине СД.10 «Поиски и разведка подземных вод» в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по специальности 130101 - «Прикладная геология» специализация «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания», многолетний опыт лабораторных работ на кафедре гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Уральского государственного горного университета, а также практический опыт поисково-разведочных работ авторов. При составлении настоящих указаний авторы руководствовались действующими в настоящее время нормативными документами, а также опубликованными источниками, которые перечислены в списке литературы.

Методические указания состоят из двух частей. Часть 1 содержит методический материал, объединенный в 4 темы. Каждая тема завершается заданием для проверки полноты и правильности освоения студентом методических знаний. В наиболее сложной для освоения теме 2 разобран пример применения расчетных методов оценки запасов подземных вод.

Часть 2 включает расчетно-практическую задачу, и для удобства использования студентами фактических данных в процессе лабораторных работах издается отдельной брошюрой.

Тема 1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ МЕСТОРОЮЖДЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ИХ ЗАПАСОВ

Под **месторождением подземных вод** (МПВ) подразумевается пространственно-органическая часть водоносной системы, в пределах которой под влиянием естественных или искусственных факторов создаются благоприятные по сравнению с окружающими площадями условия для отбора подземных вод (ПВ) в количестве, достаточном для целевого использования их в народном хозяйстве.

Наибольшее распространение получило разделение месторождений по генетическим принципам. Согласно этим принципам **месторождения питьевых и технических вод** связаны с водоносными горизонтами в пределах современных и погребенных речных долин; в артезианских бассейнах; в конусах выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин; в органических структурах или массивах трещинно-карстовых пород и зонах тектонических нарушений; в песчаных массивах пустынь полупустынь; в надморенных и межморенных водноледниковых отложениях; в таликовых зонах области развития многолетнемерзлых пород.

Месторождения минеральных вод связаны с водоносными горизонтами, распространенными в артезианских бассейнах платформ; в артезианских бассейнах складчатых областей; в ограниченных по площади складчатых структурах или массивах изверженных, метаморфических и осадочных пород и в зонах тектонических нарушений; в коре выветривания изверженных и метаморфических пород и в рыхлых осадочных (наносных) отложениях.

Выделение в самостоятельные типы месторождений в артезианских бассейнах платформ и складчатых областей характерно также и для **теплоэнергетических и промышленных вод**. Дополнительно для первых выделяются месторождения в массивах трещиноватых пород складчатых областей

(трещинно-жильные воды), а для промышленных вод – месторождения в озерных понижениях.

Перечисленные типы МПВ различного назначения в целом совпадают. Их большее разнообразие среди питьевых и технических вод объясняются более широким распространением этих вод, распространенных в верхней гидродинамической зоне. Рассмотрим основные особенности различных типов месторождений на примере месторождений питьевых и технических вод.

МПВ в речных долинах приурочены преимущественно к аллювиальным отложениям. Водоносные горизонты, приуроченные к этим отложениям, обладают рядом характерных черт:

1. Водовмещающими породами этих горизонтов являются рыхлые отложения, проницаемые по порам. В долинах равнинных рек наиболее распространены песчаные и песчано-гравелистые, реже галечниковые отложения, причем крупность материала увеличивается с глубиной. Водоносные отложения нередко перекрыты суглинками и глинами. Во многих случаях переход от более крупного материала к менее крупному резко выражен. Аллювий крупных рек, как правило, сложен крупнообломочным материалом (валуны, галька, гравий); распределение материала по вертикали незакономерное.

2. Области распространения водоносных горизонтов в аллювиальных отложениях имеют большую протяженность, несоизмеримую с их шириной.

3. Мощность аллювиальных отложений долин равнинных рек обычно не превышает 20 – 25 м и лишь в зонах переуглубления долин достигает нескольких десятков, а иногда и сотен метров. В горных долинах мощность аллювия варьирует в очень широких пределах.

4. Глубина залегания грунтовых вод от поверхности земли не большая (на пойменных террасах до 5 м, древних – от 10 до 20 м).

5. Режим грунтовых вод аллювиальных отложений тесно связан с режимом рек.

МПВ в артезианских бассейнах характеризуются:

- широким площадным развитием продуктивных водоносных горизонтов;

- многопластовым (чередованием выдержанных водоносных горизонтов и комплексов со слабо проницаемыми либо водоупорными слоями) или слоистым строением водовмещающих пород;

- наличием взаимосвязи отдельных водоносных горизонтов (комплексов) между собой, а также с грунтовыми и поверхностными водами;

- интенсивным вертикальным водообменом в краевых частях бассейнов по сравнению с центральными вследствие невыдержанности разделяющих слоев;

- наличием крупных речных долин, представляющих собой региональные дрены;

- взаимодействием между собой водозаборных сооружений, часто удаленных одно от другого на значительное расстояние.

МПВ в ограниченных по площади структурах или массивах трещинных или трещинно-карстовых пород и зонах тектонических нарушений характеризуются большим разнообразием и сложностью гидрогеологических условий.

Для месторождений характерны: замкнутая или полосообразная форма, контролирующаяся природными геолого-гидрогеологическими границами; небольшие размеры, определяющие распространение депрессионных воронок по всей площади структуры и активное влияние их границ на режим уровней при работе водозаборных сооружений; как правило, значительное превышение над площадью месторождения площади формирования подземного стока, обычно совпадающей с площадью поверхностного водосбора.

Основные различия месторождений этого типа связаны с условиями формирования и последующего геологического развития структур, к которым приурочены месторождения. Они могут быть образованы после осадконакопления или одновременно с ним. В первом случае закономерности изменчивости фильтрационных свойств водовмещающих пород, форма структур связа-

ны с тектоническими процессами последующей осадконакоплению геологической истории; во втором – основные черты структур и строение водовмещающей среды определены в период осадконакопления.

МПВ в конусах выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин связаны с водоносными горизонтами в пролювиальных отложениях, основными особенностями накопления и распространения являются:

- закономерное изменение литологического состава водовмещающих пород по направлению от головной части конуса выноса к их периферии (от галечников до песков) и расчленение единого водоносного горизонта на несколько этажно-расположенных горизонтов;

- изменение в этом же направлении глубин залегания уровня ПВ от 50 – 100 м в головной части до выхода на поверхность в зоне замещения галечников менее водопроницаемыми отложениями;

- уменьшение водопроводимости водосодержащей толщи по направлению от головной части конуса к равнине и по направлению от осевой его части к межконусным понижениям;

- тесная взаимосвязь поверхностных и подземных вод – поглощение поверхностного стока в зоне распространения галечников и выклинивание ПВ в реки и каналы на периферии конуса;

- характер питания и разгрузки ПВ; питание в галечниковой зоне за счет поглощения речного стока; разгрузка – родниковым стоком и выклиниванием в дренажную сеть, а в области развития напорных вод разгрузка происходит путем вертикальной фильтрации из напорных горизонтов в грунтовые с последующим испарением с уровня грунтовых вод;

- закономерный характер изменения качества ПВ: наличие пресных вод в галечниковой зоне и напорных горизонтах в нижних частях конуса и вод повышенной минерализации в грунтовых водах нижней части конуса выноса.

МПВ надморенных и межморенных водно-ледниковых отложений характеризуются многослойным строением водовмещающей толщи; большой изменчивостью мощности и литологии водовмещающих и разделяющих сло-

ев по площади и в разрезе; гидравлической связью между отдельными водоносными горизонтами, особенно усиливающейся в местах размыва моренных отложений; хорошей взаимосвязью подземных и поверхностных вод.

МПВ в песчаных массивах пустынь и полупустынь распространены в виде линз пресных вод, плавающих на соленых водах, либо ограниченных снизу водоупором. Спецификой эксплуатации линз пресных подземных вод является возможность подтягивания соленых вод как снизу, так и со стороны боковых границ.

МПВ таликов в области распространения многолетнемерзлых пород практическое значение имеют лишь в таликах речных долин. Распространение и размеры таликов под руслами непромерзающих рек зависят от ряда таких факторов, как состав аллювиальных отложений, ширина и глубина реки, мощность и теплофизические характеристики многолетнемерзлых пород, режим стока рек, температура воды и ее изменение в течение года и др. В зависимости от сочетания этих факторов различают две группы таликов.

Ширина таликов первой группы не превышает ширину водного сечения рек в зимнюю межень, отбор ПВ возможен только лучевыми водозаборными сооружениями.

Талики второй группы имеют ширину, превосходящую ширину русла; здесь возможно строительство береговых инфильтрационных водозаборных сооружений.

Как и любое полезное ископаемое ПВ имеют запасы, называемые эксплуатационными. Под **эксплуатационными запасами** (ЭЗПВ) понимается количество ПВ, которое может быть получено на месторождении с помощью рациональных в технико-экономическом отношении водозаборных сооружений при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям целевого использования ее в течение расчетного срока водопотребления. ЭЗПВ выражаются в единицах расхода (обычно в $м^3$/сутки). Запасы подсчитываются по результатам геологоразведочных работ, выполненных в процессе геологического изучения и оценки предоставленных в

пользование участков недр, а также по данным разведки таких участков недр, или эксплуатации действующих водозаборных сооружений для добычи подземных вод.

Основными источниками формирования ЭЗПВ являются ёмкостные запасы, динамические ресурсы, искусственные запасы и ресурсы и привлекаемые ресурсы.

Ёмкостные запасы – объем гравитационной воды, заключенный в порах, трещинах, карстовых и др. пустотах горных пород, а также упругие запасы – объем воды, высвобождающейся из напорного водоносного горизонта при понижениях в нем пластового давления.

Динамические ресурсы – величина суммарного питания водоносного горизонта в ненарушенных эксплуатацией ПВ гидрогеологических условиях. Естественные ресурсы равны сумме всех приходных элементов баланса водоносного горизонта: инфильтрация атмосферных осадков, перетекание из смежных водоносных горизонтов, приток ПВ по водоносному горизонту (латеральный поток) и др. Они могут быть оценены также по сумме всех расходных элементов баланса водоносного горизонта: испарение, родниковый сток, подземный сток в реки, отток ПВ по водоносному горизонту за пределы месторождения и др. Величина динамических ресурсов может изменяться по сезонам года и в многолетнем разрезе в зависимости от интенсивности питания водоносного горизонта. Различают динамические ресурсы различной степени обеспеченности (Р, %): среднемноголетние (50 %), 90-%-й обеспеченности (маловодные годы) и т.п.

Искусственные запасы – это объем ПВ в пласте, накопившихся в результате орошения, подпора водохранилищами или фильтрации из них, искусственного пополнения ПВ (магазинирования). Расход воды, поступающий из указанных выше источников в ПВ, называется **искусственными ресурсами**.

Привлекаемые ресурсы – увеличение питания ПВ при эксплуатации водозаборов в связи с возникновением или усилением фильтрации из рек,

озер, перетекания смежных, обычно вышерасположенных водоносных горизонтов.

Задание. Перечислите основные источники формирования эксплуатационных запасов для следующих типов МПВ

Вариант	Тип месторождения
1	В речных долинах
2	В артезианских бассейнах
3	В ограниченных по площади структурах или массивах трещинно-карстовых пород и зонах тектонических нарушений (не связанных с поверхностными водами)
4	В конусах выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин
5	В надморенных и межморенных водно-ледниковых отложениях

Тема 2. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

2.1. Общие положения

Исходя из определения ЭЗПВ, задачи гидрогеологических расчетов при их оценке связаны с определением возможной производительности водозаборных сооружений в определенных условиях работы (срок эксплуатации, обеспечение надежного качества воды, экономическая эффективность).

При установившемся режиме фильтрации ЭЗПВ полностью обеспечиваются возобновляемыми источниками формирования. В этом случае запасы ПВ подсчитываются на неограниченный срок использования.

При неустановившемся режиме фильтрации ЭЗПВ не обеспечены полностью возобновляемыми источниками формирования и их подсчет выполняется на ограниченный срок эксплуатации с учетом допустимого снижения уровня воды к концу этого срока. Если срок эксплуатации не оговорен, то в качестве расчетного периода принимается промежуток времени, превышающий срок амортизационных отчислений с водозабора. Обычно срок эксплуатации устанавливается продолжительностью 25 лет или 9125 суток. Для облегчения вычислений это время иногда принимают равным 10 тыс. суток (27,4 года).

Величина допустимого понижения в однородных средах устанавливается, исходя из возможностей водоподъемного оборудования и характера залегания водоносных горизонтов, и принимается равной:

- в грунтовых водах $S_{доп} = (0{,}5 + 0{,}7)He - \Delta h_{нас} - \Delta h_c$; (2.1)

- в напорных водах $S_{доп} = He - (0{,}3 + 0{,}5)m - \Delta h_{нас} - \Delta h_c$; (2.2)

где $S_{доп}$ – допустимое понижение; $\Delta h_{нас}$ – необходимое заглубление водоприемной части насоса под уровень воды в скважине; Δh_c – потери напора при входе воды в скважину, предопределяемые сопротивлением фильтра и забой-

ной зоны; He – мощность грунтового и напор над водоупором для напорных вод.

В трещиноватых водовмещающих породах допустимое понижение определяется по глубине залегания водоактивного интервала или конструктивных особенностей водозаборных скважин.

Для подсчета ЭЗПВ могут использоваться гидродинамические, гидравлические и балансовые методы, а также методы гидрогеологических аналогий. Чаще всего практикуется использование нескольких методов, что обеспечивает более успешную и надежную оценку ЭЗПВ.

2.2. Гидродинамические методы

Гидродинамические методы оценки ЭЗПВ основаны на расчетах водозаборов по соответствующим формулам, полученным на основе математической физики и теоретической гидродинамики. Они реализуются в форме аналитических расчетов применительно к типовым расчетным схемам, а также с применением методов аналогового или численного моделирования. Ниже будут рассмотрены аналитические приемы оценки ЭЗПВ.

Типовые граничные условия в разрезе для одиночных скважин в напорных водоносных горизонтах представляют собой:

1) изолированный напорный пласт:

$$S = \frac{Q_c}{4\pi km} \ln \frac{2{,}25a \cdot t}{r_c^2}; \qquad (2.3)$$

2) пласт с перетеканием:

$$S_c = \frac{Q_c}{4\pi km} K_0\left(\frac{r_c}{B}\right), \qquad (2.4)$$

при $r_c / B > 0{,}1$

или $S_c = \frac{Q_c}{4\pi km} \ln \frac{1{,}12B}{r_c}$, (2.5)

при $r_c / B < 0{,}1$; $B = \sqrt{km \cdot m_в / k_в}$;

3) двухслойный пласт:

$$S = \frac{Q_c}{4\pi km} \ln \frac{2{,}25a \cdot t}{r_c^2}; \quad (2.6)$$

причем, $a = km / \mu_в$.

В формулах (2.3) – (2.6): S_c - понижение в скважине; Q_c - дебит скважины; km - коэффициент водопроводимости; a - коэффициент пьезопроводности; $m_в$ и $k_в$ - мощность водоупора и его коэффициент фильтрации; t - время (обычно 10 тыс. суток); $\mu_в$ - коэффициент водоотдачи верхнего слоя; r_c - радиус скважины.

На базе основных расчетных формул (2.3) – (2.6) с помощью зеркальных отражений и принципа сложения течений получены решения практически всех типовых схем, учитывающих граничные условия в плане /1, 3-6/. Зависимости, справедливые для напорных водоносных горизонтов, без каких-либо изменений могут быть использованы для безнапорных потоков, когда снижение уровня ПВ относительно невелико (5 – 10 % от первоначальной величины). При значительных понижениях расчетные зависимости должны быть преобразованы: вместо водопроводимости необходимо использовать коэффициент фильтрации, а в левых частях уравнений вместо произведения понижения на мощность – параметр $0{,}5\left(h_0^2 - h_c^2\right)$, где h_0 - мощность безнапорного водоносного горизонта; h_c - динамический уровень подземных вод в скважине. В этом случае коэффициент пьезопроводности заменяется на коэффициент уровнепроводности, который равен $a_y = kh_{ср} / \mu$; k - коэффициент фильтрации; μ - коэффициент водоотдачи.

Например, для неограниченного пласта (см. формулу (2.3)):

$$\frac{h_0^2 - h_c^2}{2} = \frac{Q_c}{4\pi k} \ln \frac{2{,}25at}{r_c^2}; \quad (2.7)$$

которое после несложных преобразований можно записать как

$$S_c = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{Q_c}{4\pi k} \ln \frac{2{,}25at}{r_c^2}}\,; \qquad (2.8)$$

Несовершенные по степени или характеру вскрытия скважины приводятся к совершенным введением расчетного радиуса скважин. Поэтому для несовершенных скважин в расчетных зависимостях (2.3) – (2.8) вместо действительного радиуса должно быть использовано значение расчетного радиуса скважины.

Расчетный радиус скважины надежно обосновывается только при проведении кустовых откачек и может быть определен по формулам:

$$\ln r_c^{'} = \ln r_н - \frac{2\pi k m \left(S_ц - S_н\right)}{a}; \qquad (2.9)$$

$$r_c^{'} = r_c \sqrt{\frac{a^{'}}{a}}\,, \qquad (2.10)$$

где $S_ц$ и $S_н$ - понижение уровня в опытной и наблюдательной скважинах; r_c - расстояние между ними; $a^{'}$ и a - коэффициент пьезопроводности (уровнепроводности), определенный по опытной и наблюдательным скважинам.

Кроме того, $r_c^{'}$ можно определить по графику $S - \ln r$, сопоставляя фактическую и расчетную величины понижения в опытной скважине.

При большом количестве водозаборных скважин оценка эксплуатационных запасов ПВ для площадных и контурных систем взаимодействующих водозаборных скважин заключается в расчете понижения уровня ПВ в наиболее нагруженной скважине (обычно центральной) и сопоставлении полученного значения с допустимым. При расчете используется принцип (большого колодца), согласно которому группа взаимодействующих скважин заменяется эквивалентным в гидродинамическом плане колодцем.

Понижение ПВ в водозаборной скважине, расположенной в центре «большого колодца»:

$$S = S_{вн} + S_c\,, \qquad (2.11)$$

где $S_{вн}$ - понижение уровня на внешнем контуре «большого колодца», т. е. понижение, вызванное системой взаимодействующих скважин; S_c - дополнительное понижение в скважине, зависящее от взаимного расположения скважин внутри системы, их несовершенства и нагрузки на каждую скважину.

Для водозаборов, состоящих из идентичных по конструкции и равнодебитных скважин, величина дополнительного понижения во всех типовых расчетных схемах может быть вычислена по зависимости:

$$S_c = \frac{Q_c}{2\pi km} \ln \frac{r_n}{r_c'}; \qquad (2.12)$$

где Q_c - дебит отдельно взятой скважины водозабора; r_n - приведенный радиус условной области влияния данной скважины; r_c' - расчетный радиус скважины.

Приведенный радиус области влияния скважины для линейной и кольцевой или для площадной системы соответственно вычисляются по формулам:

$$r_n = \sigma / 2\pi \qquad \text{или} \qquad r_n = 0{,}47\sqrt{F_o / \pi}; \qquad (2.13)$$

где σ - расстояние между скважинами; F_o - площадь области, ограниченной линиями, проходящими посредине между соседними скважинами.

Вычисление понижения на внешнем контуре «большого кольца» проводиться с учетом выбранной расчетной схемы. В условиях типовых расчетных схем для оценки этого понижения аналитическим способом могут быть использованы основные зависимости (2.3) – (2.8). При этом вместо радиуса скважины в формулах необходимо использовать радиус «большого колодца» R_0, а вместо дебита скважин вводить суммарный дебит водозабора $Q_{сум}$.

Радиус «большого колодца» является величиной расчетной и определяется схемой расположения водозаборных скважин. Для линейного ряда скважин радиус «большого колодца» $R_0 = 0{,}2l$ (здесь l - длина ряда), при площадной системе скважин $R_0 = 0{,}2P$ (здесь P - периметр площади расположения скважин). Для кольцевой системы водозаборных скважин радиус «большого

колодца» принимается равным радиусу кольца, по которому расположены скважины в кольцевой системе.

Например, величина расчетного понижения в центре линейного ряда может быть вычислена по следующей зависимости /1/:

$$S_p = S_{вн} + S_c = \frac{Q_{сут}}{2\pi km} \ln \frac{2{,}25at_p}{R_0^2} + \frac{Q_{сут}}{2\pi kmN} \ln \frac{r_n}{r_c}$$

или

$$S_p = \frac{Q_{сут}}{4\pi km} \left(\ln \frac{2{,}25at_p}{R_0^2} + \frac{1}{N} \ln \frac{r_n^2}{r_c^2} \right). \qquad (2.14)$$

Считая $S_p = S_{доп}$ из (2.14), можно оценить максимальную величину суммарного дебита.

Расчеты по методу «большого колодца» справедливы, если приводимый к «большому колодцу» водозабор достаточно компактен, причем необходимо выполнение условий $L / R_0 \geq 5$, где L - расстояние до ближайшей границы области фильтрации.

В некоторых случаях, например, при оценке ЭЗПВ для инфильтрационных водозаборов, когда длинные ряды скважин сооружаются непосредственно у реки, критерий $L / R_0 \geq 5$ не выполняется. Для оценки запасов в этом случае может быть применен метод дополнительных фильтрационных сопротивлений, при котором дискретный ряд скважин заменяется фиктивной совершенной дреной с некоторым расчетным уровнем на ней. С использованием этого приема была получена зависимость, известная под названием формулы Маскета-Лейбензона:

$$S = h_0 - \sqrt{h_0^2 - \frac{Q_c}{\pi k} \left(\ln \frac{\sigma}{2\pi r_c} - \frac{2\pi b}{\sigma} \right)}, \qquad (2.15)$$

где σ - расстояние между скважинами ряда; b - расстояние от реки.

Максимально возможный дебит каждой скважины инфильтрационного водозабора, исходя из (3.13), может быть вычислен по формуле

$$Q_c = \frac{\pi k S(2h_0 - S)}{\ln \frac{\sigma}{2\pi r_c} + \frac{2\pi b}{\sigma}}. \qquad (2.16)$$

Задание:

1) указать границы применимости формулы (2.14);

2) из формулы (2.14) рассчитать максимальную суммарную производительность для линейного водозабора, состоящего из 25 равнодебитных скважин и расстояниями между ними 50 м (скважины идентичные по конструкции, их диаметр 200 мм), при условии

Вариант	1	2	3	4	5
$S_{доп}$, м	20	30	40	50	60
km, м^2/сутки	180	200	220	240	260

Коэффициент пьезопроводности равен 10^5 м^2/сутки.

2.3. Гидравлические методы

Гидравлические методы оценки ЭЗПВ основываются на использовании данных опыта и последующей их экстраполяции. Гидравлические методы используют в наиболее сложных гидрогеологических условиях, преимущественно в пластах с резко неравномерной хаотической и сложной зональной неоднородностью, когда определение фильтрационных параметров невозможно, либо их усреднение может привести к существенным ошибкам, а также в ограниченных пластах со сложными граничными условиями.

Общая зависимость для расчета производительности водозабора гидравлическом методом по данным опытных работ представляется в следующем виде:

$$S = S_0 + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta S_i \frac{Q_i}{Q_i^{'}} + \Delta S(t) \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i}{\sum_{i=1}^{n'} Q_i^{'}}, \qquad (2.17)$$

где: S - расчетное понижение уровня в той или иной скважине водозабора из n скважин; S_0 - понижение уровня на конец откачки из данной скважины,

рассчитанное по кривой дебита применительно к проектному дебиту Q; ΔS_i - срезка уровня в расчетной скважине водозабора на конец откачки из i-й скважины; $Q_i^{'}$ - дебит i-й скважины; $\Delta S(t)$ - дополнительное понижение во времени в той же скважине за период от конца откачки на расчетный срок работы водозабора; $h^{'}$ - количество скважин, из которых одновременно производились опытные откачки.

В сложившейся практике гидравлические методы оценки ЭЗПВ применяются на заключительных этапах разведочных работ. При этом для обоснования ЭЗПВ используются результаты групповых пробно-эксплуатационных откачек с дебитом, сопоставимым (равным) заявленной потребности в воде целевого назначения.

При установившемся режиме фильтрации к концу пробно-эксплуатационной откачки достигнутый ее дебит или небольшая его экстраполяция в пределах гарантированной обеспеченности запасов и допустимого понижения и принимается в качестве ЭЗПВ.

Более сложный случай возникает при неустановившемся режиме пробно-эксплуатационной откачки, когда прогнозное понижение при заданном дебите рассчитывается путем экстраполяции его во времени. Наиболее надежно такая экстраполяция достигается в случае аппроксимации зависимости понижения от продолжительности откачки линейной зависимостью. При неограниченном в плане пласте и превышении дебита откачки величины восполняемой части ресурсов подземных вод линейность этой зависимости достигается при построении графика $S = f(\lg t)$; для пласта полосы с непроницаемыми боковыми границами: $S = f(\sqrt{t})$; для замкнутого (кругового) пласта: $S = f(t)$**.** Могут встречаться и более сложные случаи.

Прогнозное понижение при постоянном дебите может быть вычислено:

- для неограниченного пласта:

$$S = S_0 + C_{\lg t}(\lg t - \lg t_0)\text{;} \qquad (2.18)$$

- для пласта полосы:

$$S = S_0 + C_{\sqrt{t}}\left(\sqrt{t} - \sqrt{t_0}\right); \qquad (2.19)$$

- для замкнутого пласта:

$$S = S_0 + C_t\left(t - t_0\right); \qquad (2.20)$$

где: S - прогнозное понижение; S_0 - понижение, достигнутое на конец пробно-эксплуатационной откачки; t - время прогноза (амортизационный срок работы водозабора), обычно 10 тыс. суток; $C_{\lg t}$, $C_{\sqrt{t}}$ и C_t - угловые коэффициенты соответствующих зависимостей $\left(C_{\lg t} = \frac{S_2 - S_1}{\lg t_2 - \lg t_1};\quad C_{\sqrt{t}} = \frac{S_2 - S_1}{\sqrt{t_2} - \sqrt{t_1}};\right.$ $\left. C_t = \frac{S_2 - S_1}{t_2 - t_1}\right)$, определяемые по соответствующим графикам.

Пример определения ЭЗПВ гидравлическим методом.

На месторождении ПВ, приуроченном к блоку интенсивно закарстованных известняков девона площадью 10 км^2, расположенного среди слабо трещиноватых вулканогенных толщ, выполнена групповая пробно-эксплуатационная откачка из двух рядом расположенных скважин с дебитом 2000 м^3/сутки продолжительностью 220 суток. Воды, приуроченные к трещинно-карстовому водоносному горизонту, безнапорные (рис. 1 - 3). Зона аэрации сложена проницаемыми породами, что создает благоприятные условия инфильтрации атмосферных осадков. Коэффициент фильтрации известняков - 20 м/сутки, их водоотдача - 0,02.

Откачка захватила конец зимней межени и период весеннего снеготаяния. В начале откачки расход ручья, формирующийся за счет родниковой разгрузки, составил 11,6 л/с (1000 м^3/сутки). После пуска откачки его расход постепенно уменьшался и к середине марта сток ручья исчез. К концу меженного периода понижение уровня в наблюдательной скважине, расположенной между опытными, составило 1,0 м. В конце марта – начале апреля проходило интенсивное снеготаяние с подъемом уровня подземных вод до

0,7 м, а в конце откачки наступил естественный спад уровня ПВ. Продолжительность паводка составила 20 суток.

Рис. 2. Схематический гидрогеологический разрез
по линии А - В

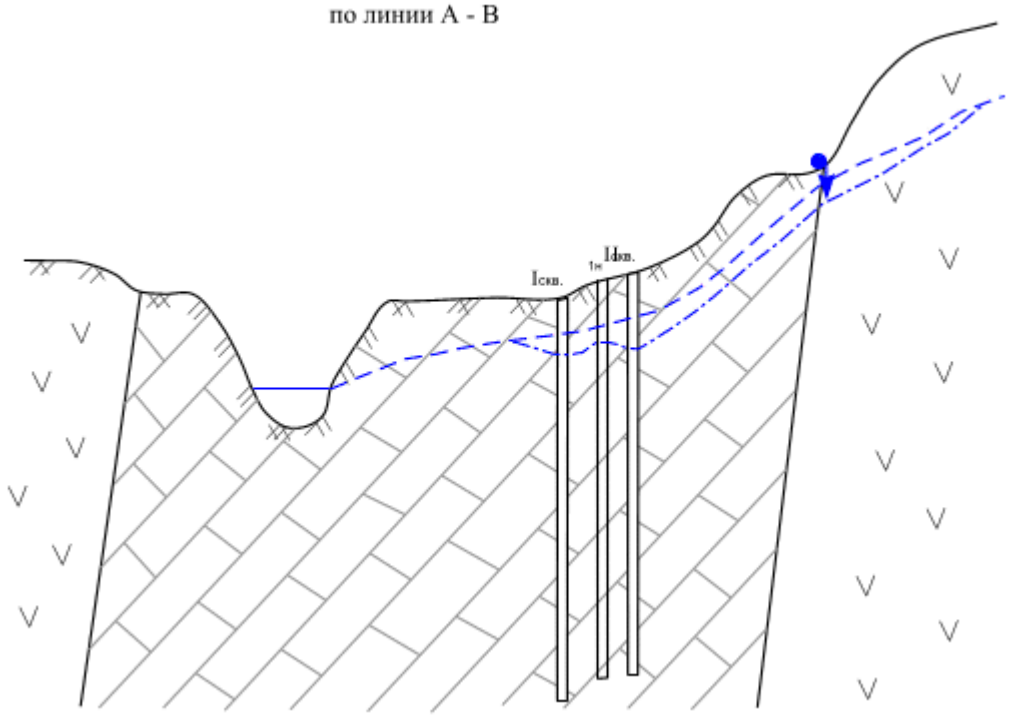


Рис. 3. График режимных наблюдений за уровнем подземных вод

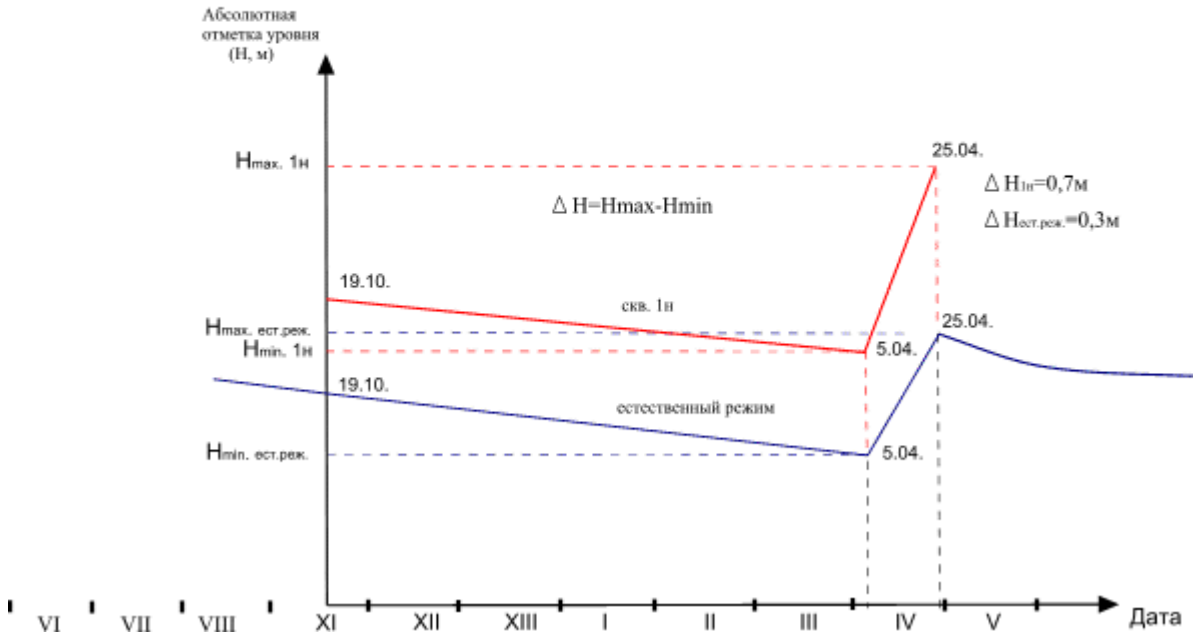


График временного прослеживания понижения уровня в наблюдательной скважине до начала паводка апроксимируется линейным законом в координатах $S-t$ с уклоном прямой 0,005.

По данным описания керна скважин и каротажных исследований в скважинах мощность безнапорного водоносного горизонта равна 80 м, а допустимое понижение – 40 м.

Оценить ЭЗПВ месторождения.

Решение. Если бы откачка была остановлена в меженный период, то прогноз эксплуатационного понижения при опытном расходе 2000 м^3/сутки на расчетный срок эксплуатации следовало бы выполнить по прямолинейному закону $S-t$ по зависимости (3.20): $S=1+0{,}005(10000-200)=50$ м.

Следует иметь в виду, что установленный темп снижения уровня определялся не суммарным расходом откачки, а только его частью, равной 1000 м^3/сутки, так как 1000 м^3/сутки обеспечивалось перехватом выклинивания ПВ в русло ручья.

Прослеженный подъем уровня в период весеннего снеготаяния дает возможность учесть восполнение запасов за счет весеннего снеготаяния путем введения поправки на подъем уровня к расчетному понижению. Эта поправка определяется величиной подъема уровня в центре водозабора (0,7 м) за вычетом естественного подъема уровня 0,3 м, фиксируемого в зоне естественного режима в аналогичных гидрогеологических условиях, т. е. $0{,}7-0{,}3=0{,}4$ м.

Таким образом, за счет увеличения питания по сравнению с естественными условиями (привлекаемых ресурсов) в течение 25 лет (25 циклов) величина снижения уровня ПВ уменьшиться на $0{,}4\cdot 25=10$ м, а общее прогнозное понижение уровня в центре водозабора составило $50-10=40$ м, что допустимо в рассматриваемых гидрогеологических условиях.

При прогнозе сделано допущение, что оцененная величина подъема 0,4 м одинакова в многолетнем разрезе. Фактически она зависит от количе-

ства осадков и количества воды в снеге к концу зимней межени, что может быть учтено введением соответствующего поправочного коэффициента на соотношение этих величин в период опыта и их многолетних значений. С другой стороны, интенсивность увеличения питания может возрастать при развитии депрессии на глубину, что, с определенной долей условности, позволяет считать эксплуатационные запасы месторождения обеспеченными.

2.4. Балансовые методы

Балансовые методы оценки ЭЗПВ основаны на определении различных источников их формирования и последующего суммирования. К ним относятся естественные ресурсы и запасы ПВ, привлекаемые ресурсы, искусственные запасы и ресурсы.

Между ЭЗПВ и отдельными источниками их формирования существует следующая общая зависимость:

$$Q_э = \alpha_1 Q_е + \alpha_2 \frac{V_е}{t} + \alpha_3 Q_и + \alpha_4 \frac{V_и}{t} + Q_{пр}, \qquad (2.21)$$

где $Q_э$ - ЭЗПВ; $Q_е$ и $Q_и$ - естественные и искусственные ресурсы; $V_е$ и $V_и$ - естественные и искусственные запасы; $Q_{пр}$ - привлекаемые ресурсы; t - расчетный период эксплуатации; α_1, α_2, α_3 и α_4 - коэффициенты использования отдельных видов запасов и ресурсов ПВ, обычно принимаются равными от нуля до единицы, в среднем 0,3 – 0,5.

Искусственные запасы и ресурсы ПВ в настоящее время имеют значение в ограниченных случаях. Поэтому основную роль в формировании ЭЗПВ играют три остальные члена правой части уравнения (2.21).

Сложность применения балансового метода заключается в практической невозможности по балансовому уравнению определить коэффициенты использования естественных запасов и ресурсов ПВ. Балансовый метод может дать лишь среднюю для рассматриваемого района величину уровня ПВ, а не величину понижения уровня в водозаборных скважинах. То есть балансо-

вые методы могут быть применены только для определенного балансового района. Поэтому на практике балансовые методы применяются либо на ранних стадиях гидрогеологических исследований для обоснования постановки поисковых или разведочных работ, либо используются для оценки верхнего предела ЭЗПВ, подсчет которых ведется другими методами.

Если область формирования ЭЗПВ меньше площади распространения водоносного горизонта, проведение границ балансового района связано с большими условностями. В этих случаях балансовый метод имеет вспомогательное значение. Однако и в этих случаях его целесообразно применять, особенно при математическом моделировании, для контроля общего баланса ЭЗПВ.

В случаях, когда контуры балансового района практически совпадают с границами распространения водоносного горизонта, балансовым методом можно определить обеспеченность ЭЗПВ. Такими условиями характеризуются артезианские бассейны горно-складчатых областей, конусы выноса, а для районов распространения трещиноватых и закарстованных пород – ограниченные структуры и небольшие водоносные бассейны, в пределах которых происходят питание и полная разгрузка ПВ. При этом в ограниченных структурах с большой водопроводимостью водовмещающих пород, где основным источником формирования ЭЗПВ являются естественные запасы, может быть рассчитано также понижение уровня в водозаборных скважинах по формуле

$$S = \frac{Q_э t}{\mu F}, \qquad (2.22)$$

где S - понижение уровня ПВ; $Q_э$ - ЭЗПВ; t - время работы водозабора (10 тыс. суток); μ - коэффициент водоотдачи; F - площадь ограниченной структуры.

Такая возможность появляется в связи с тем, что при большой водопроводимости водовмещающих пород формируются понижения уровня, мало изменяющиеся на всей площади ограниченной структуры. Так, по данным Б. В. Боревского [5], для структур радиусом в несколько километров с допу-

стимым понижением уровня в несколько десятков метров уже при отношении $Q:km$ менее 10 с точностью не менее 10 %, сопротивлением за счет величины водопроводимости можно пренебречь и считать понижение одинаковым по всей площади структуры.

Пример использования балансового метода. Оценить балансовые составляющие эксплуатационных запасов МПВ в ограниченной структуре распространения закарстованных известняков, рассмотренных в задаче предыдущего параграфа. Понижение уровня принять равным 40 м.

Решение. В рассмотренных ранее условиях коэффициент водопроводимости закарстованных известняков $km = 20 \cdot 80 = 1600$ м^2/сутки. То есть, отношение $Q/km = 2000 \div 1600 = 1{,}25$, т. е. меньше 10.

Составляющую эксплуатационных запасов, формирующуюся за счет обработки естественных запасов ПВ структуры оценим по формуле (2.22), записанной относительно $Q_{е.з.}$:

$$Q_{в.з.} = \frac{40 \cdot 0{,}02 \cdot 10^7}{10^4} = 800 \text{ м}^3\text{/сутки}.$$

Величина естественных ресурсов ПВ принимается равной расходу 1000 м^3/сутки, который в естественных условиях формировался за счет выклинивания ПВ в русло ручья, а в период откачки с дебитом 2000 м^3/сутки был полностью перехвачен.

Привлекаемые ресурсы, формирующиеся за счет увеличения питания ПВ во время снеготаяния в нарушенных гидрогеологических условиях ежегодно, могут быть оценены по следующему водному балансу:

- величина повышения уровня ПВ, по сравнению с естественными условиями, равнялась 0,4 м, т. е. в водоносный горизонт дополнительно поступило $0{,}02 \cdot 10^7 \cdot 0{,}4 = 8 \cdot 10^4$ м^3 воды;

- подъем уровня ПВ происходил в течение 20 суток. В этот период выполнялась пробно-эксплуатационная откачка с дебитом 2000 м^3/сутки, часть которой в количестве 1000 м^3/сутки обеспечивалась за счет естественных ресурсов ПВ, остальная часть дебита откачки (1000 м^3/сутки) также обеспечи-

валась за счет привлечения дополнительного питания, объем которого составил $1000 \times 20 = 2 \cdot 10^4$ м^3 воды;

- общая величина дополнительного питания за счет талых вод будет срабатываться в течение $365 - 20 = 345$ суток.

Составляющая эксплуатационных запасов месторождения, формирующаяся за счет привлекаемых ресурсов ПВ оценивается величиной

$$Q_{пр} = \frac{8 \cdot 10^4 + 2 \cdot 10^4}{345} = 290 \text{ м}^3/\text{сутки}.$$

Общая сумма составляющих ЭЗПВ рассмотренного месторождения равна $800 + 1000 = 2090$ м^3/сутки. То есть, величина эксплуатационных запасов месторождения в количестве 2000 м^3/сутки обеспечена.

2.5. Методы гидрогеологической аналогии

Применение методов гидрогеологической аналогии основано на перенесении тех или иных характеристик водоносных горизонтов и других факторов, определяющих условия работы водозабора, с более изученного объекта на менее изученный при наличии данных, позволяющих судить о сходстве двух рассматриваемых объектов в отношении переносимой характеристики.

Оценка ЭЗПВ методом аналогии заключается в переносе рассчитанного удельного водоотбора на единицу площади или длины с более изученного объекта на вновь оцениваемый, находящийся в идентичных геолого-гидрогеологических условиях. Такая аналогия является полной.

Пример использования метода гидрогеологической аналогии

По материалам многолетних наблюдений за режимом эксплуатации месторождения-аналога с рассмотренным месторождением в задачах пп. 2.3 и 2.4 установлено, что стабильный водоотбор 3,5 тыс. м^3/сутки обеспечивался даже в наиболее засушливые годы. Уровень ПВ динамично изменялся от кри-

тической глубины до естественного положения, что указывает на очень высокую изменчивость питания ПВ до полного восполнения их естественных запасов. Площадь ограниченной структуры закарстованных известняков на эксплуатируемом месторождении равна 16,2 км^2.

Оценить величину ЭЗПВ месторождения, рассмотренного в задачах пп. 2.3 и 2.4, методом аналогий.

Решение. Величина удельного водоотбора на эксплуатируемом месторождении, который называется эксплуатационным модулем, равна $3500 \div 16{,}2 = 216$ м^3/сутки с км^2 (или 2,5 л/с·км^2).

Эксплуатационные запасы месторождения, рассмотренного в предыдущих задачах, при площади ограниченной структуры закарстованных известняков 10 км^2, равна 2160 м^3/сутки, что близко к значениям запасов, оцененных гидравлическим (задача п. 23.3) - 2000 м^3/сутки и балансовым (задача п. 2.4) - 2090 м^3/сутки методами.

В рассмотренном случае более надежные результаты дает метод аналогии, поскольку он учитывает многолетнюю эксплуатацию водозабора, а опытно-эксплуатационная откачка выполнялась в какой-то случайный по водности год, в конкретном случае, по-видимому, несколько менее водный, чем средний.

Гидрогеологическую аналогию можно использовать также при оценке запасов другими методами. При этом с более изученного МПВ на вновь оцениваемое переносятся только отдельные факторы (параметры, граничные условия и т. д.), которые нельзя достаточно надежно определить в процессе разведки, или это экономически нецелесообразно. Остальные исходные данные для расчета получают по результатам разведки (**частичная** аналогия).

Методы гидрогеологической аналогии имеют некоторое сходство с гидравлическими методами, так как в них влияние различных факторов на режим работы водозаборов оценивается интегрально.

Применение аналогии при гидрогеологических прогнозах включает следующие основные вопросы: 1) выбор водозабора-аналога, по которому

имеются данные многолетней эксплуатации; 2) обоснование степени и характера аналогии изучаемого участка с эксплуатируемым; 3) разработка методики гидрогеологических расчетов с учетом опыта эксплуатации объекта-аналога.

При решении последнего вопроса должны быть выделены факторы, которые не могут быть оценены по аналогии. Аналогия обычно обосновывается в результате изучения геоморфологических, геолого-тектонических особенностей района и объекта исследований в целом, а также анализа закономерностей формирования режима работы водозаборов. Чтобы получить данные для обоснования аналогии и значения конкретных параметров, отличающих изучаемый объект от аналога, на изучаемом объекте проводятся специальные гидрогеологические исследования.

Прогнозы необходимо выполнять с учетом различия двух объектов по фильтрационным параметрам, мощности горизонтов, допустимым понижениям уровня подземных вод и др.

Главным для применения метода аналогии является сходство двух объектов не по абсолютным значениям параметров, а по закономерностям их изменения по площади и в разрезе, а также граничным условиям. Естественно, что применение его возможно только при наличии водозабора-аналога. Использование метода аналогии допустимо только при однотипности основных источников формирования ЭЗПВ и граничных условий. При этом параметры, определяющие условия эксплуатации (мощности, напоры, водопроводимость), могут различаться.

При окончательной оценке ЭЗПВ по аналогии целесообразно принимать только те данные, которые не могут быть надежно установлены в процессе разведочных работ. Остальные данные должны быть определены при их проведении.

Задание

1) перечислите ограничения для применения гидравлических методов оценки ЭЗПВ;

2) в каких гидрогеологических условиях целесообразно выполнять оценку ЭЗПВ балансовым методом;

3) какие основные условия необходимы для применения методов гидрогеологической аналогии при оценке ЭЗПВ;

4) оцените величину ЭЗПВ (условия задачи п. 2.3) в случаях:

Вариант	1	2	3	4	5
Условный коэффициент, C_i	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006

Тема 3. ТРЕБОВАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПРАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

По степени изученности ЭЗПВ подразделяются на разведанные – категории А и В, а также C_1 на месторождениях с очень сложными гидрогеологическими условиями, и оцененные – категории C_1 и C_2. Требования к изученности условий формирования ЭЗПВ различных категорий следующие:

1. Мощность, строение и условия залегания водоносных горизонтов, положение уровней ПВ, литологический состав и характер изменения фильтрационных свойств водовмещающих пород по площади и разрезу, условия питания и характер взаимосвязи оцениваемых водоносных горизонтов с другими горизонтами и поверхностными водами для обоснования запасов категории А должны быть изучены с детальностью, достаточной для достоверной количественной оценки источников формирования ЭЗПВ и обоснования граничных условий, принимаемых для подсчета запасов; В – с детальностью,

позволяющей дать общую количественную оценку источникам формирования ЭЗПВ, а также установить характер граничных условий при подсчете запасов; C_1 – в степени, позволяющей приближенно определить граничные условия, принимаемые при подсчете запасов; C_2 – в общих чертах по данным, полученным в единичных разведочных выработках либо по аналогии с более изученными участками того же или подобного МПВ.

2. Расчетные гидрогеологические параметры для обоснования запасов категорий А и В должны определяться по данным опыта эксплуатации ПВ на оцениваемом месторождении или по данным опытных откачек (выпусков); C_1 – по данным опытных и пробных откачек (выпусков); C_2 – по данным пробных откачек или по аналогии с более изученными участками того же или по аналогии с более изученными участками того же или подобного МПВ.

3. Изменчивость гидрогеологических параметров в плане и разрезе: для обоснования запасов категории А – дана оценка; В – установлены основные закономерности; C_1 – приближенно выявлены основные закономерности; C_2 – выявлены в общих чертах.

4. Качество подземных вод в соответствии с требованиями целевого использования в народном хозяйстве для обоснования запасов категории А и В должно быть изучено по всем показателям; C_1 – изучено в степени, обосновывающей возможность целевого использования вод в течение расчетного срока; C_2 – изучено по единичным пробам и отвечает требованиям целевого использования.

5. Изменение качества подземных вод при эксплуатации: для обоснования запасов категорий А и В должно быть доказано, что в течение расчетного срока водопотребления качество вод будет постоянным или будет изменяться в допустимых пределах; C_1 – изучено в степени, обосновывающей возможность использования вод в течение расчетного срока; C_2 – изучено по единичным пробам и отвечает требованиям целевого использования.

6. Технологические свойства промышленных и теплоэнергетических вод для комплексного извлечения из них компонентов, имеющих промыш-

ленное значение, для обоснования запасов категории А должны быть изучены с детальностью, обеспечивающей получение данных для проектирования; В – изучены в степени, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы; C_1 – охарактеризованы в степени, достаточной для обоснования промышленной ценности разведанных запасов; C_2 – оценены по аналогии с известными в районе МПВ, исходя из химических анализов единичных проб воды данного месторождения.

7. Критерии, принимаемые за основу подсчета ЭЗПВ при обосновании запасов категории А – по фактическим и расчетным дебитам эксплуатационных выработок и опробованных опытных опытными откачками (выпусками) разведочных выработок, дебитами родников, а в простых гидрогеологических условиях – дополнительно по расчетным дебитам проектных выработок в пределах обоснованной экстраполяции значений этих дебитов по площади; C_1 – по ограниченному объему фактических данных опробования разведочных выработок, использованных для расчета производительности водозабора, а в простых гидрогеологических условиях – по расчетным дебитам проектных выработок, определенным на основании аналогии с примыкающими детально разведанным или разрабатываемыми участками месторождения либо по экстраполяции данных, обосновывающих запасы более высоких категорий; C_2 – по расчетной производительности водозаборов на основании данных опробования единичных разведочных выработок; гидрогеологической аналогии или экстраполяции данных, обосновывающих запасы более высоких категорий.

По сложности гидрогеологических условий для целей поисков и разведки МПВ подразделяют на четыре группы:

1-я группа. Месторождения (участки) с простыми гидрогеологическими, гидрохимическими и геотермическими условиями, со спокойным залеганием водоносных горизонтов, выдержанных по мощности и по строению и однородных по фильтрационным свойствам водовмещающих пород.

2-я группа. Месторождения (участки) со сложными гидрогеологическими условиями вследствие невыдержанности мощности и строения водоносных горизонтов и неоднородности фильтрационных свойств водовмещающих пород либо со сложными геотермическими условиями.

3-я группа. Месторождения (участки) с очень сложными гидрогеологическими условиями вследствие высокой изменчивости мощности и строения водоносных горизонтов и фильтрационных свойств водовмещающих пород или ограниченного (очагового) распространения водоносных горизонтов, а также месторождения (участки) с весьма сложными гидрохимическими или геотермическими условиями. К этой же группе относятся месторождения (участки) питьевых и технических вод, эффективность разработки которых возможна при искусственном подпитывании водозаборов или применении сложных систем водозаборов (горизонтальных и лучевых), что требует осуществления при разведке строительства разведочно-эксплуатационного водозабора.

4-я группа. Месторождения (участки недр) с исключительно сложными геологическим строением, гидрогеологическими, газогидрохимическими и горно-геологическими условиями. Характеризуются резкой изменчивостью распространения в плане и разрезе коллекторов трещиноватых зон в породах различного генезиса. Источники формирования запасов не могут быть определены достоверно. Количественные прогнозы расходов, уровней, качества, температуры могут быть выполнены по данным длительных выпусков (откачек) или опытно-промышленной эксплуатации. Подобные условия характерны для месторождений минеральных подземных вод.

Показатели неоднородности водоносных горизонтов по фильтрационным характеристикам являются: изменчивость удельного дебита одинаково оборудованных одиночных скважин, или значений коэффициента водопроводимости, рассчитанных по результатам откачек из этих скважин.

В качестве количественной величины такого показателя для разделения месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп сложности принято среднеквадратичное

отклонение логарифмов удельного дебита (водопроводимости) одиночных скважин $\sigma_{ед}$ или коэффициент вариации этих показателей W, %. К однородным относятся водоносные горизонты с $\sigma_{ед} < 0{,}2$ и $W < 40\%$, к неоднородным – с $\sigma_{ед}$ от 0,2 до 0,4 и W от 40 до 60 %, к весьма однородным – с $\sigma_{ед} > 0{,}4$ и $W > 80\%$.

Задание: Обосновать группу сложности МПВ при следующих заданных условиях:

Вариант	Тип месторождения	Изменчивость фильтрационных свойств	Гидрохимические условия
1	В речной долине	Высокая	Простые
2	В артезианском бассейне	Низкая	Весьма сложные
3	В ограниченной структуре трещинно-карстовых пород (не связанной с транзитной рекой)	Весьма высокая	Простые
4	В конусе выноса	Высокая	Сложные
5	В межморенных водно-ледниковых отложениях	Высокая	Простые

Исходя из оптимизации затрат средств и времени, требуемых на производство разведочных гидрогеологических работ, разведанные месторождения считаются подготовленными для промышленного освоения при достижении их изученности для объектов 1-й и 2-й групп сложности категории запасов В, для 3-й – категории C_1, а для месторождений 4-й группы – категории C_2.

Во всех остальных случаях, когда степень изученности месторождений ниже месторождения признаются оцененными, требующими разведки, и не могут быть вовлечены в эксплуатацию.

Тема 4. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Согласно требованиям «Классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод…» (раздел II), материалы подсчета запасов должны включать в себя оценку влияния отбора подземных вод на окружающую среду на весь расчетный срок водопотребления /3/. Поэтому в процессе гидрогеологических исследований должна быть получена исходная гидрогеологическая и инженерно-геологическая информация для обоснованной оценки и прогнозирования изменений гидрогеологических условий, которые могут оказывать влияние (позитивное или негативное) на различные компоненты окружающей среды.

Основными последствиями эксплуатации, возникающими под влиянием водоотбора и связанного с ним уровня в продуктивном водоносном горизонте, являются:

1. Снижение уровней грунтовых вод и связанные с ним негативные явления:

- угнетение растительности, осушение болот, изменение влажности в зоне аэрации и влагоотбора в почвогрунтах;
- осушение колодцев и родников;

и позитивные явления:

- усиление питания ПВ за счет сокращения испарения;
- улучшение мелиоративного состояния земель (мелиоративный эффект).

2. Уменьшение и даже периодическое прекращение поверхностного стока рек за счет сокращения естественной разгрузки, а также изъятия части транзитного стока. При этом наблюдается сокращение живого сечения реки (глубины и ширины), а для береговых водозаборов у водохранилищ и озер – снижение уровня воды в них.

3. Оседание земной поверхности под влиянием депрессионного уплотнения и вторичной консолидации слабо уплотненных горных пород.

4. Развитие карстово-суффозионных процессов.

В связи с необходимостью прогноза последствий эксплуатации подземных вод на окружающую среду при расчете водозаборных сооружений в расчетных схемах должны учитываться все источники формирования эксплуатационных запасов и другие факторы, определяющие режим работы водозаборов (расчетный водоотбор, понижение уровня и характер его изменения во времени), независимо от степени достоверности из изученности. Различная степень детальности и достоверности факторов и источников формирования запасов должна учитываться только при их категоризации.

Поскольку в большинстве случаев масштабы возмущений при опытных работах в процессе разведки и эксплуатации несоизмеримы как по масштабу, так и по времени, на первое место для решения природоохранных задач выдвигаются методы аналогии с действующими водозаборами. В процессе гидрогеологических исследований особое место следует уделять обоснованию аналогии тех факторов, изменение которых может стать определяющим с точки зрения последующего влияния на окружающую среду. К таким факторам относятся:

- условия взаимосвязи ПВ продуктивного горизонта с грунтовыми и поверхностными водами;

- физико-механические свойства водоносных и слабопроницаемых пластов в многопластовых системах (особенно молодых слабоуплотненных толщ);

- состав водовмещающих пород (рыхлообломочные или трещинно-карстовые).

Для прогнозирования снижений уровня грунтовых вод должны быть детально изучены морфология поверхности зеркала грунтовых вод, глубина залегания уровня от поверхности земли, режим при различных глубинах залегания; состав, строение и параметры подстилающего грунтовый горизонт

слабопроницаемого слоя, в том числе выявлены и оконтурены литологические окна; соотношение уровней грунтового и первого напорного горизонта и т. п. В ответственных случаях следует проводить специальные мощные откачки. При этом должны имитироваться условия эксплуатации.

Для прогноза изменений поверхностного стока исследования должны ориентироваться не только на изучение параметров взаимосвязи подземных и поверхностных вод в характерных условиях, но и факторов, определяющих их временные изменения (эксплуатационную кольматацию). В этой связи изучается мутность воды, характер руслообразующей деятельности, состав и строение донных отложений и т. п.

Прогнозы оседания земной поверхности основаны на оценках возможного уплотнения горных пород, прежде всего глинистых, при снятии напора. Они могут базироваться на изучении комплекса физико-механических свойств горных пород, а также непосредственных наблюдений за проседанием поверхности высокоточными геодезическими измерениями.

Изучение карстово-суффозионных процессов требует дополнительного изучения при откачках выноса твердого и карбонатного стока, детального изучения морфологии подземного карста. По полученным данным в их сопоставлении с водозаборами-аналогами можно оценить возможность и интенсивность развития суффозионно-карстового процесса.

При отсутствии водозаборов - аналогов перспективным является создание в типовых условиях специальных опытных полигонов и проведение на них комплекса гидрогеологических исследований, направленных на изучение параметров и процессов, определяющих возможные изменения гидрогеологических условий под влиянием эксплуатации.

Задание

1) назвать возможные негативные последствия эксплуатации МПВ, перечисленных в задании по теме 3 (по вариантам);

2) какие дополнительные работы потребуются при разведке МПВ этих типов для прогноза негативных последствий эксплуатации ПВ?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

А. **Основная**

1. Боревский Б. В., Дробноход Н. И., Язвин Л. С. Оценка запасов подземных вод. – Киев: Высшая школа. Главное изд-во, 1989. – 407 с.

2. Елохина С. Н., Новиков В. П. Поиски и разведка подземных вод: учебное пособие. 2-е издание дополненное и переработанное / под ред. О.Н. Грязнова. Екатеринбург: Изд-во. УГГУ, 2010 - 268 с.

3. Классификация запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод: Утверждена Приказом МПР России от 30.07.2007 N 195.

4. Оценка эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами: метод. рек. М.: ГИДЭК, 2002. - 60 с.

Б. **Дополнительная**

5. Антонов В. В. Практикум по оценке эксплуатационных запасов подземных вод. – Л.: ЛГИ, 1985. – 71 с.

6. Бондаренко С. С., Боревский Л. В., Ефремочкин Н. В. Изыскания и оценка запасов промышленных вод. – М.: Недра, 1981. – 244 с.

7. Боревский Б. В., Хордикайкен М. А., Язвин Л. С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. – М.: Недра, 1976. – 247 с.

8. Бочевер Ф. М. Расчеты эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1968. – 325 с.

9. Вартанян Г. С., Яроцкий Л. А. Поиски, разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений минеральных вод. – М.: Недра, 1972. – 128 с.

10. Плотников Н. И. Поиски и разведка пресных подземных вод: учеб. пос. для студ. вузов, обучающихся по спец. «Гидрогеология и инженерная геология». М.: Недра, 1985. - 366 с.

Учебное издание

Светлана Николаевна Елохина
Виталий Прокофьевич Новиков

ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Методические указания

по выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки (специальности) 130101.65 – «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Часть. I. Методический раздел

Корректура кафедры
Компьютерная верстка *Елохиной С.Н., Бобровой О.М.*

Подписано в печать ____ ___ 2013 г.
Бумага писчая. Формат 60 x 84 1/16
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. ___ Уч.-изд. л. _____. Тираж 100 экз. Заказ № ___

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники УГГУ

МИОБРНАУКИ РФ
Уральская государственная горно-геологическая академия

Л. П. Парфенова, И. А. Антонова

ОБЩАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие по лабораторным занятиям по дисциплине «Общая гидрогеология» для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология» специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания (ГИГ)»

Екатеринбург
2017

Содержание

Введение 3

1. Основы гидрогеологической стратификации 4

2. Изучение режима подземных вод 11

3. Водные свойства горных пород 14

3.1. Определение влагоемкости, капиллярных свойств и водоотдачи песчаных пород 14

3.1.1. Определение максимальной молекулярной и капиллярной влагоемкости песков методом высоких колонн 16

3.1.2. Определение полной влагоемкости песков 18

3.1.3. Определение капиллярных свойств пород 18

3.2. Определение коэффициента фильтрации глинистых и песчаных горных пород 19

3.2.1. Водопроницаемость горных пород 19

3.2.2. Определение коэффициента фильтрации песчаных грунтов 21

3.2.3. Определение коэффициента фильтрации глинистых пород 24

4. Химический состав подземных вод 28

4.1. Обработка результатов химического анализа подземных вод 29

4.2. Графическое изображение результатов химических анализов 32

4.3. Оценка качества питьевых вод 37

4.4. Определение агрессивности природных вод 41

4.5. Обобщенные показатели качества подземных вод 46

4.5.1. Цветность 46

4.5.2. Прозрачность 47

4.5.3. Плотность 48

4.5.4. Водородный показатель 50

4.5.5. Окислительно-восстановительный потенциал 54

5. Построение и анализ карт гидроизогипс 59

6. Построение и анализ карт гидроизопьез 65

7. Построение и анализ гидрогеологических разрезов 68

Список литературы 77

Введение

В курсе «Общая гидрогеология» (СД.04), в соответствии с Госстандартом (650100 «Прикладная геология» для специальности 21.05.02 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания) предусмотрено 150 часов учебной нагрузки, из них 34 часа практических и лабораторных работ. Для методического обеспечения этой части курса составлено данное Методическое руководство. В его состав включено 7 тем.

В теме №1 изложены основы гидрогеологической стратификации с учетом требований к построению гидрогеологических карт и разрезов.

Тема №2 посвящена характеристике режима подземных вод и режимообразующих факторов, а также варианты использования данных режимных наблюдений для решения практических задач.

Тема №3 включает в себя описание лабораторных методов определения основных водных свойств горных пород: полная, максимальная молекулярная и капиллярная влагоемкости, максимальная высота капиллярного поднятия, гравитационная водоотдача, коэффициент фильтрации.

Тема №4 посвящена обработке результатов химического состава подземных вод различными способами и дальнейшей оценке пригодности вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения и строительства.

Темы № 5, 6, 7 ставят своей задачей объяснить студентам основные приемы построения специальных гидрогеологических карт – гидроизогипс и гидроизопъез, а также гидрогеологических разрезов к ним. Для анализа построенных карт предложен перечень вопросов, отвечая на которые студенты могут закрепить полученные практические навыки и сопоставить их с теоретическими знаниями, полученными на лекциях.

1. Основы гидрогеологической стратификации

Гидрогеологическая стратификация – это расчленение геологического разреза на элементы, существенно отличающиеся в гидрогеологическом отношении.

По Г. Н. Каменскому «гидрогеологический элемент – это некоторый объем геологической среды, выделенный на основе гидрогеологических признаков и не подвергающийся дельнейшему членению».

Главный принцип гидрогеологической стратификации основан на учете стратиграфических и гидрогеологических признаков системы «вода-порода». При этом основное расчленение геологического разреза выполняется с учетом геолого-структурных особенностей территории, а литолого-фациальный анализ рассматривается как база для определения исходных гидрогеологических свойств. По этим признакам в разрезе выделяют водонасыщенные и неводонасыщенные, водопроницаемые и водонепроницаемые слои и пласты и пр.

Гидрогеологический слой (тело) – это одновозрастные породы, характеризующиеся выдержанностью по мощности и распространению, и обладающие относительно одинаковыми фильтрационными и емкостными свойствами. Выделяют следующие типы слоев: водоносный, водоупорный, относительно водоупорный, неводонасыщенный проницаемый, слабопроницаемый, непроницаемый.

Водоносный горизонт (зона) – проницаемое гидрогеологическое тело, постоянно содержащее подземные воды и отличающееся преимущественно однородным составом пород, характером питания, транзита и разгрузки подземных вод. Водоносная зона отличается от водоносного горизонта пространственной локализацией повышенной трещиноватости (тектонической или экзогенной) и проницаемости пород.

Относительно водоносный горизонт (зона) – слабопроницаемое гидрогеологическое тело, содержащее подземные воды.

Относительно водоупорный горизонт (зона) – весьма слабопроницаемое гидрогеологическое тело, содержащее подземные воды преимущественно в связанном виде и характеризующееся замедленной, вертикальной фильтрацией при возникновении градиента напора между смежными водоносными подразделениями.

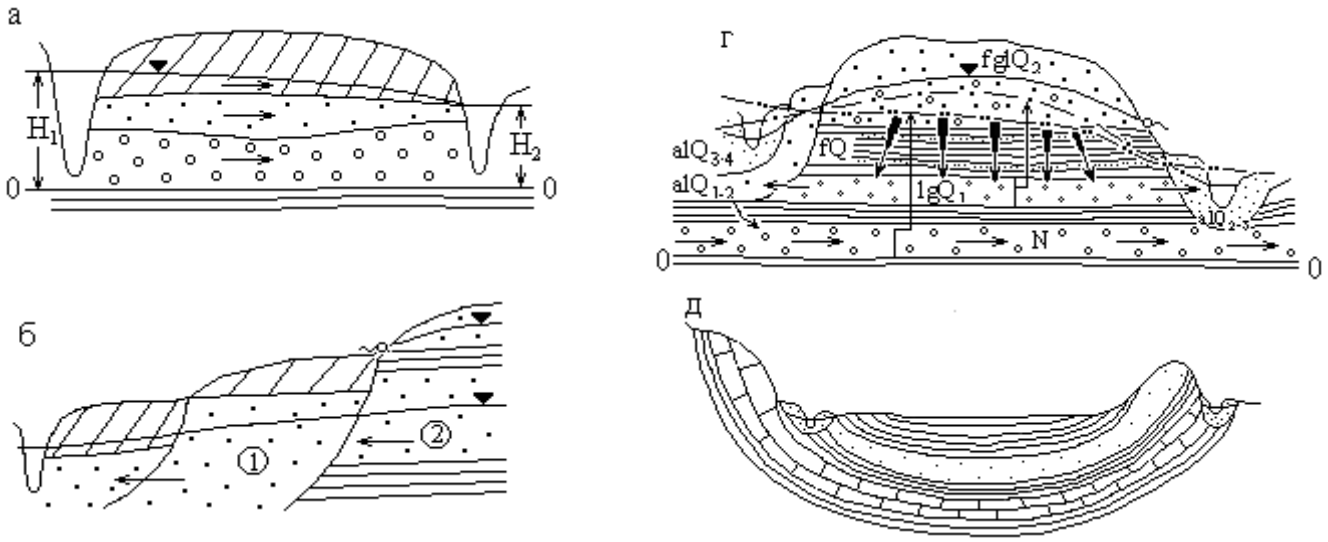
Водоупорный горизонт (зона) – практически водонепроницаемое гидрогеологическое тело.

Водоносный (относительно водоносный) комплекс – гидрогеологическое тело, состоящее из нескольких гидравлически взаимосвязанных водоносных (относительно водоносных) горизонтов или зон и разделяющих их локально или относительно водоупорных горизонтов (зон).

Водоносный этаж - система водоносных горизонтов (зон) и комплексов, характеризующаяся общими условиями водообмена и формирования подземных вод. Водоносный этаж подстилается входящим в его состав региональным водоупорным горизонтом, повсеместно развитым в границах гидрогеологической структуры.

Гидрогеологический бассейн – совокупность нескольких водоносных, водоупорных и относительно водоупорных горизонтов и (или) комплексов, характеризующихся в целом, общностью геологического развития и формирования гидродинамических, гидрохимических и гидрогеотермических процессов.

Гидрогеологическая система – совокупность нескольких гидрогеологических бассейнов, характеризующихся в целом общностью формирования ресурсов подземных вод.



Типы исходных элементов гидрогеологической стратификации (ИЭГГС) с геологической средой, представленной осадочными породами: а) водоносный горизонт неоднородного строения с грунтовыми водами; б) водоносные горизонты ①, ② с межпластовыми грунтовыми водами; в) водоносный комплекс с грунтовыми ① и напорными ② водами в четвертичных отложениях; г) междуречный бассейн с межпластовыми напорными водами в неогеновых, четвертичных отложениях и грунтовыми водами в аллювиальных и флювиогляциальных отложениях; д) артезианский бассейн с напорными водами.

Рис. 1.1. Элементы гидрогеологической стратификации

Выделение гидрогеологических элементов по условиям залегания.

Факторы, определяющие условия залегания подземных вод:

- Геологические (структурно-тектонические, литолого-фациальные и генетические типы отложений);
- Геоморфологические (тип, форма рельефа, характер и степень его эрозионной расчлененности, влияющие на условия питания и разгрузки подземных вод);
- Физико-географические или ландшафтные (определяют характер связи подземных вод с атмосферой, реками и т. п., величину питания и режим подземных вод, их запасы и ресурсы, качество).

По условиям залегания выделяют два вида подземных вод: грунтовые (безнапорные ①) и артезианские (напорные②), рис. 1.2.

По степени и характеру водонасыщенности выделены в разрезе 3 зоны: А – неполного (аэрации); Б – полного насыщения капельножидкой водой пор и трещин водовмещающих пород; и В – диссипации (где вода может находиться в диссоциированном состоянии). Для каждой зоны характерны преобладающие виды подземных вод по условиям нахождения и движения в горных породах. В зоне А – инфильтрационная и физически связанная вода, основная форма ее движения – инфильтрация (или влагоперенос). В зоне Б – свободная гравитационная вода, основная форма движения – фильтрация (или миграция подземных вод); в зоне В – физически- и химически связанная вода.

В таблице 1.1 приведена систематизация основных факторов, при анализе которых выделяются гидрогеологические системы по условиям залегания, а в таблице 1.2 приведены основные виды гидрогеологических систем с грунтовыми и напорными водами.

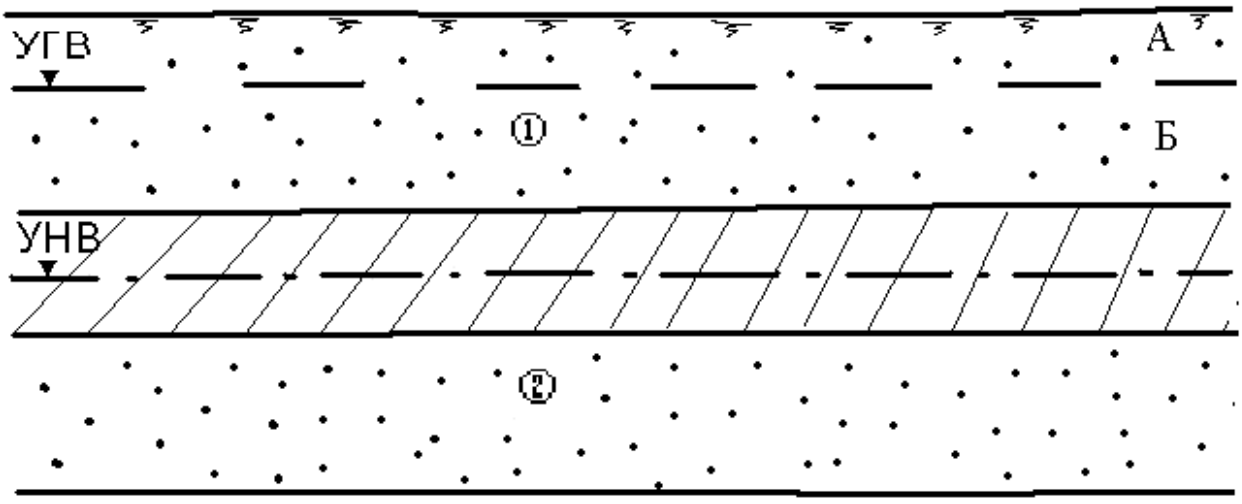


Рис. 1.2. Виды подземных вод по условиям залегания

Таблица 1.1

Факторы, определяющие выделение гидрогеологических систем в гидролитосфере по условиям залегания

Зона	Вид подземный воды	Признак				
		гидрогеологический	структурный	морфологический	литолого-генетический	гидротермодинамический
Аэрации	Инфильтрационная, физически связанная	Локальные зоны, потоки	-	-	-	Влагоперенос
Насыщения	Грунтовая (гравитационная)	Бассейны, потоки	Платформы, геосинклинали Впадины, прогибы, щиты, синклинали, антиклинали, разрывные структуры и др.	Речные долины, междуречья, конусы выноса, предгорные равнины, мелкосопочник, озы, камы	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы Недислоцированные, дислоцированные Терригенные, карбонатные Аллювий, пролювий, делювия	Фильтрация Миграция а) конвекция, б) гидродисперсия, в) диффузия, г) сорбция, д) растворение и др.
	Напорная (гравитационная)	Бассейны, склоны, потоки	Платформы, геосинклинали Впадины, прогибы, щиты, синклинали, антиклинали, разрывные структуры и др.	Виды складчатых структур Виды разрывных нарушений	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы Недислоцированные, дислоцированные Терригенные, карбонатные Аллювий, пролювий, делювия	Фильтрация Миграция а) конвекция, б) гидродисперсия, в) диффузия, г) сорбция, д) растворение и др.
	Глубинная (физически и химически связанная, свободная)	Потоки	Крупные разломы линеаменты и др.	-	Осадочные породы, метаморфические и изверженные породы	Миграция
Диссипации	мономолекулярная	- » -	Системы глобальных разломов	-	-	

Таблица 1.2

Систематизация гидрогеологических систем по условиям залегания

<table>
<tr><td>Зоны гидролитосферы</td><td>Виды подземных вод</td><td colspan="7">Виды гидрогеологических систем по условиям залегания</td></tr>
<tr><td>Неполного насыщения</td><td>Инфильтрационная, капиллярная и гравитационная</td><td colspan="7">Инфильтрующаяся вода (локальные потоки)
Зона с капиллярно-подвешенной водой
Верховодка (локальный бассейн)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Полного насыщения</td><td rowspan="2">Грунтовые (гравитационные)</td><td colspan="5">А. Грунтовые потоки и бассейны вне криолитозоны и молодой вулканической деятельности</td><td>Б. Грунтовые бассейны и потоки криолитозоны</td><td>В. грунтовые бассейны и потоки зон молодой вулканической деятельности</td></tr>
<tr><td>I. Потоки речных долин:
1) потоки в аллювии равнинных рек;
2) подрусловые потоки;
3) потоки в погребенных долинах</td><td>II. Бассейны и потоки междуречных пространств:
1) в осадочных отложениях, недисло-цированных;
2) то же, дислоцированных;
3) в изверженных и метаморфических породах;
4) то же, с зонами разломов;
5) в вулканических лавах.</td><td>III. Потоки конусов выноса, предгорных равнин:
1) поток грунтовых вод головной части конуса выноса;
2) поток грунтово-напорных вод слоистых толщ.</td><td>IV. Бассейны синклинальных структур:
1) горных сооружений;
2) мелко-сопочника.</td><td>V. Бассейны и потоки с линзами пресных вод:
1) под-песчаными;
2) под-такырными;
3) при-канальными, приречными.</td><td>С наличием зон высокотемпературных полей, гейзеров, фумарол и др. в отложениях речных долин, междуречных пространств синклинальных структур, горных сооружений</td><td>С наличием зон многолетних мерзлых пород в отложениях речных долин, междуречных пространств, синклинальных структур горных сооружений</td></tr>
</table>

Продолжение таблицы 1.2.

Зоны гидролитосферы	Виды подземных вод	Виды гидрогеологических систем по условиям залегания						
	Напорные (гравитационные)	I. Артезианские бассейны: 1) платформ; 2) меж-горных впадин, краевых прогибов; 3) наложенные бассейны; 4) бассейны горных сооружений в осадочных отложениях, лагунах, вулканогенах	II. Артезианские склоны: 1) моноклиналей; 2) асимметричных структур; 3) выклинивания.	III. Субартезианские бассейны: 1) в осадочных отложениях на щитах; 2) в осадочных породах на платформах; 3) в дислоцированных породах горных сооружений.	IV. Бассейны междуречных пространств с межпластовыми напорными водами: 1) в четвертичных ледниковых отложениях; 2) в горизонтально залегающих четвертичных и более древнего возраста осадочных отложениях.	V. Потоки напорных вод крупных разломов: 1) вне криолитозоны и молодой вулканической деятельности; 2) в криолитозоне; 3) в зоне молодой вулканической деятельности.		
Диссипации	Глубинные (химически и физически связанные, гравитационные)	Сосредоточенные потоки напорных вод систем глобальных нарушений						

2. Изучение режима подземных вод

Режим подземных вод – процесс изменения во времени основных показателей подземных вод под влиянием различных факторов в данной естественноисторической обстановке.

Основными характеристиками режима называют числовые значения, характеризующие главные морфологические особенности хронологических графиков изменения показателей режима. Хронологическими называют графики изменения уровня, расхода, минерализации, температуры подземных вод во времени. К основным характерным параметрам режима относят (рис. 2.1): амплитуде А и период Т колебаний, экстремальные точки (минимумы, максимумы), средние, минимальные, максимальные и другие значения уровня, расхода, минерализации и т. п. С помощью этих характеристик можно более компактно в числовом виде представить хронологические графики показателей режима и тем самым уменьшить объем исходной информации.

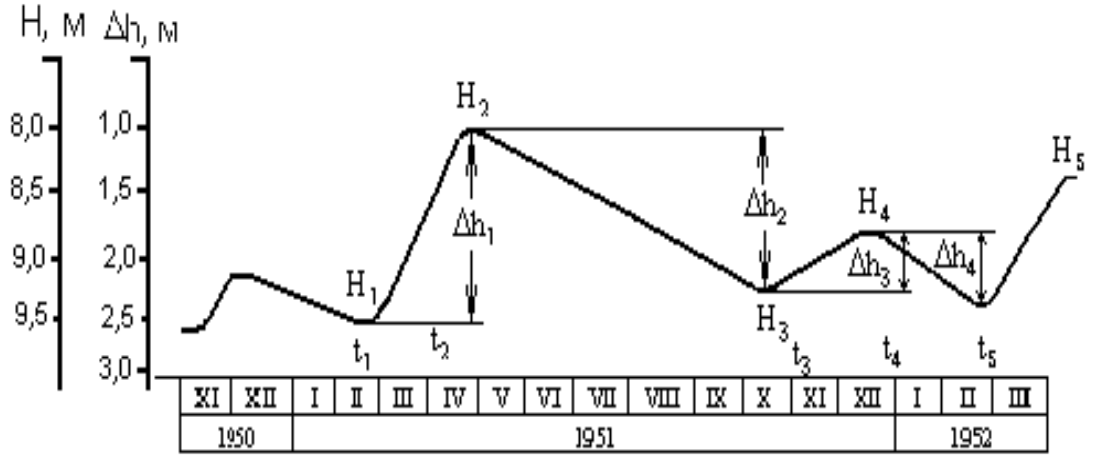


Рис. 2.1. Основные показатели сезонного изменения уровня подземных вод (по М. А. Шинкаревскому)

Определяют минимальные и максимальные значения суточных, декадных, месячных, весенних, летних, зимних, годовых, многолетних амплитуд, подъемов, спадов (для уровней), температур, минерализации воды и других показателей режима. За эти интервалы времени вычисляют средние значения показателей:

$$П_{ñð} = \frac{\sum_{1}^{n} П_i}{n},$$

где $П._i$ – значение показателя; n – число имеющихся показателей за рассматриваемый интервал времени.

К экстремальным точкам графиков относят максимум и минимум уровня, температуры, минерализации и соответственно дату его наступления (см. рис. 2.1). Амплитуды характеризуют разность между максимальным $П_{max}$ и минимальным $П._{min}$ значениям каждого из этих показателей за выделенный период времени

$$A = П_{max} - П._{min}$$

При нарушенном режиме вычисляют характерные показатели от действия техногенных факторов, например, амплитуду многолетнего подъема уровня воды под влиянием орошения или амплитуду снижения уровня воды под влиянием откачки и т. п.

Период колебаний T характеризует интервал времени между двумя значениями какого-либо показателя режима

$$T = t_2 - t_1$$

Чаще всего это интервал между временем наступления максимального и минимального значений показателя.

Задача. В предгорной части долины реки в толще аллювиальных песчано-глинистых отложений оборудованы створ наблюдательных скважин и гидрометрический пост на реке (рис.2.2). Провести первичную обработку

наблюдений, пользуясь фактическими данными (таблица 2.1). Для этого выполнить следующее:

1) построить хронологические графики колебаний уровня воды в реке и скважинах; предварительно вычислить отметки уровня воды, зная, что отметки устьев скважины равны: скв.1 – 211,7 м, скв.2 – 211,65 м, скв 3. – 211,63 м, отметка “0” на гидропосте равна 209,5 м;
2) по графикам определить основные параметры режима подземных вод;
3) установить наличие и характер связи с рекой, для этого нанести на геологический разрез (рис. 2.2) положение уровня грунтовых вод на минимальные и максимальные даты.

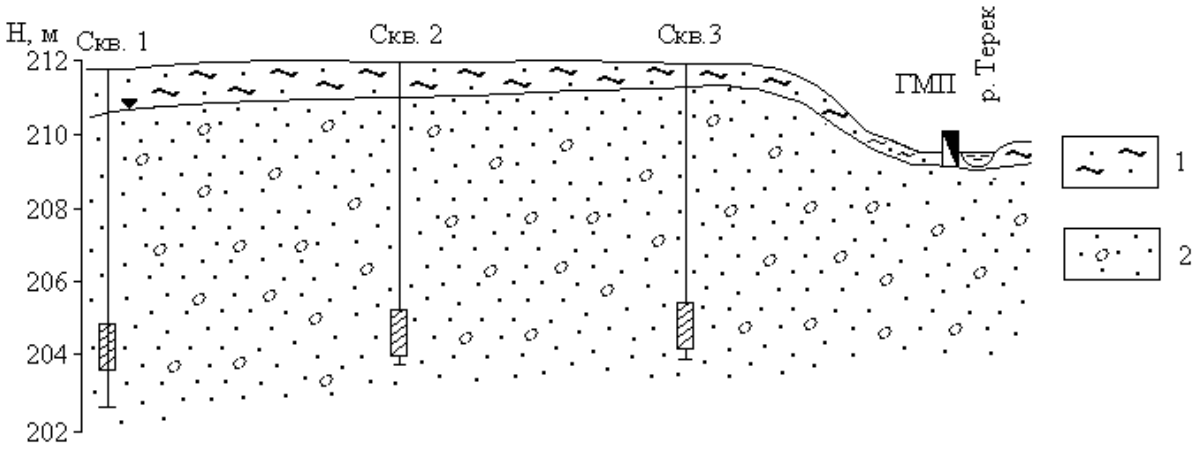


Рис. 2.2. Гидрогеологический створ в предгорной части долины р. Терека (alQ_4): 1 – супесчаный почвенный слой; 2 – гравийно-галечниковые отложения; ГМП – гидрометрический створ

Таблица 2.1

Данные наблюдений за уровнями грунтовых вод и реки

Дата наблюдений	Глубина залегания уровня от поверхности земли, м			
	Скв.1	Скв.2	Скв.3	Река
I/I 2002 г.	6,05	6.55	7.05	0.50
15/I	6,02	6.52	7.02	0.50
I/II	6,06	6.56	7.16	0.50
15/II	6,10	6.60	7.10	0.50
I/III	6,10	6.60	7.10	0.50
15/III	6,10	6.60	7.10	0.50
I/IV	6,10	6.60	7.10	0.60
15/IV	6,10	6.60	7.10	0.60
I/V	6,10	6.60	7.10	1.00
15/V	6,00	6.50	7.05	0.70
I/VI	5,90	6.40	6.90	1.00
15/VI	5,80	6.30	6.80	0.80
I/VII	5,80	6.30	6.80	1.00
15/VII	5,30	5.90	6.50	1.00
I/IX	4,50	5.00	5.90	1.00
15/IX	4,40	4.90	5.90	0.60
I/X	4,40	4.90	5.90	10.45
I/XI	4,40	4.90	6.0	0.50
15/XI	4,85	5.35	6.10	0.45
I/XII	4,90	5.40	6.13	0.50
I/I 2003 г.	5.00	5.30	6.15	0.50
15/I	5.90	6.40	6.90	0.45

3. Водные свойства горных пород

3.1. Определение влагоемкости, капиллярных свойств и водоотдачи песчаных пород

Влагоемкость – способность пород вмещать в порах и удерживать в себе то или иное количество воды. В зависимости от вида воды различают влагоемкость: полную W_t , капиллярную W_k и максимально молекулярную W_m. Два первых вида определяют количество свободной воды, последний – физически связанной. Породы разделяются на весьма влагоемкие (торф, глины, суглинки), слабо влагоемкие (мел, рыхлые песчаники) и невлагоемкие

(скальные породы, пески, галечники).

Полной влагоемкостью W_t называется максимальное количество воды, заключенное в породе при полном насыщении ее водой. Для песков она обычно равна пористости, если в них нет защемленного воздуха. Полная влагоемкость песков определяется методом насыщения. Величина W_t зависит от механического состава породы и ее структуры.

Капиллярной влагоемкостью W_k называется максимальное количество воды, удерживаемое в капиллярных порах в результате капиллярных сил.

Максимальной молекулярной влагоемкостью породы W_m называют максимальное количество воды (гигроскопической и пленочной), удерживаемой частицами грунта силами молекулярного притяжения. Величина W_m зависит от состава породы и ее удельной поверхности и для каждой (данной) породы является постоянной. Величина W_m характеризует влажность границы перехода связанной воды в свободную и используется для вычисления величины водоотдачи.

Максимальной гигроскопической влагоемкостью $W_г$ называется предельное количество парообразной воды, которое может быть поглощено породой из воздуха при относительной его влажности 94 %. Для данной породы эта величина является постоянной. Чем больше суммарная поверхность частиц, тем больше гигроскопичность породы.

Водоотдачей породы (μ) называют количество воды, которое отдает единица объема породы при стоке из нее гравитационной воды. Водоотдачу вычисляют по разности полной влагоемкости и максимальной молекулярной влагоемкости:

$$\mu = W_t - W_m$$

Величина водоотдачи зависит от величины пор и трещин в породе, их структуры и т. п. Породы с крупными порами обладают хорошей водоотдачей, супеси, суглинки, тонкотрещиноватые породы плохо отдают воду и

характеризуются весьма малой величиной μ.

Приближенно водоотдачу песков определяют как разность между пористостью и максимальной молекулярной влагоемкостью.

Разность между полной влагоемкостью и данной естественной влажностью W, выраженную в процентах, именуют недостатком насыщения $\mu_н$

$$\mu_н = W_t - W.$$

3.1.1. Определение максимальной молекулярной и капиллярной влагоемкости песков методом высоких колонн

Метод заключается в определении величины влажности в колонне породы над капиллярной зоной после полного стекания гравитационной воды.

В работе применяется прибор (рис. 3.1), состоящий из металлического цилиндра диаметром 4-5 см и высотой 90 – 100 см. Сбоку он должен иметь отверстия диаметром 2 см. В дно цилиндра впаяна трубка с сеткой.

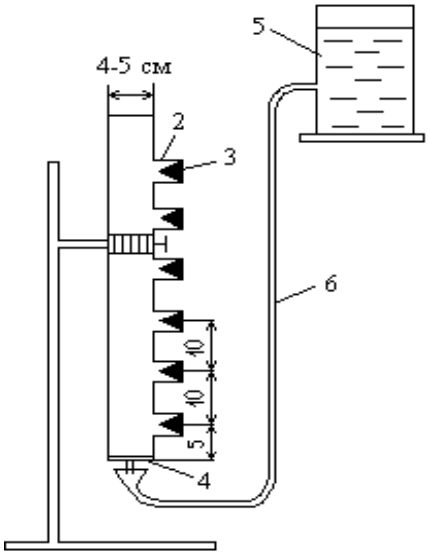


Рис. 3.1. Схема прибора для определения влагоемкости методом высоких колонн: 1 – металлический цилиндр; 2 – боковые отверстия; 3 – резиновые пробки; 4 – сетка; 5 – напорный бак; 6 – резиновая трубка

Ход работы:

1. Закрыть резиновыми пробками боковые отверстия, заполнить цилиндр песком, песок слегка утрамбовать.

2. Насытить песок водой, подаваемой в цилиндр снизу по резиновой трубке из напорного бака, до появления пленки воды на поверхности песка за счет сил капиллярного всасывания.
3. Снять резиновую трубку со дна прибора и дать гравитационной воде свободно стечь.
4. По прекращении стока взять шпателем по 10-15 г песка из каждого бокового отверстия и определить влажность проб.

По полученным данным составить таблицу 3.1. и выделить 3 зоны влажности. Верхняя графа – зона постоянной минимальной влажности, в той зоне влажность наименьшая, т. е. эта влажность и есть максимальная молекулярная влажность грунта W_m.

Ниже располагается переходная зона с неустановившимися значениями влажности.

Ниже переходной зоны выделяется зона с наибольшими значениями влажности грунта, которая и соответствует капиллярной влагоемкости W_k.

Таблица 3.1

Журнал определения капиллярной и максимальной молекулярной влагоемкости

№ отверстия, с которого взята проба	Высота отбора образца (снизу), см	Влажность, %	Зона влажности	Влагоемкость, %	
				W_m	W_k
1	90	1,6	Зона постоянной влажности	1,7	
2	80	1,7			
3	70	1,6			
4	60	1,8			
5	50	1,7			
6	40	1,9			
7	30	6,2	Переходная зона		
8	20	14,9	Зона максимальной влажности		15,2
9	10	15,1			
10	0	15,6			

3.1.2. Определение полной влагоемкости песков

Производится методом насыщения.

Ход работы:

1. Сухой стаканчик фиксированного объема V наполнить песком с легкой трамбовкой. После наполнения подравнять поверхность песка линейкой вровень с краями стаканчика.
2. При помощи бюретки насытить песок в стаканчике водой до появления тонкой пленки воды на поверхности песка. Количество воды, израсходованной на насыщении песка, будет соответствовать объему его пор $V_п$.

$$\ddot{i} = \frac{V_{\ddot{i}}}{V} \cdot 100\%$$

3. Рассчитать пористость по формуле:

Эта пористость численно равна величине полной влагоемкости песка W_t.

3.1.3. Определение капиллярных свойств пород

Под капиллярными свойствами пород понимают высоту и скорость капиллярного поднятия в них воды.

Скорость капиллярного поднятия зависит от размеров пор, т. е. гранулометрического состава пород, и имеет максимальные значения для крупнозернистых песков и минимальные – для суглинистых и глинистых пород. В песках быстро достигается предельная высота подъема. Для супесей и суглинков этот процесс растягивается во времени на год и более.

Высота капиллярного поднятия также зависит от гранулометрического состава пород: чем меньше поры породы, тем выше величина капиллярного поднятия.

Для песчаных пород капиллярные свойства определяются непосредственным наблюдением в трубках (рис. 3.2).

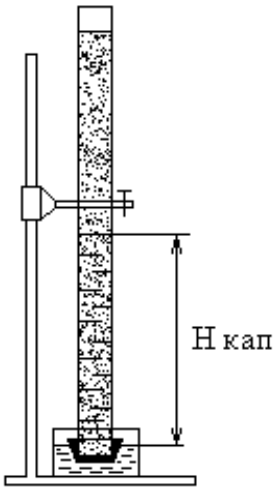


Рис. 3.2. Схема прибора для визуального изучения капиллярных свойств пород

Ход работы:

1. В стеклянную трубку диаметром 3-4 см, обвязанную с одного конца марлей, насыпать сухой песок, слегка утрамбовать его.
2. Конец трубки, укрепленной на штативе, погрузить в сосуд с водой на глубину 1-2 см и заметить время. Уровень воды в сосуде с водой должен быть постоянным.
3. Наблюдать за скоростью и высотой подъема по окраске песка.
4. Построить график изменения высоты во времени. Определить предельную высоту капиллярного поднятия.

3.2. Определение коэффициента фильтрации глинистых и песчаных горных пород

3.2.1. Водопроницаемость горных пород

Процесс фильтрации – это механическое движение свободной воды под действием градиента напора в порах и трещинах горных пород в условиях их полного заполнения этой водой. Водопроницаемость горных пород – это способность их пропускать через себя воду.

Водопроницаемость зависит от размера сообщающихся между собой пор и трещин в горных породах и характеризуется коэффициентом фильтрации,

имеющим размерность скорости (см/с, м/с, м/сут).

Такая размерность получается из закона линейной фильтрации – закона Дарси, согласно которому количество фильтрующей воды в единицу времени прямо пропорционально коэффициенту фильтрации $К_ф$, площади фильтрации F и гидравлическому градиенту J:

$$Q = K \cdot F \cdot J \qquad (1)$$

Разделив правую и левую части этого уравнения на F, получим

$$\frac{Q}{F} = K \cdot J, \text{ где } \frac{\text{Q}}{\text{F}} = V \qquad (2)$$

Из формулы (2) следует, что коэффициент фильтрации есть скорость фильтрации при градиенте, равном единице.

$$V = \text{К при J} = 1 \qquad (3)$$

Формулой (3) определяется скоростная размерность коэффициента фильтрации горных пород.

Следует отметить, что расчетная скорость фильтрации отличается от истинной скорости движения воды в породах, так как жидкость движется не через всю площадь, а через площадь поровых и трещинных пространств.

Величина коэффициента фильтрации зависит от физических свойств горных пород (гранулометрический состав, плотность сложения и др.).

Средние значения $К_ф$ для различных горных пород приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Классификация пород по водопроницаемости

Группа	$К_ф$, м/сут	Примеры пород
Весьма проницаемые	>100	Крупный гравий, закарстованные сильнотрещиноватые известняки, галечник с песчаным заполнителем.
Хорошо проницаемые	100 – 10	Гравийно-галечниковые отложения, крупнозернистые пески, сильнотрещиноватые породы.

Группа	$К_ф$, м/сут	Примеры пород
Проницаемые	10 – 1	Пески разной зернистости, трещиноватые породы.
Слабопроницаемые	$1 – 10^{-1}$	Мелко- и тонкозернистые пылеватые пески, супеси, слабо трещиноватые породы.
Весьма слабопроницаемые	10^{-1}- 10^{-3}	Мелкие и средние суглинки, песчаные породы.
Относительно водоупорные	10^{-3}	Средние глины, плотные суглинки.

В лабораторных условиях коэффициент фильтрации определяется с помощью специальных приборов на образцах естественного и нарушенного сложения.

3.2.2. Определение коэффициента фильтрации песчаных грунтов

Определение коэффициент фильтрации песчаных пород с помощью прибора, называющегося трубкой СпецГео, в основе работы которого лежит принцип трубки Дарси, и который дает возможность вести испытания пород при постоянном гидравлическом градиенте.

В состав трубки Спецгео входит:

1) фильтрационная трубка, состоящая из прямого цилиндра с площадью поперечного сечения 25 $см^2$ и высотой 100 мм с заостренными краями, перфорированного дна с отверстиями размером 2х2 мм и муфты с латунными сетками;
2) мерный стеклянный баллон со шкалой объемом 100 $см^3$;
3) приспособление для насыщения грунта водой и регулирования градиента напора, состоящее из подставки, подъемного винта, планки со шкалой градиентов напора от 0,1 до 1.

Последовательность определения.

1. Заполняют цилиндр испытуемым грунтом.

При испытании пород естественного сложения заостренным концом рабочего цилиндра вырезают образец грунта.

При испытании пород нарушенного сложения с высушенным до воздушно-сухого состояния грунтом проводят 2 опыта: в предельно рыхлом и предельно плотном сложении. В 1-ом случае наполнение цилиндра производится насыпанием грунта до необходимой высоты без уплотнения, во 2-ом – цилиндр наполняется слоями грунта толщиной 1-2 см с уплотнением каждого слоя трамбованием.

2. Насыщение грунта водой.

В корпус наливают воду и вращением подъемного винта поднимают подставку до упора. Устанавливают цилиндр с грунтом на подставку, медленно погружают в воду до отметки градиента напора 0,8 и оставляют его в таком положении до тех пор, пока грунт увлажнится. В процессе водонасыщения грунта поддерживают постоянный уровень воды у верхнего края корпуса. Породу водонасыщают снизу, чтобы не произошло защемление воздуха. На полное водонасыщение укажет появившаяся на поверхности грунта пленка воды.

3. После водонасыщения грунта на образец помещают латунную сетку, на цилиндр одевают муфту. Вращением винта устанавливают цилиндр с грунтом до совмещения отметки необходимого градиента напора на пленке с верхним краем крышки корпуса и доливают воду в корпус до верхнего его края.

Замеряют температуру воды, заполняют его мерный стеклянный баллон и, закрывая пальцем его отверстие, быстро опрокидывают отверстием вниз и укрепляют в муфте фильтрационной трубки так, чтоб его горлышко соприкасалось с латунной сеткой.

После установки мерного баллона в него начинают равномерно подниматься мелкие пузырьки воздуха, что указывает на начало фильтрации. Если в баллон прорываются крупные пузырьки воздуха, то его необходимо

опустить глубже, добившись появления мелких пузырьков.

Отметив уровень воды в стеклянном баллоне, заметить соответствующее этому уровню время по секундомеру. Следить за скоростью фильтрации воды.

Замеры расхода воды произвести несколько раз (не менее четырех) и вычислить среднее значение.

4. Обработка результатов. Данные опыта занести в таблицу 3.3.

Таблица 3.3

Журнал для определения Кф в трубке СпецГео

№ опыта	Описание породы	Площадь поперечного сечения трубки	Градиент напора	Температура воды	Объем профильтрованной воды	Время фильтрации	$К_ф$ по отдельным замерам	Средний коэффициент фильтрации

Коэффициент фильтрации $К_{10}$, м/сут, приведенный к условиям фильтрации при температуре воды 10 ^{0}С, вычисляют по формуле:

$$K_{10} = \frac{864 \cdot V}{t \cdot A \cdot T \cdot J},$$

где V – объем профильтровавшейся воды при одном замере, см^3;

t- время фильтрации;

А – площадь поперечного сечения цилиндра с грунтом, см^2;

J - градиент напора;

$T=0,7+0,03T_ф$ – температурная поправка,

где $T_ф$ - фактическая температура воды при опыте;

864 – переводной коэффициент (из см/сек в м/сут).

3.2.3. Определение коэффициента фильтрации глинистых пород

Определение коэффициента фильтрации глинистых грунтов в лабораторных условиях производится на приборе ПФ – 1, в состав которого входят:

1) одометр, представляющий собой герметичную камеру, состоящую из перфорированного диска на дне, обоймы для заполнения испытуемым грунтом, уплотнительных колец, перфорированного штампа и крышки. В зависимости от фильтрационных свойств образцов грунта применяются обоймы 3-х типоразмеров;
2) пьезометр, представляющий собой панель, на которой смонтированы пьезотрубки разных сечений, которые соединяются с одометром посредством резиновых трубок;
3) одометр и пьезометр располагаются на единой плите, составляющей основание прибора.

Конструкции прибора должна обеспечивать герметичность всех стыков прибора, отсутствие защемленных пузырьков воздуха, подачу воды к образцу грунта сверху вниз или снизу вверх и отвод ее.

Последовательность определения.

1. Заполняют обойму выбранного размера испытуемым грунтом.

При испытании глинистых грунтов нарушенного сложения обойму заполняют грунтом до величины заданной плотности.

При испытании грунтов естественного сложения из монолита вырезают обоймой образец грунта, исключая возможные зазоры между грунтом и обоймой.

На торцы обоймы с грунтом положить смоченные водой кружки фильтрационной бумаги.

2. Надеть на обойму уплотнительные кольца, установить ее в основании

одометра на перфорированное дно, на верхний торец обоймы положить штамп, установить крышку и затянуть гайки для создания герметичности одометра.

3. Насыщение грунта водой.

Насыщение образца грунта водой производится снизу. Для этого нижний кран одометра соединяют с помощью резинового шланга с сосудом, наполняют сосуд водой и измеряют ее температуру. Сосуд с водой устанавливают выше верхнего торца пьезометра, Водонасыщение образца грунта наступает при полном заполнении части одометра водой, пузырьки воздуха через верхний кран одометра.

4. Сущность опыта состоит в установлении скорости фильтрации воды через породу по понижению уровня воды в пьезометрической трубке.

Левый пьезометр соединяют резиновым шлангом с верхним краном одометра, правый пьезометр – с нижним. Затем открывают эти краны и доводят уровень воды в правом пьезометре до отметки 0, а в левый заливают воду до отметки 35, создавая тем самым напор, под действием которого происходит фильтрация воды из пьезометрической трубки в прибор и в приборе сверху вниз через слой исследуемой породы (условия нисходящей фильтрации). Измеряют температуру воды. При достижении уровней в пьезометрах указанных отметок, записывают время начала фильтрации.

Если в пьезометре уровень воды понижается на одно деление за время более 50 с, следует переключить пьезометр на трубку меньшего сечения.

Наблюдая за изменением уровня воды в трубках, последовательно отмечают время понижения уровня в левом пьезометре по рискам шкалы, обозначенным цифрами.

Количество ступеней отметок и интервалы между ними берутся произвольно (но не менее 6 замеров).

При последнем отсчете проверяют уровни в трубках. Число делений, на которое опустился уровень в левом пьезометре, должно равняться числу

делений, на которое поднялся уровень в правом пьезометре. Это будет свидетельствовать о том, что грунт полностью насыщен, прибор герметичен и фильтрация велась правильно.

5. Обработка результатов.

Данные опыта заносятся в таблицу 3.4.

Таблица 3.4

Журнал для определения Кф в приборе ПФ-1

№ опыта	Описание породы	Площадь поперечного сечения пьезометра,	Площадь поперечного сечения обоймы, Ак	Высота слоя грунта, h	Температура воды, Тф	Начальная отметка уровня воды в	Замеренный уровень воды в пьезометре,	Понижение уровня в трубке, S=H_0-Sзам	Время понижения уровня воды, t	$\frac{S}{H_0}$	$\varphi\left(\frac{S}{H_0}\right)$	Коэффициент фильтрации по данным отдельных замеров	Среднее значение коэффициента фильтрации

Коэффициент фильтрации K_{10}, м/сут, приведенный к температуре 10^0С, рассчитывается по формуле:

$$K_{10} = \left[\frac{\varphi\left(S/H_0\right)}{t}\right] \cdot \frac{A_П}{A_К} \cdot \frac{h}{T} \cdot 864$$

где $A_п$ - площадь поперечного сечения пьезометра, см^2;

$A_к$ - площадь поперечного сечения обоймы с грунтом (по внутреннему диаметру), см^2;

h - высота обоймы с грунтом, см;

$T=0,7+0,03T_ф$ - температурная поправка, где $T_ф$ – фактическая температура воды при опыте;

$\varphi (S/H_0)$ - функция, зависящая от наблюдаемого падения уровня и первоначальной высоты уровня H_0, определяется по таблице Каменского, табл. 3.5;

t - время понижения уровня воды, с;

864 переводной коэффициент (из см/сек в м/сут).

Таблица 3.5

Значения S/H_0 и $\varphi (S/H_0)$

S/H_0	**$\varphi (S/H_0)$**	**S/H_0**	**$\varphi (S/H_0)$**	**S/H_0**	**$\varphi (S/H_0)$**
0,01	0,010	0,34	0,416	0,67	1,109
0,02	0,020	0,35	0,431	0,68	1,139
0,03	0,030	0,36	0,446	0,69	1,172
0,04	0,040	0,37	0,462	0,70	1,204
0,05	0,051	0,38	0,478	0,71	1,238
0,06	0,062	0,39	0,494	0,72	1,273
0,07	0,073	0,40	0,510	0,73	1,309
0,08	0,083	0,41	0,527	0,74	1,347
0,09	0,094	0,42	0,545	0,75	1,386
0,10	0,105	0,43	0,562	0,76	1,427
0,11	0,117	0,44	0,580	0,77	1,470
0,12	0,128	0,45	0,598	0,78	1,514
0,13	0,139	0,46	0,616	0,79	1,561
0,14	0,151	0,47	0,635	0,80	1,609
0,15	0,163	0,48	0,654	0,81	1,661
0,16	0,174	0,49	0,673	0,82	1,715
0,17	0,186	0,50	0,693	0,83	1,771
0,18	0,196	0,51	0,713	0,84	1,833
0,19	0,210	0,52	0,734	0,85	1,897
0,20	0,223	0,53	0,755	0,86	1,966
0,21	0,236	0,54	0,777	0,87	2,040
0,22	0,248	0,55	0,799	0,88	2,120
0,23	0,261	0,56	0,821	0,89	2,207
0,24	0,274	0,57	0,844	0,90	2,303
0,25	0,288	0,58	0,868	0,91	2,408
0,26	0,301	0,59	0,892	0,92	2,526
0,27	0,315	0,60	0,916	0,93	2,659
0,28	0,329	0,61	0,941	0,94	2,813
0,29	0,346	0,62	0,967	0,95	2,996
0,30	0,357	0,63	0,994	0,96	3,219
0,31	0,371	0,64	1,022	0,97	3,507
0,32	0,385	0,65	1,050	0,98	3,912
0,33	0,400	0,66	1,079	0,99	4,605

4. Химический состав подземных вод

Природные воды являются растворами сложного состава и разнообразной минерализации, колеблющейся в пределах от единиц миллиграммов до сотен граммов в литре.

Формирование химического состава природных вод происходит в результате выщелачивания, испарения, конденсации, ионного обмена, поглощения и выделения газов, органической жизни и продуктов ее деятельности и других физико-химических процессов взаимодействия вод с породами, почвами и газами. Растворяющая способность воды делает ее важнейшим агентом в геохимических процессах перераспределения элементов в земной коре.

В практике гидрогеологических работ исследование химического состава природных вод решает следующие задачи:

1. Изучение закономерностей формирования и распространения природных вод различного состава.
2. Исследование природных вод как поискового критерия на месторождения полезных ископаемых.
3. Оценка природных вод как химического сырья для получения йода, брома, бора, меди и др. веществ.
4. Оценка состава и свойств природных вод для питьевого, технического, сельскохозяйственного, лечебного и других видов использования.
5. Оценка загрязненности природных вод под воздействием антропогенных факторов.

С целью определения химического состава растворенных в воде веществ производят химический анализ воды.

В зависимости от задач и целей исследований полнота и характер анализа могут быть различными. В практике применяются общие, сокращенные и

специальные анализы воды, производимые в полевых и стационарных условиях.

4.1. Обработка результатов химического анализа подземных вод

Ионно-солевой состав воды принято выражать в виде содержания в воде отдельных ее компонентов ионов.

Результаты химического анализа вод могут быть представлены в различных формах. Различают ионно-весовую, эквивалентную и процент-эквивалентную формы выражения химических анализов.

Ионно-весовая форма – основная форма выражения результатов анализа, представляет собой выражение ионно-солевого состава подземных вод в виде весовых количеств отдельных ионов в миллиграммах или граммах на 1 л воды, а для минерализованных вод и рассолов – на 1 кг воды.

Однако, для полной характеристики свойств воды ионная форма выражения анализа недостаточна. Поэтому наряду с ионной формой пользуются мг/экв формой выражения анализа, наиболее полно отражающей внутреннюю химическую природу входящих в состав воды веществ и ее важнейшие свойства.

Эквивалентная форма основана на том положении, что ионы в растворе реагируют между собой не в равных весовых количествах, а в эквивалентных количествах, зависящих от массы иона и их валентности. Эквивалентным весом иона называется частное от деления его ионной массы на валентность, например: эквивалент Na^+ равен 23/1; Cl^- - 35,5/1; Ca^{2+} - 40/2. Следовательно, при реакции реагируют на 1 г Na с 1 граммом Cl^-, а 1 эквивалент Na^+ с 1 эквивалентом Cl^-.

Для перехода от ионно-весовой формы к мг/экв–форме необходимо число миллиграммов каждого иона разделить на его эквивалентный вес, или умножить на коэффициент, представляющий величину, обратную

эквивалентному весу. В таблице 4.1. представлены пересчетные коэффициенты для наиболее распространенных в подземных водах ионов.

Таблица 4.1

Таблица эквивалентных масс и пересчетных коэффициентов

Анионы А	Эквивалентная масса	Пересчетный коэффициент	Катионы К	Эквивалентная масса	Пересчетный коэффициент
Cl^-	35,457	0,02820	Na^+	22,997	0,04348
SO_4^{2-}	48,033	0,02082	K^+	39,098	0,02558
HCO_3^-	61,018	0,01639	Mg^{2+}	12,160	0,08224
CO_3^{2-}	30,005	0,03333	Ca^{2+}	20,040	0,04990
NO_2^-	46,008	0,02174	NH_4^+	18,040	0,05543
NO_3^-	62,008	0,01613	Fe^{2+}	27,925	0,03581
PO_4^{3-}	31,658	0,03159	Fe^{3+}	18,617	0,05371

Если содержание какого-либо иона выражают в эквивалентной форме, то перед символом ставят знак “r” (реагирующая величина).

Согласно правилу Фрезениуса, все химические соединения, растворенные в водном растворе, реагируют между собой в эквивалентных количествах, т. е.

$$\Sigma rK = \Sigma rA$$

Практически в полном анализе, когда все ионы определены аналитически, точного совпадения цифр ввиду погрешностей анализа не бывает.

Для сопоставления химического состава природных вод различной минерализации и более ясного представления о соотношениях между ионами одной и той же воды проводится пересчет результатов анализа воды в % - эквивалентную форму.

Для вычисления %-экв принимают сумму мг·экв анионов (ΣrA), содержащихся в 1л воды за 100% и вычисляют процент содержания каждого аниона в мг·экв по отношению к этой сумме. Аналогично поступают и с катионами:

$$\%-экв\underset{(илиК)}{A} = \frac{100 \cdot rA(илиК)}{\sum rA(илиК)}$$

Результат анализа ионов, выраженный в различных формах, представляют в виде таблицы 4.2:

Таблица 4.2

Пример выражения результатов химического анализа воды

Катионы	Содержание			Анионы	Содержание		
	мг/л	мг-экв/л	%-экв/л		мг/л	мг-экв/л	%-экв/л
Na^+	78	3,39	34	Cl^-	125	3,53	36
K^+	9	0,23	2	SO_4^{2-}	83	1,73	17
Ca^{2+}	89	4,44	44	NO_3^-	5	0,08	1
Mg^{2+}	24	1,97	20	HCO_3^-	282	4,62	46
Итого pH=7,6	200	10,03	100	Итого	495	9,96	100

Определение общей минерализации. Для определения общей минерализации находят сумму миллиграммов всех ионов, молекул и других соединений, содержащихся в воде согласно выполненному анализу. О величине общей минерализации можно судит по сухому, или плотному остатку, полученному после выпаривания воды. Растворенные газы, летучие соединения, в том числе органические вещества, при выпаривании и высушивании улетучиваются, но могут идти процессы гидролиза и образования кристаллогидратов. Все это может приводить к значительным погрешностям в определении сухого остатка. Расхождение между экспериментальным определением сухого остатка и расчетной величиной общей минерализации не должно превышать 3 %.

Определение видов жесткости воды. Общая жесткость определяется как сумма миллиграмм-эквивалент в 1 л ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, карбонатная – как величина иона HCO_3^-, связанного с Ca^{2+} и Mg^{2+}. В случае, когда количество иона HCO_3^- превышает суммарное содержание ионов Ca^{2+} и Mg^{2+}, вся жесткость считается карбонатной. Постоянную жесткость воды определяют как разницу между общей и карбонатной.

4.2. Графическое изображение результатов химических анализов

Формула Курлова (или формула состава воды) - прием наглядного изображения химического состава природной воды. Эта формула представляет собой псевдодробь, в числителе которой в убывающем порядке записывают процент-эквивалентное содержание анионов, в знаменателе катионов.

Перед дробью сокращенно указывают величину минерализации (М) в г/л с точностью до одного десятичного знака, и компоненты (в том числе и газы), придающие воде специфические свойства (CO_2, H_2S, Br, Y, радиоактивность и др.). Справа от дроби указывают показатели, характеризующие Eh, pH, T (ºC), при наличии данных – дебит Q скважины или источника в $м^3$/сут.

Ионы, присутствующие в количествах менее 10 %-экв/л в форму не вносят.

В наименование состава воды включаются анионы и катионы, содержание которых превышает 25 %-экв/л. Наименование состава воды дается в следующем порядке: по минерализации, по анионному, затем по катионному составу (в порядке уменьшения их величин), по специфическим компонентам, по величине pH, по температуре.

В качестве примера рассмотрим формулу состава воды для приведенного выше результата химического анализа подземных вод.

$$M0,7\ \frac{HCO_3 46 Cl 36 SO_4 17}{Ca 44 Na 34 Mg\ 20}\ pH 7,6$$

Т. е. вода хлоридно-гидрокарбонатная натриево-кальциевая пресная, слабощелочная.

Существуют графические способы выражения химического состава природных вод, которые позволяют на небольшой по размерам схеме показать результаты сотен анализов. Рассмотрим 2 из них: метод треугольных координат и график–квадрат Толстихина.

Метод треугольных координат (графики-треугольники Фере). Применение равносторонних треугольников для отображения химического состава природных вод основано на общеизвестном их свойстве: общая длина перпендикуляров, восстановленная из любой точки равностороннего треугольника на его стороны, является величиной постоянной, т. е. перпендикуляры из каждой точки треугольника могут служить координатами (рис. 4.1).

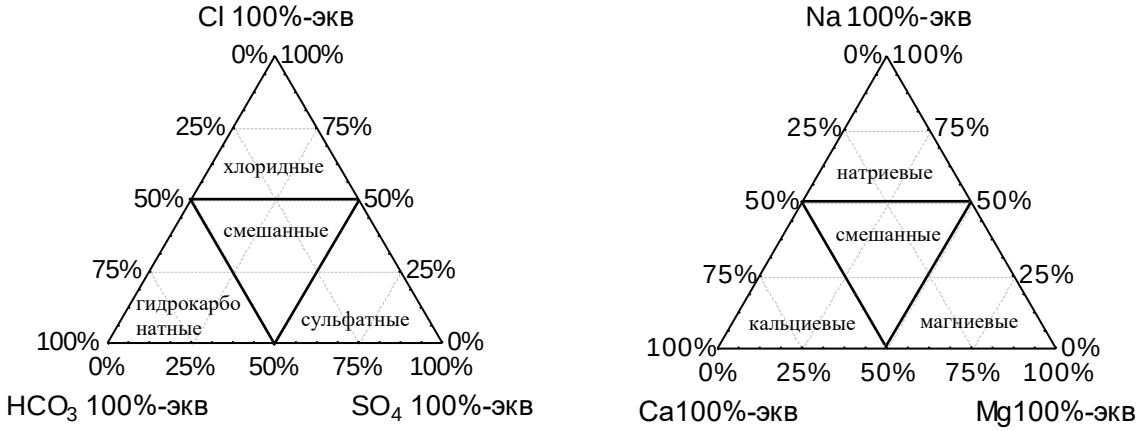


Рис. 4.1. Графическая систематизация химических анализов подземных вод по треугольникам Фере

Графики-треугольники Фере составляются отдельно для катионов и анионов, содержание которых дается в %-экв/л. В вершинах треугольников содержание ионов составляет 100 %-экв/л. Каждая сторона треугольника делится на 10 равных частей по 10 %-экв. Положение анализов определяется пересечением 3-х линий, параллельных основаниям треугольника.

Группировка анализов в вершинах треугольников указывает на преобладание в водах соответствующих ионов; в средней части располагаются смешанные по составу воды. Графики-треугольники дают возможность определения соотношений каждого иона, но сопоставление анализов затрудняется разобщенным изображением анионов и катионов.

График-квадрат Н. И. Толстихина. График-квадрат представляет собой квадрат, каждая сторона которого разделена на 10 равных частей – по 10 %-экв.

По горизонтальным сторонам квадрата наносят количество катионов (%-экв), по вертикальным – количество анионов. На левой стороне квадрата сверху вниз откладывается эквивалентное содержание сумы ионов $Cl^-+SO_4^{2-}$; на правой - соответственно, снизу вверх HCO_3^-; на верхней стороне слева направо - $Ca^{2+}+Mg^{2+}$ и тяжелые металлы (Me), внизу - Na^++K^+. Положение анализа на квадрате отмечается точкой и определяется пересечением 2-х осей координат (рис. 4.2).

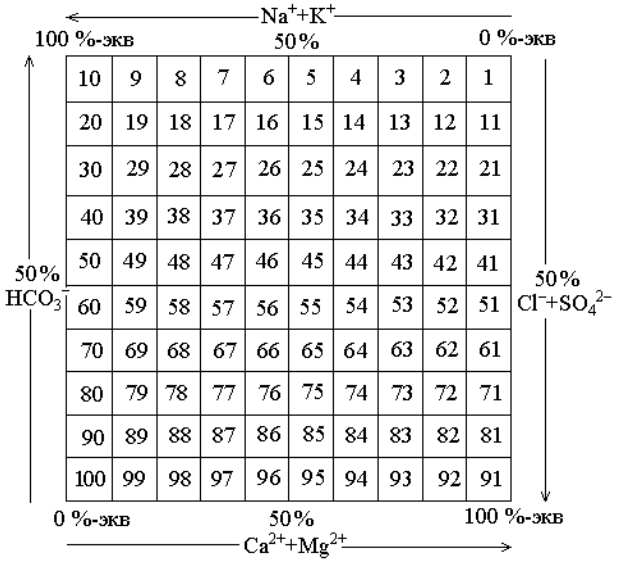


Рис. 4.2. Графическая систематизация химических анализов подземных вод по квадрату Н. И. Толстихина

Группировка анализов в вершинах квадрата указывает на преобладание химического состава воды: если точка находится в верхнем правом углу квадрата, вода, как правило, имеет гидрокарбонатный магниево-кальциевый состав; если в левом верхнем углу – гидрокарбонатный натриевый. В левом нижнем углу сосредоточены преимущественно хлоридные и сульфатные натриевые воды, а в правом нижнем – хлоридно-сульфатные магниево-кальциевые, в центре – смешанные по составу воды.

Недостатком использования графиков-квадратов является суммарное изображение ионов Cl^- и SO_4^{2}, Ca^{2+} и Mg^{2+}.

Задание. Обработать химический анализ подземный воды, приведенный в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Результаты химических анализов воды

№ п.п.	Водопункт	Температура воды, ^0C	pH	Своб. CO_2, мг/л	Сухой ост., мг/л	Анионы, мг/л				Катионы, мг/л			Примечание
						CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
1.	Скважина 1	8	7,2	0,8	298	-	115,9	107,4	8,9	12,9	52,1	15,2	NO_3 –1.4 мг/л
2.	Скважина 2	7	7,7	15,0	328	-	158,6	118,8	5,3	16,0	66,1	14,6	
3.	Скважина 3	6	7,1	49,5	278	-	134,2	71,1	7,1	8,5	50,1	12,1	$Fe_{общ}$ - 0,2 мг/л
4.	Шахтный водоотлив	15	7,8	21,0	3394	348,1	2041,0	4,1	585,0	1364,0	9,0	23,1	NO_3 -3,3 мг/л $Fe_{общ}$ – 0,2 мг/л
5.	Скважина 4	5	8,5	57,0	468	3,0	94,6	258,4	5,3	19,1	73,2	32,8	NO_2 – 0,02 мг/л NO_3 – 0,2 мг/л
6.	Скважина 5	7	7,3	1,6	798	-	405,7	261,2	24,8	170,1	50,1	36,4	NO_3 – 7,0 мг/л
7.	Шахтный водоотлив	10	7,6	33,3	1062	42,0	610,2	174,4	120,6	300,7	23,1	52,3	NO_3 –7,5 мг/л
8.	Скважина 6	8	7,7	88,0	211	-	58,0	93,4	10,6	9,4	30,1	15,8	NO_3 – 0,9 мг/л
9.	Шахтный водоотлив	13	7,3	12,4	3184	9,0	485,1	1564,7	280,1	465,3	244,5	198,2	NO_3 – 1,8 мг/л NO_2 – 1,2 мг/л
10.	Скважина 7	10	7,7	43,7	688	12,0	201,3	179,7	152,4	104,8	70,1	44,9	NO_3 – 0,9 мг/л
11.	Шахтный водоотлив	12	7,6	31,5	3164	24,0	521,7	811,8	921,8	826,5	86,2	149,6	NO_3 – 0,5 мг/л
12.	Скважина 8	9	7,1	8,8	390	-	67,1	206,1	7,1	14,9	62,1	21,8	NO_3 – 1,2 мг/л NH_4 –1,2 мг/л
13.	Скважина 9	9	7,1	19,2	332	-	259,3	68,8	7,5	16,3	70,1	20,6	NO_3 –1,8 мг/л Fe –0,9 мг/л

Продолжение табл. 4.3

№ п.п.	Водопункт	Температура воды, ^0C	pH	Своб. CO_2, мг/л	Сухой ост., мг/л	Анионы, мг/л				Катионы, мг/л			Примечание
						CO_3^{2-}	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	$Na^+ + K^+$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	
14.	Шахта	14	7,7	10,5	2078	66,0	744,4	161,7	657,8	703,0	28,1	53,5	NO_3 – 4,0 мг/л
15.	Скважина 10	10	8,3	22,4	328	6,0	137,3	115,6	7,1	11,3	66,1	15,2	
16.	Скважина 11	8	7,9	38,9	447	-	94,6	245,7	7,1	9,4	75,2	31,6	NO_3 – 1,2 мг/л NH_4 – 2,0 мг/л
17.	Скважина 12	7	8,1	71,8	489	-	85,4	256,0	12,4	27,1	80,2	27,3	NO_3 -22,5 мг/л Fe –5,7 мг/л
18.	Скважина 13	8	8,0	13,3	304	-	125,1	104,1	14,2	29,9	56,1	7,9	NO_3 – 8,0 мг/л
19.	Шахта	13	7,3	46,0	1056	-	317,2	385,4	145,3	159,3	116,2	55,3	NO_3 – 1,2 мг/л
20.	Шахта	14	7,4	11,0	1250	-	283,7	503,6	138,2	143,4	134,2	74,1	NO_3 –0,5 мг/л
21.	Скважина 14	9	7,5	78,5	438	-	140,3	216,3	10,6	18,6	86,1	24,3	
22.	Шахта	13	7,9	28,0	1842	-	-	291,8	850,9	537,3	58,1	45,0	NH_4 –0,7 мг/л Fe –2,0 мг/л
23.	Скважина 15	10	6,4	21,1	617	-	30,5	393,4	7,1	19,8	78,2	49,8	NO_3 – 1,5 мг/л NH_4 – 1,0 мг/л Fe – 1,7 мг/л
24.	Скважина 16	8	7,1	36,5	295	-	36,6	141,1	26,6	18,8	47,1	15,2	NO_3 – 8,0 мг/л
25.	Скважина 17	9	7,6	15,4	367	-	244,0	1,0	9,0	46,3	35,3	6,0	

4.3. Оценка качества питьевых вод

При оценке подземных вод для питьевого водоснабжения пользуются следующими нормативными документами: ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая», СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

Согласно этим документам, питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, безвредна по химическому составу и иметь благоприятные органолептические свойства.

Безопасность воды в эпидемическом отношении определяют ее соответствием нормативам по микробиологическим и паразитологическим показателям, представленным в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Микробиологические и паразитологические показатели качества воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы
Термотолерантные колиформные бактерии (ТТКБ)	число бактерий в 100 мл	отсутствие
Общие колиформные бактерии (ОКБ)	число бактерий в 100 мл	-”-
Общее микробное число (ОМЧ)	число образующих колоний бактерий в 1 мл	не более 50
Колифаги	число бляшкообразующих единиц (БОЕ) в 100 мл	отсутствие
Споры сульфитредуцирующих клостридий	число спор в 20 мл	отсутствие
Цисты лямблий	число цист в 50 л	отсутствие

Безвредность питьевой воды по химическому составу определяется ее соответствием нормативам по:

- обобщенным показателям и содержанию вредных химических веществ, наиболее часто встречающихся в природных водах на территории Российской Федерации, а также веществ антропогенного происхождения, получивших глобальное распространение (таблица 4.5);

- содержанию вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения (таблица 4.6);
- содержанию вредных химических веществ, поступающих в источники водоснабжения в результате хозяйственной деятельности человека (приложение 2 СанПиНа 2.1.1074-01).

Таблица 4.5

Обобщенные показатели и содержания вредных химических веществ в природных водах

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности*	Класс опасности
Обобщенные показатели				
Водородный показатель	Ед. pH	в пределах 6-9		
Общая минерализация (сухой остаток)	мг/л	1000 (1500)**		
Жесткость общая	мг-экв/л	7,0 (10)**		
Окисляемость перманганатная	мг/л	5,0		
Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1		
Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные	мг/л	0,5		
Фенольный индекс	мг/л	0,25		
Неорганические вещества				
Алюминий (Al^{3+})	мг/л	0,5	с.-т.	2
Барий (Ba^{2+})	-“-	0.1	-“-	2
Бериллий (Be^{2+})	-“-	0,0002	-“-	1
Бор (B, суммарно)	-“-	0,5	-“-	2
Железо (Fe, суммарно)	-“-	0,3 (1,0)**	орг.	3
Кадмий (Cd суммарно)	-“-	0,001	с.-т.	2
Марганец (Mn, суммарно)	-“-	0,1 (0,5)**	орг.	3
Медь (Cu, суммарно)	-“-	1,0	-“-	3
Молибден (Mo, суммарно)	-“-	0,25	с.-т.	2
Мышьяк (As, суммарно)	-“-	0,05	-“-	2
Никель (Ni, суммарно)	-“-	0,1	-“-	3
Нитраты (по NO_3^-)	-“-	45,0	-“-	3
Ртуть (Hg, суммарно)	-“-	0,0005	-“-	1
Свинец (Pb, суммарно)	-“-	0,03	-“-	2
Селен (Se, суммарно)	-“-	0,01	-“-	2

Продолжение табл. 4.5.

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности*	Класс опасности
Стронций (Sr^{2+})	-“-	7,0	-“-	2
Сульфаты (SO_4^{2-})	-“-	500	орг.	4
для климатических районов				
- I и II	-“-	1,5	с.-т.	2
- III	-“-	1,2	-“-	2
Хлориды (Cl^-)	-“-	350	орг.	4
Хром (Cr^{6+})	-“-	0,05	с.-т.	3
Цианиды (CN^n)	-“-	0,035	-“-	2
Цинк (Zn^{2+})	-“-	5.0	орг.	3
Органические вещества***				
γ-ГХЦГ (линдан)	-“-	0,002	с.-т.	1
ДДТ (сумма изомеров)	-“-	0,002	-“-	2
2,4-Д	-“-	0,03	-“-	2

Примечание: * - *лимитирующий признак вредности вещества, по которому установлен норматив: «с.-т.» - санитарно-токсикологический, «орг.» - органолептический;* ** - *величина, указанная в скобках, может быть установлено по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной системы водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки;* *** - *нормативы приняты в соответствии с рекомендациями ВОЗ.*

Таблица 4.6

Содержание вредных химических веществ, поступающих и образующихся в воде в процессе ее обработки в системе водоснабжения

Показатели	Ед. изм.	Нормативы (предельно-допустимые концентрации (ПДК), не более	Показатель вредности	Класс опасности
Хлор				
- остаточный свободный	мг/л	в пределах 0,3-0,5	орг.	3
- остаточный связанный	-“-	в пределах 0,8-1,2	-“-	3
Хлороформ (при хлорировании воды)	-“-	0,2	с.-т.	2
Озон остаточный	-“-	0,3	орг.	
Формальдегид (при озонировании воды)	-“-	0,05	с.-т.	2
Полиакриламид	-“-	2,0	-“-	2
Активированная кремнекислота (по Si)	-“-	10	-“-	2
Полифосфаты (по PO_4^{3-})	-“-	3,5	орг.	3
Остаточные количества алюминий- и железосодержащих коагулянтов	-“-	см. показатели «Алюминий» и «Железо» таблицы 4.5		

При обнаружении в питьевой воде нескольких химических веществ, относящихся к 1 и 2 классам опасности и нормируемых по санитарно-токсикологическому признаку вредности, сумма отношений обнаруженных концентраций каждого из них в воде к величине его ПДК не должна быть больше 1. Расчет ведется по формуле:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + ... + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

Благоприятные органолептические свойства воды определяются ее соответствием нормативам, указанным в таблице 4.7, а также нормативам содержания веществ, оказывающих влияние на органолептические свойства воды, приведенным в табл. 4.5 и 4.6 и в Приложении 2 СанПиН 2.1.4.1074-01.

Таблица 4.7

Нормируемые значения показателей органолептических свойств воды

Показатели	Единицы измерения	Норматив, не более
Запах	баллы	2
Привкус	-“-	2
Цветность	градусы	20 (35)*
мутность	ЕМФ (единицы мутности по формазину) или мг/л (по каолину)	2,6 (3,5)* 1,5 (2,0)*

Примечание: * - *величина, указанная в скобках, может быть установлена по постановлению главного государственного санитарного врача по соответствующей территории для конкретной систему водоснабжения на основании оценки санитарно-эпидемиологической обстановки в населенном пункте и применяемой технологии водоподготовки.*

Не допускается присутствие в питьевой воде различимых невооруженным глазом водных организмов и поверхностной пленки.

Радиационная безопасность питьевой воды определяется ее соответствием нормативам по показателям общей α и β-активности, представленным в таблице 4.8.

Таблица 4.8

Нормируемые показатели общей α и β-активности питьевой воды

Показатели	Единицы измерения	Нормативы	Показатель вредности
Общая α-активность	Бк/л	0,1	радиац.
Общая β-активность	Бк/л	1,0	- « -

4.4. Определение агрессивности природных вод

Подземные воды определенного состава могут оказывать разрушительное воздействие на различные строительные материалы, в том числе на бетонные сооружения и железные конструкции. Эта разрушительная способность воды получила название агрессивности. Различают следующие виды агрессивности воды: 1) углекислотная; 2) выщелачивающая; 3) общекислотная; 4) сульфатная; 5) магнезиальная; 6) кислородная.

1. **Углекислотная агрессивность** – состоит в разрушении бетона в результате растворения $CaCO_3$ под действием агрессивность углекислоты (CO_2) и может быть выражена уравнением:

$$CaCO_3 + H_2O + CO_2 \leftrightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$$

Этот процесс обратим и до конца не доходит, т. к. часть угольной кислоты остается после реакции в свободном состоянии. Это количество кислоты называется *равновесной углекислотой.* Та часть свободной углекислоты, которая вступает в реакцию с $CaCO_3$ и переводит его в раствор, называется *агрессивной углекислотой.*

Если содержание свободной углекислоты в воде окажется меньше, чем необходимо для равновесия, то из воды будет выделяться $CaCO_3$, который тонкой коркой будет покрывать поверхность бетонной конструкции, защищая его от разрушения.

Если же содержание свободной углекислоты будет больше, чем необходимо для равновесия, то при соприкосновении такой воды с $CaCO_3$

бетона будет происходить его растворение до тех пор, пока не наступит равновесие.

Таким образом, вода будет проявлять углекислотную агрессивность тогда, когда содержание в ней свободной углекислоты будет больше, чем необходимо для равновесия с твердым углекислым кальцием.

2. **Выщелачивающая агрессивность** – происходит за счет выщелачивания (растворения) карбоната кальция, вымывания из бетона гидрата окиси кальция.

Если вода, соприкасающаяся с карбонатом кальция, который тонкой коркой покрывает бетонные конструкции, имеет незначительную жесткость, тогда $CaCO_3$ начинает переходить в раствор и защитная корка разрушается, причем этот процесс можно представить в виде равновесия:

$$CaCO_{3\ воды} \leftrightarrow CaCO_{3\ бетона.}$$

Если концентрация карбоната кальция в воде будет незначительная, то часть карбоната кальция бетона переходит в раствор через гидрокарбонатную стадию – $Ca(HCO_3)_2$. Поэтому выщелачивающая агрессивность воды оценивается гидрокарбонатной щелочностью, выражаемой количеством иона HCO_3.

3**. Общекислотная агрессивность** воды объясняется повышенной концентрацией ионов водорода, выражаемой величиной pH.

4. **Сульфатная агрессивность** имеет место при большом содержании ионов SO_4^{2-}, в результате чего, в случае проникновения воды в тело бетона, при кристаллизации образуются соли, образование которых сопровождается резким увеличением объема ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$, соль Деваля и др.), производящие вспучивание и разрушение бетона.

5. **Магнезиальная агрессивность** возникает при высоких содержаниях иона Mg^{2-}, предельно допустимое количество которого колеблется в зависимости от содержания SO_4.

6. **Кислородная агрессивность** вызывается содержащимся в воде растворенным кислородом и проявляется преимущественно по отношению к металлическим конструкциям, и в частности, к водопроводным трубам, в которых кислород образует ржавчину. Процесс окисления происходит по следующей схеме:

$$2Fe + O_2 \rightarrow 2FeO; \quad 4FeO + O_2 \rightarrow 2Fe_2O_3;$$

$$Fe_2O_3 + 3H_2O \rightarrow 2Fe(OH)_3;$$

При совместном присутствии кислорода с углекислотой агрессивное действие первого повышается.

Степень агрессивности воздействия жидких неорганических сред на конструкции из бетона и железобетона приведены в табл. 4.9, 4.10 и 4.11.

Оценка степени агрессивного воздействия сред, указанных в таблице 4.9, дана по отношению к бетону на любом из цементов, отвечающих требованиям ГОСТ 10178-76 и ГОСТ 22266-76.

Степень агрессивного воздействия сред, указанных в таблицах 4.9 и 4.10, следует снижать на одну ступень для бетона массивных малоармированных конструкций (толщина свыше 0,5 м, процент армирования до 0,5).

Степень агрессивного воздействия сред, указанных в таблицах 4.9, 4.10 и 4.11, приведена для сооружений при величине напора жидкости до 0,1 МПа (1 атм).

Таблица 4.9

Степень агрессивности воздействия жидких неорганических сред по отношению к различным маркам бетона

Показатель агрессивности	Показатель агрессивности жидкой среды (1) для сооружений, расположенных в грунтах с Кф свыше 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при марке бетона по водопроницаемости:			Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон
	W4	W6	W8	
Бикарбонатная щелочность, мг-экв/л *	Св. 0 до 1,05	-	-	Слабоагрессивная
Водородный показатель pH **	Св. 5,0 до 6,5 Св. 4,0 до 5,0 Св. 0,0 до 4,0	Св. 4,0 до 5,0 Св. 3,5 до 4,0 Св. 0,0 до 3,5	Св. 3,5 до 4,0 Св. 3,0 до 3,5 Св. 0,0 до 3,0	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание агрессивной углекислоты, мг/л	Св. 10 до 40 Св. 40 ***	Св. 40 *** -	- -	Слабоагрессивная Среднеагрессивная
Содержание магнезиальных солей, мг/л, в пересчете на ион Mg	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 2000 до 3000 Св. 3000 до 4000 Св. 4000	Св. 3000 до 4000 Св. 4000 до 5000 Св. 5000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание аммонийных солей, мг/л, в пересчете на ион NH_4	Св. 100 до 500 Св. 500 до 800 Св. 800	Св. 500 до 800 Св. 800 до 1000 Св. 1000	Св. 800 до 1000 Св. 1000 до 1500 Св. 1500	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Содержание едких щелочей, мг/л, в пересчете на ионы Na и K	Св. 50000 до 60000 Св. 60000 до 80000 Св. 80000	Св. 60000 до 80000 Св. 80000 до 100000 Св. 100000	Св. 80000 до 100000 Св. 100000 до 150000 Св. 150000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Суммарное содержание хлоридов, сульфатов, нитратов и др. солей, мг/л, при наличии испаряющих поверхностей	Св. 10000 до 20000 Св. 20000 до 50000 Св. 50000	Св. 20000 до 50000 Св. 50000 до 60000 Св. 60000	Св. 50000 до 60000 Св. 60000 до 70000 Св. 70000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

Примечание: *при оценке степени агрессивного воздействия среды в условиях эксплуатации сооружений, расположенных в слабофильтрующих грунтах с Кф менее 0,1 м/сут, значения показателей данной таблицы должны быть умножены на 1,3.*

** При любом значении бикарбонатной щелочности среда не агрессивна по отношению к бетону с маркой по водонепроницаемости W6 и более, а также W 4 при коэффициенте фильтрации грунта ниже 0,1 м/сут. ** Оценка агрессивности воздействия среды по водородному показателю pH не распространяется на растворы органических кислот высоких концентраций и углекислоту. *** При превышении значений показателя агрессивности, указанных в таблице 5, степень агрессивного воздействия среды по данному показателю не возрастает.*

Таблица 4.10

Степень агрессивности воздействия жидких неорганических сред по отношению к бетону на любом типе цемента

Цемент	Показатель агрессивности жидкой среды (1) с содержанием сульфатов в пересчете на ионы SO_4, мг/л, для сооружений, расположенных в грунтах с Кф свыше 0,1 м/сут, в открытом водоеме и для напорных сооружений при содержании ионов HCO_3, мг/экв/л			Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на бетон марки по водонепроницаемости W4
	Св. 0 до 0,3	Св. 3,0 до 6,0	Св. 6,0	
Портландцемент по ГОСТ 10178-76	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Портландцемент по ГОСТ 10178-76 с содержанием в клинкере C3S не более 65 %, C3A не более 7 %, C3A+C4AF не более 22 % и шлакопортландцемент	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная
Сульфатостойкие цементы по ГОСТ 22266-76	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Св. 1000 до 2000 Св. 2000 до 3000 Св. 3000	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

Примечание При оценке степени агрессивного воздействия среды в условиях эксплуатации сооружений, расположенных в слабо фильтрующих грунтах с Кф менее 0,1 м/сут, значения показателей данной таблицы должны быть умножены на 1,3. При оценке степени агрессивного воздействия на бетон марки по водонепроницаемости W6 показатели следует умножать на 1,3, для бетона марки по водонепроницаемости W8 – на 1,7.*

Таблица 4.11

Степень агрессивности воздействия жидких неорганических сред на железобетонные конструкции

Содержание хлоридов в пересчете на Cl, мг/л	Степень агрессивного воздействия жидкой неорганической среды на арматуру железобетонных конструкций	
	при постоянном погружении	при периодическом смачивании
До 500 Св. 500 до 5000 Св. 5000	Неагрессивная “ Слабоагрессивная	Слабоагрессивная Среднеагрессивная Сильноагрессивная

Примечание: 1. Понятие периодического смачивания охватывает зоны переменного горизонта жидкой среды и капиллярного подсоса. 2. При одновременном содержании в жидкой среде хлоридов и сульфатов количество сульфатов пересчитывается на содержание хлоридов умножением на 0,25 и суммируется с содержанием хлоридов.3. Коррозионная стойкость конструкций, подвергающихся действию морской воды средней и сильной степени агрессивности, должна обеспечиваться первичной защитой.

4.5. Обобщенные показатели качества подземных вод

4.5.1. Цветность

Подземные воды обычно бесцветны. Окраску от слабо-желтой до бурой придают гуминовые и фульвокислоты, а также их растворимые соли, в первую очередь, гуматы и фульваты окисного железа. Зеленоватую или красноватую окраску имеют воды, обогащенные соответствующими микроорганизмами, например, водорослями, зеленовато-голубую – закисным железом или сероводородом. Цветность незагрязненных природных вод обусловлена, главным образом, присутствием гумусовых веществ и комплексных соединений трехвалентного железа. Различают «истинный» цвет, обусловленный только растворимыми веществами и «кажущийся» цвет, вызванный присутствием в воде не только растворенных, но и взвешенных частиц. В связи с этим цвет обычно определяют в фильтрованной пробе воды. Определение цветности производится через 2-3 часа после отбора пробы, поскольку при длительном стоянии окраска воды изменяется в результате микробиологических процессов.

Цветность воды обычно определяют визуально или сравнением с искусственными стандартными растворами хлоритината калия и хлорида кобальта или заменяющим его стандартным раствором бихромита калия и сульфата кобальта.

Количественное определение цветности воды основано на сравнении (при просмотре на белом фоне) цвета анализируемой воды со стандартной окраской, создаваемой в растворе. Результаты выражают в градусах цветности. Градус цветности соответствует окраске раствора, содержащего 0,1 мг Pt в 1 мл. Определение производят с помощью шкалы стандартов и колориметрическим титрованием.

При совпадении окрасок цветность воды определяется градусом данного стандартного раствора шкалы. При промежуточной окраске воды (между 2-мя

стандартными растворами шкалы) находят величину цветности воды интерполяцией. Следует избегать переливания стандартного раствора шкалы из одной пробирки в другую.

Определение цветности производят в прозрачной воде. Если вода непрозрачна, ее фильтруют. Для этого берут стеклянную воронку, устанавливают ее в стакан с помощью стеклянного держателя, в воронку кладут фильтр из фильтровальной бумаги, который перед тем, как наливать фильтруемый раствор, слегка смачивают дистиллированной водой. Фильтр следует укладывать в воронку таким образом, чтобы край его не доходил до края воронки на 3-5 мм. После этого осторожно, не взмучивая осадок, сливают на фильтр отстоявшуюся жидкость. Удобнее всего это делать при помощи стеклянной палочки. Прозрачный раствор наливают в пробирку до метки, ставят на белую бумагу и, глядя сверху, определяют цветность воды. Цветность воды характеризуется следующим образом: бесцветная, зеленоватая, желтая, бурая и т. п. Количественное определение цветности воды производят путем сравнения (при просмотре на белом фоне) исследуемой воды, налитой в пробирку из бесцветного стекла со стандартным раствором, налитым в такую же по форме и размерам пробирку. На пробирке указаны градусы цветности, соответствующие различной концентрации стандартного раствора.

Задание:

1. Визуально определить цветность: бесцветная, зеленоватая, желтая и т. п.
2. Количественно определить цветность воды в градусах.

4.5.2. Прозрачность

Прозрачность или светопропускание воды обусловлена ее цветом и мутностью, т. е. содержанием в ней различных окрашенных и взвешенных органических и минеральных веществ. Мерой прозрачности служит высота столба воды, при котором можно наблюдать опускаемую в водоем белую

пластину определенных размеров или различать на белой бумаге шрифт определенного размера и типа. Измерение прозрачности с помощью шрифта проводят в лабораторных условиях. Результаты указывают в сантиметрах, отмечая способ измерений.

Ориентировочное определение прозрачности производят в пробирке или стеклянном цилиндре, в котором налито 10 мл исследуемой воды.

В зависимости от степени прозрачности условно различают воды: прозрачные, слабоопалесцирующие, опалесцирующие, слегка мутные, мутные, сильно мутные.

Исследуемую воду перед определением хорошо взбалтывают и наливают в цилиндр. Затем ставят цилиндр неподвижно. Добавляя или отливая воду из цилиндра, находят предельную высоту столба воды, при которой возможно чтение шрифта. Определение производят в хорошо освещенном помещении на расстоянии 1 м от окна, не на прямом свету. Прозрачность воды выражают в сантиметрах высоты столба с точностью до 0,5 см.

Задание:

1. Определить степень прозрачности воды.
2. Количественно определить прозрачность воды.

4.5.3. Плотность

Учет плотности воды необходим при расчетах загрязнения подземных вод. При миграции в водоносном горизонте растворов, плотность которых заметно отличается от плотности пластовой воды (например, минерализованные стоки), происходит гравитационная дифференциация. Чаще всего загрязненные воды имеют повышенную плотность. Плотность воды определяется ее минерализацией. Плотность дистиллированной воды равна единице.

Пикнометр, хорошо вымытый дистиллированной водой, а затем

сполоснутый спиртом, высушивают в термостате, охлаждают в эксикаторе и взвешивают на точных аналитических весах. Затем пикнометр наполняют дистиллированной водой несколько выше метки и выдерживают 20-25 мин. в стакане с водой, температура которой должна быть постоянной. Образовавшиеся на стенках пикнометра пузырьки воздуха удаляют осторожным встряхиванием, после чего, не вынимая пикнометра из стакана с водой, доводят воду в пикнометре до метки. Отбирая избыток ее жгутиками из фильтровальной бумаги.

Пикнометр вынимают из стакана, закрывают пробкой, тщательно обтирают снаружи фильтровальной бумагой, помещают в футляр весов и через 20 мин. взвешивают. Этот же пикнометр после удаления из него дистиллированной воды спаласкивают несколько раз испытуемой водой и наполняют ею при той же температуре, при которой его наполняли дистиллированной водой. Затем выполняют все описанные выше операции для установления веса исследуемой воды.

Расчет удельного веса исследуемой воды производится по формуле

$$\frac{(P_1 - P) + A \cdot \gamma}{(P_2 - P) + A \cdot \gamma}$$

где P_1 – исследуемая вода;

P_2 – дистиллированная вода;

P - вес пустого пикнометра;

A - объем пикнометра;

γ - 0,0012.

Удельный вес дает возможность судить о примерной минерализации воды по справочной таблице 4.12.

Таблица 4.12

Зависимость между предельным весом воды и ее примерной минерализацией

Уд. вес при 15°С	Примерная минерализация, г/100 г	Уд. вес при 15°С	Примерная минерализация, г/100 г	Уд. вес при 15°С	Примерная минерализация, г/100 г
1,001	0,2	1,037	5,2	1,091	12,0
1,002	0,4	1,040	5,5	1,095	12,5
1,003	0,6	1,042	5,7	1,099	13,0
1,005	0,8	1,043	6,0	1,107	14,0
1,007	1,0	1,046	6,2	1,116	15,0
1,008	1,2	1,048	6,4	1,125	16,0
1,010	1,5	1,049	6,6	1,134	17,0
1,012	1,7	1,051	7,0	1,143	18,0
1,014	2,0	1,053	7,2	1,152	19,0
1,016	2,2	1,055	7,4	1,161	20,0
1,018	2,5	1,056	7,6	1,170	21,0
1,020	2,7	1,058	7,8	1,180	22,0
1,021	3,0	1,059	8,0	1,190	23,0
1,023	3,2	1,063	8,5	1,200	24,0
1,025	3,5	1,067	9,0	1,210	25,0
1,027	3,7	1,071	9,5	1,220	26,0
1,029	4,0	1,074	10,0	1,230	27,0
1,030	4,2	1,079	10,5	1,241	28,0
1,032	4,5	1,083	11,0	1,252	29,0
1,033	4,7	1,087	11,5	1,262	30,0
1,036	5,0				

Задание:

1. Определить плотность растворов воды.
2. Определить минерализацию воды по плотности.

4.5.4. Водородный показатель

Водный показатель (pH) дает представление об общем щелочно-кислотном состоянии воды и является одной из ее важнейших интегральных характеристик и значение этого явления для химии природных вод трудно переоценить. От щелочно-кислотного состояния воды зависят многие гидрогеологические процессы: осаждение, растворение, миграционная способность, характер микрофлоры и т. д.

Водный показатель представляет собой десятичный логарифм

концентрации водородных ионов, взятый с обратным знаком:

$$pH = - \lg [H^+].$$

Эта величина позволяет судить о формах нахождения в природных водах слабых кислот: угольной, кремневой, сероводородной, а также дает возможность судить о насыщенности воды слабыми основаниями и служит для контроля аналитических определений.

Вода диссоциирует по уравнению:

$$H_2O \leftrightarrow H^+ + OH^-.$$

На основании закона действия масс состояние равновесия реакции диссоциации воды может быть выражено уравнением:

$$K = \frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]},$$

где К - константа диссоциации воды, зависящая от температуры;

$[H^+]$ - концентрация ионов водорода;

$[OH^-]$ – концентрация ионов гидроксила;

$[H_2O]$ – концентрация ионов недиссоциированных ионов воды.

Под концентрацией водородных и гидроксильных ионов понимается содержание грамм-молей H^+ или OH^- в одном литре раствора. Если реакция водного раствора нейтральна, то концентрация водородных и гидроксильных ионов одинакова и равна 10^{-7} моль/дм^3, т. е. для нейтральной среды pH = 7,0.

При большей концентрации водородных ионов, т. е. при pH < 7, вода будет иметь кислую реакцию и соответственно при меньшей – щелочную (pH > 7).

Обычные величины pH составляют: для грунтовых вод – 6,4 - 7,5; для артезианских – 7,3 - 8,5. Питьевая вода должна иметь pH в пределах 6,0 - 9,0.

Более низкое значение pH 5,0 - 5,5 могут иметь ультрапресные подземные воды, высокоминерализованные и некоторые углекислые минеральные воды. Еще более низкое значение pH 4,0 - 4,5 наблюдается иногда у болотных

вод. Сильно кислыми свойствами pH 1 - 4 обладают только шахтные (рудничные) воды, кислотность которых обусловлена наличием свободной серной кислоты, образующейся в результате окисления сульфидных рудных месторождений и природной серы.

Щелочной характер (pH до 9) могут иметь воды открытых пресных водоемов в летний период (в результате потребления CO_2 водной растительностью при фотосинтезе), еще более высокое значение pH 9 - 10 встречается в содовых озерах и в водах некоторых термальных источников.

На величину pH природной воды также оказывает влияние различные кислоты и щелочи, которые могут попасть в водоем вместе с промышленными сточными водами.

Определение pH производится либо колориметрическим, либо электрометрическим методами. Каждый из методов имеет свои достоинства. Электрометрический более точен. Он позволяет производить измерение с погрешностью 0,05-0,02 единицы pH. При использовании стеклянного электрода в качестве индикаторного на определение не оказывает существенного влияния присутствие в исследуемой воде измеренных количеств окрашенных и взвешенных веществ. Колориметрические методы менее точны, погрешность их составляет 0,1 единицы pH, но они более просты и не требуют специальной аппаратуры.

Электрометрический метод основан на измерении разности потенциалов, возникающих на границах между внешней поверхностью стеклянной мембраны электрода иономера ЭН-12 и исследуемым раствором, с одной стороны, и внутренней поверхностью мембраны и стандартным раствором кислоты – с другой. Так как внутренний стандартный раствор стеклянного электрода имеет постоянную активность ионов водорода, потенциал на внутренней поверхности мембраны не изменяется и измеряется разность потенциалов, определяемая потенциалом, возникающим на границе внешней поверхности электрода и

исследуемого раствора.

Измерения производят относительно потенциала другого электрода, называемого электродом сравнения. В качестве последнего выбирают такой электрод, потенциал которого практически не зависит от активности ионов водорода, например, в нашем случае, хлорсеребряный электрод. Если стеклянный электрод загрязнен и потенциал его поэтому устанавливается медленно, его необходимо вымыть раствором моющего средства с помощью мягкого ватного тампона и затем несколько раз ополоснуть дистиллированной водой.

На результаты измерений, особенно при анализе загрязненных вод могут оказывать влияние такие вещества, как жиры, минеральные масла, смолы и другие, которые, оседая на поверхности электрода, загрязняют ее. При работе с такими водами электроды необходимо промывать диэтиловым эфиром, раствором какого-либо моющего средства и после этого несколько раз дистиллированной водой.

Методика эксперимента.

Включают pH-метр и после прогрева и установки «электрического нуля» проверяют и корректируют его шкалу по 2-3-м буферным растворам.

После проверки и коррекции шкалы прибора, исследуемую воду наливают в стакан и измеряют pH следующим образом: в стакан с исследуемой водой помещают стеклянный электрод (так, чтобы раствор покрывал шарик стеклянного электрода) и хлорсеребряный. Последний устанавливают так, чтобы нижний его конец был ниже шарика стеклянного электрода и предохранял его от механических повреждений. В стакан также помещают термокомпенсатор. К измерению pH приступают убедившись, что на поверхности шарика стеклянного электрода нет пузырьков воздуха. Измерив величину pH исследуемого раствора, записывают его значение и, спустя 2-3 мин, повторяют измерение. Если оба значения pH совпадают, то потенциал

электрода считают установившимся. Затем аналогичные операции проводят со 2-м, 3-м и т. д. растворами, предварительно 2-3 раза ополоснув электроды и термометр дистиллированной водой и сняв капли ее кусочками чистой фильтровальной бумаги. Стакан обычно используют другой (чистый) или тот же, тщательно вымыв его дистиллированной водой и ополоснув небольшим количеством нового раствора. Измерения повторяют 2-3 раза с интервалами 2-3 мин.

Задание:

Определить pH талой и питьевой воды, а также сточных вод электрометрическим методом. Результаты занести в таблицу.

4.5.5. Окислительно-восстановительный потенциал

В процессах разрушения оруденений, переноса природными водами отдельных элементов и солей, осаждения их с образованием вторичных скоплений существенную, а иногда и решающую роль играют физико-химические условия природной среды. Оценка этих условий очень важна для познания миграционных процессов как при геохимических исследованиях, так и при поисковых и разведочных работах.

Одним из важных факторов, определяющих физико-химические условия среды, является ее окислительно-восстановительное состояние, которое обусловлено наличием в природных водах соединений с переменной валентностью. Источником этих соединений служат минеральные соли, газы и некоторые органические вещества. Совокупность разновалентных ионов и нейтральных молекул одного и того же элемента является отдельной окислительно-восстановительной системой. Совместное существование таких систем в природных водах приводит к установлению некоторого подвижного равновесного состояния, которое и обусловливает окислительно-восстановительное состояние воды. Количественно оно измеряется в вольтах

или милливольтах и носит название окислительно-восстановительного потенциала (Eh).

Величина окислительно-восстановительного потенциала (ОВП) позволяет судить о состоянии каждой окислительно-восстановительной системы в природной воде.

Сведения о состоянии среды важны потому, что вещества, находящиеся в разных формах валентности, обладают разными физико-химическими свойствами, а следовательно, миграционными способностями.

При гидрохимических исследованиях очень важно уметь определять ОВП и оценить условия, благоприятствующие проявлению высшей и низшей валентности отдельных систем.

ОВП каждой системы зависит от свойства составляющего эту систему элемента, от соотношения концентрации ионов этого элемента, находящихся в окислительной и восстановительной форме, от температуры раствора и от значения pH.

ОВП определяется по уравнению Нернста:

$$Eh = Eh^0 + \frac{0.0001983 \cdot T}{n} \cdot \lg \frac{a_{îêèñ}}{à_{âîññò}}$$

где Eh^o – нормальный окислительно-восстановительный потенциал;

n - число электронов, участвующих в реакции;

T - абсолютная температура системы;

$a_{окис.}$ и $a_{восст.}$ – термодинамические активности окисленной и восстановленной форм.

Для t = 25^{o}C уравнение Нернста имеет следующий вид:

$$Eh = Eh^0 + \frac{0,059}{n} \cdot \lg \frac{a_{îêèñ}}{à_{âîññò}}$$

Например, для системы $Fe^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow Fe^{2+}$, $Eh^o = +0,771$ (справочное значение):

$$Eh = 0,771 + 0,059 \cdot \lg \frac{a_{Fe^{3+}}}{\grave{a}_{Fe^{2+}}}$$

Основными потенциалзадающими системами подземных вод являются системы кислорода, серы, в меньшей степени железа, азота, органических веществ.

Например, кислород, входя в состав воды, образует окислительно-восстановительную систему, которая в зависимости от pH может быть выражена уравнениями:

$$O_2 + 4H^+ + 4\bar{e} \leftrightarrow 2H_2O$$

$$O_2 + 2H_2O + 4\bar{e} \leftrightarrow 4OH^-$$

Значение Eh при содержаниях O_2 выше 7 мг/л находятся в пределах от +350 до +700 мВ. При меньших содержаниях O_2 Eh быстро снижается, оставаясь все же положительным.

Сера занимает особое положение в геохимических процессах и обладает способностью менять валентность от S^{2-} до S^{6+} образуют ряд промежуточных форм. В природных условиях сера устойчива; в восстановительной форме – S^{2-}, HS-, H_2S; в молекулярной форме – S_2; в окисленной форме – SO_4^{2-}

В природных водах обратимой потенциалзадающей системой часто является $S_{mb} + 2\bar{e} \leftrightarrow S^{2-}$ (в зависимости от значения pH среды ионы S^{2-} подвергаются гидролизу с образованием HS^- и H_2S).

Наличие сероводорода выше 5-10 мг/л указывает на низкий (ниже – 100 мВ) ОВП.

Железо является наиболее распространенным элементом в породах и природных водах. Поэтому система $Fe^{3+} + \bar{e} \leftrightarrow Fe^{2+}$ является важной потенциалзадающей системой и ОВП зависит от значения pH среды, резко

снижаясь при повышении pH. Железо (десятки мг/л) при pH > 5 находится в водах в виде двухвалентного иона, что свидетельствует о восстановительных условиях.

Органические вещества – их роль как потенциалзадающих веществ очень велика. Многие из органических веществ в природных водах обладают восстановительными свойствами.

Значение ОВП подземных вод изменяется в широком диапазоне от +0,7 до –0,3 В. Поверхностные и грунтовые воды – от +0,15 до +0,7 В. Подземные воды глубоких частей артезианских бассейнов – от 0 до –0,5 В; от –0,6 до –0,7 в сильнощелочных рассолах в гипсах. Величины ОВП обычно уменьшаются с глубиной, но в некоторых условиях (участки разгрузки, болота) отрицательные значения ОВП наблюдаются и на дневной поверхности.

Большое распространение получили Eh – pH диаграммы, которые позволяют судить о возможных равновесиях и миграционных формах (рис. 4.3).

Экспериментальное определение абсолютного потенциала системы представляет пока невыполнимую задачу, но поскольку всякой химической реакции соответствует всегда разность потенциалов 2-х систем, то значение абсолютных значений потенциалов не требуется. Условно принимают потенциал одной системы равным нулю и используют эту систему в качестве стандартной для выражения потенциалов отдельных систем. Поэтому всегда измеряют разность потенциалов. Стандартом служит реакция $H_2 = 2H^+ + 2\bar{e}$. Окислительный потенциал этой реакции при $a_{н+}$ и $p_{н2}$, равный единице, условно принимают равным нулю. Соответственно, электродом сравнения, потенциал которого принимают равным нулю, является электродный водород (платина в растворе кислоты, насыщенной водородом при активности ионов H^+, равной единице и давлении водорода 0,1 МПа). Но для удобства работы в качестве электрода сравнения может быть использован любой другой электрод, потенциал которого по отношению к водородному электроду известен.

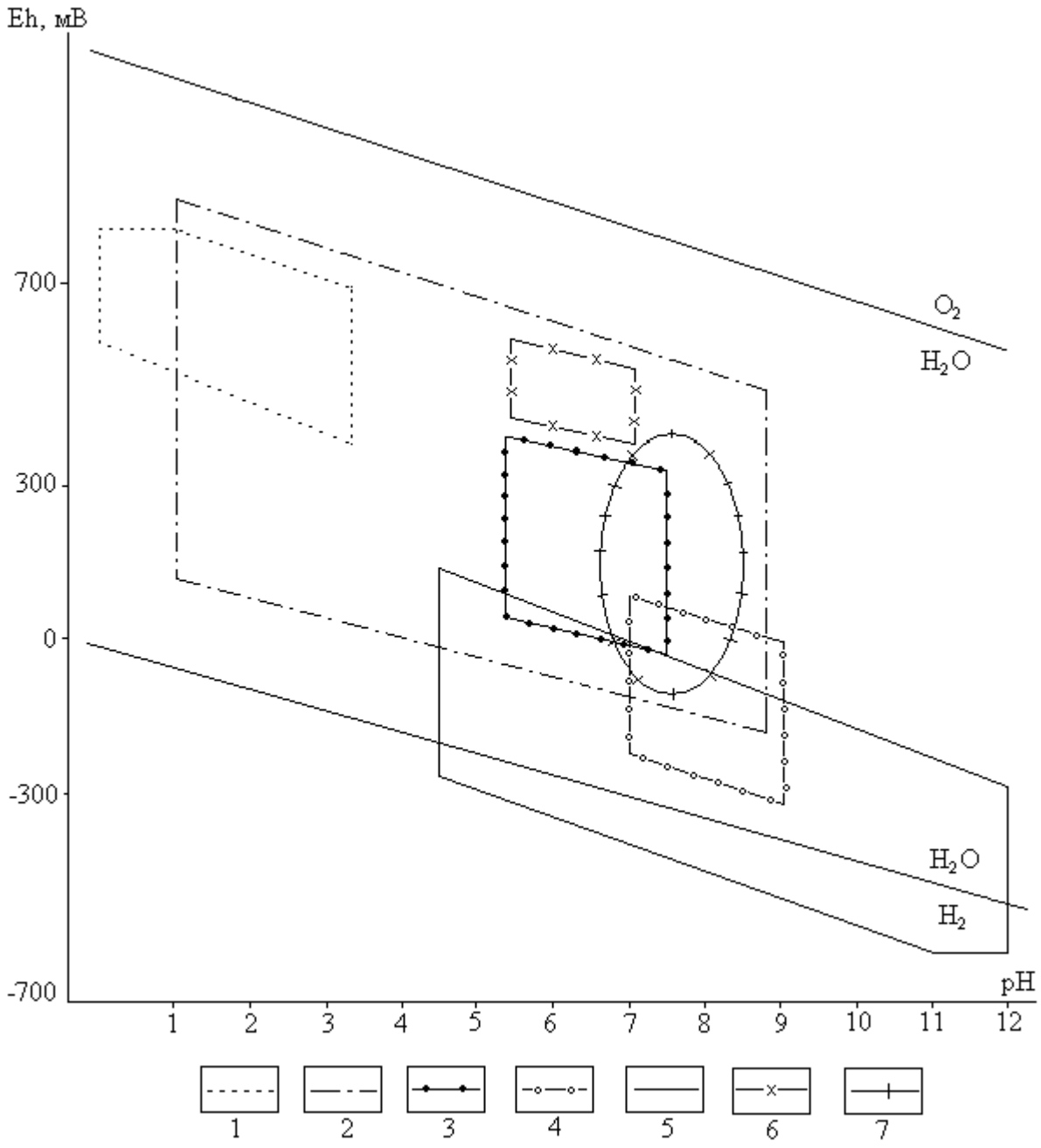


Рис. 4.3. Положение различных типов природных вод на Eh – pH диаграмме

Подземные воды: 1 – кислые термальные, районов современного магнетизма; 2 – грунтовые, в том числе воды зон окисления (pH < 4) и цементации (pH > 6) сульфидных месторождений; 3, 4 – минеральные (3 – углекислые, 4 – азотные термальные); 5 – рассолы артезианских бассейнов, атмосферные; 6 – дождевые. Поверхностные воды: 7 – морские, океанические.

В практике гидрохимических исследований обычно применяют хлорсеребряный электрод. При использовании этого электрода к разности потенциалов добавляют потенциал при 20°С, равный +200 мВ. Поэтому Eh реальных подземных вод равен эдс, возникающей в системе (показания индикаторного электрода), плюс 200 мВ.

В качестве индикаторных электродов употребляют платиновые или платинированные электроды, представляющие собой тонкий слой платины на какой-либо инертной поверхности (стекло, кварц, фарфор).

Воспроизводимые результаты определения Eh подземных вод при наличии в этих водах обратимых систем веществ с переменной валентностью при их содержании более $1 \cdot 10^{-6}$ моль/л.

Техника измерения окислительно-восстановительного потенциала на приборе ЭН-12 не отличается от измерения pH среды.

Задание:

Измерить окислительно-восстановительный потенциал растворов. По графику (рис. 4.3) определить тип исследуемой воды.

5. Построение и анализ карт гидроизогипс

Грунтовые воды - подземные воды первого от поверхности постоянно существующего водоносного горизонта, залегающего на первом выдержанном водоупорном пласте.

Форма поверхности грунтовых вод определяется водопроницаемостью пород, условиями питания водоносного горизонта, конфигурацией берегов рек, к которым стекают грунтовые воды, понижением водоупора, мощностью водоносного пласта и т. д.

О форме их поверхности можно судить по карте изогипс.

Гидроизогипсами называют линии, соединяющие точки одинаковой абсолютной высоты поверхности грунтовых вод, или иначе - это линии - горизонтали зеркала грунтовых вод.

Для построения карты изогипс пользуются данными замеров глубин залегания уровней грунтовых вод в скважинах, шурфах, колодцах, горных выработках, отметками источников, сведениями водомерных постов на поверхностных водоемах.

Так как уровень грунтовых вод постоянно изменяется под влиянием различных природных и искусственных факторов, все данные, используемые при построении карт изогипс, должны быть взяты на одну дату, т. е. получены по одновременным замерам всех точек наблюдения, поэтому карты изогипс всегда датируются.

Карты изогипс составляют в масштабах от 1:10000 до 1:200000 в зависимости от характера и стадии гидрогеологических исследований. Сечение гидроизогипс выбирают в зависимости от принятого масштаба карты, пустоты пунктов наблюдений за уровнем грунтовых вод, уклона их поверхности. Обычно берут сечения 0,5, 1, 2, 5 и более м.

Глубина залегания грунтовых вод в каждой точке замера пересчитывается на абсолютные или относительные отметки:

$$H_в = H_з - h,$$

где $H_в$ - абсолютная отметка уровня грунтовых вод;

$H_з$ - абсолютная отметка поверхности земли;

h - глубина залегания подземных вод.

Вычисленные отметки уровня грунтовых вод наносятся на топографическую основу и методом интерполяции строят изогипсы.

Наиболее удобно интерполировать отметки по способу треугольников: все точки, по которым производятся замеры, соединяют линиями, образующими треугольники. При интерполяции этим методом должны

соблюдаться следующие правила:

Линии, образующие треугольники, необходимо проводить так, чтобы длинная сторона была перпендикулярна к направлению падения потока.

Нельзя интерполировать точки, расположенные по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов. При наличии таких водотоков определять отметки урезов рек по водомерным постам и использовать их при интерполяции как точки выхода грунтовых вод на урезе реки (предварительно должен быть проанализирован характер дренирования грунтовых вод).

Не следует проводить интерполяцию между грунтами скважин, расположенных далеко друг от друга. Лучше проводить интерполяцию для каждой группы скважин отдельно, иначе можно исказить действительную форму поверхности грунтового потока.

При интерполяции удобно пользоваться палеткой на кальке в виде масштабной сетки, состоящей из системы параллельных линий, проведенных на расстоянии 2 - 5 мм. С помощью масштабной сетки пропорционально делят отрезки, соединяющие точки, отметки уровня которых подлежат интерполяции. После интерполяции соединяют точки с одинаковыми отметками; эти кривые и будут гидроизогипсами.

Необходимо отметить, что грунтовый поток обычно разбивается реками и поверхностными водоемами на отдельные, более мелкие потоки. Поэтому не следует интерполировать точки, расположенные по разные стороны поверхностных водотоков и водоемов. При наличии таких водотоков необходимо определять отметки урезов рек по водомерным постам и использовать их при интерполяции как точки выхода грунтовых вод на урезе реки.

Кроме карт гидроизогипс для целей проектирования и строительства могут составляться карты глубин залегания поверхности грунтовых вод, или карты гидроизобат. **Гидроизобатами** называют линии, соединяющие точки с

одинаковыми глубинами залегания грунтовых вод. Карты гидроизобат, так же как и гидроизогипс, строят методом интерполяции глубин залегания уровня грунтовых вод.

Чаще всего для решения различных практических задач, карты гидроизогипс и гидроизобат составляют на одной и той же топографической основе.

Анализ карт гидроизогипс позволяют составить краткую гидрогеохимическую характеристику участка. По карте гидроизогипс можно определить:

- Направление движения грунтовых вод на заданном участке.
- Глубину залегания грунтовых вод в любой точке или на любом участке.
- Уклон грунтового потока.
- Характер взаимосвязи грунтовых вод с поверхностными.
- Условия питания и разгрузки подземных вод.

Направление движения грунтовых вод определяется по нормам к 2-м смежным гидроизогипсам. Движение воды направлено от более высоких отметок уровня к более низким.

Глубину залегания грунтовых вод в любом заданном пункте определяют по разности отметок горизонтами рельефа и гидроизогипсы.

Уклон потока подземных вод (J) определяется для любого заданного участка карты делением сечения карты гидроизогипс на кратчайшие расстояния между двумя гидроизогипсами, взятые в масштабе карты:

$$J = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

где H_1 и H_2 – отметки уровня грунтовых вод в двух точках;

L – расстояние между этими точками в масштабе карты.

Для определения уклона грунтового потока выбирается участка с

наиболее равномерным и прямолинейным распределением гидроизогипс.

Связь грунтовых вод с поверхностными определяется по характеру сопряжения гидроизогипс с водоемами; если грунтовый поток направлен к реке, то он дренируется ею, если потоку грунтовых вод направлен от реки – река дренируется грунтовыми водами.

По соотношению и характеру изменения гидроизогипс могут быть выделены водоразделы подземных вод, участки их питания и разгрузки.

Участки замкнутых гидроизогипс с высокими отметками указывают на положение водоразделов грунтовых вод, где условия питания наиболее благоприятны.

Зоны с нулевой глубиной до воды указывают на участки выхода подземных вод на поверхность земли.

Задание. Построить карту гидроизогипс на топографической основе заданного масштаба, используя данные таблицы 5.1.

Абсолютная отметка горизонта реки (по водомерному посту) = 22,0 м. Уклон реки на всем участке равномерный J=0,0004 (0,4 м на 1 км).

Необходимо:

1. Пользуясь приведенными данными по буровым скважинам, шурфам, колодцам, источникам и водомерному посту на реке – провести на карте гидроизогипсы через 1 м.
2. Определить направление движения подземных вод, показать его стрелками на карте, на характерных участках определить гидравлический уклон потока.
3. Определить по карте, на какой глубине можно встретить подземные воды, выделить зоны с различной глубиной (до 1 м, 1-3 м, 3-6 м, 6 м).
4. Охарактеризовать условия питания и разгрузки подземных вод.
5. Определить характер взаимосвязи реки и подземных вод, выявить влияние оврагов на поверхность подземных вод.

Таблица 5.1

Данные для построения карты гидроизогипс

№ на карте	Пункт замера	Абсолютная отметка земли в метрах	Глубина от поверхности земли, м
1	Буровая скважина	35,0	5,2
2	-“-	27,5	1,5
3	Шурф	23,9	1,0
4	Буровая скважина	27,0	2,2
5	Шурф	25,2	1,2
6	Буровая скважина	31,1	4,8
7	-“-	32,3	4,7
8	-“-	34,9	5,5
9	-“-	32,5	6,2
10	-“-	26,0	2,0
11	Колодец	23,5	1,0
12	Буровая скважина	34,0	5,0
13	-“-	37,0	6,5
14	-“-	35,1	6,3
15	-“-	31,2	5,0
16	Шурф	21,8	0,8
17	-“-	21,7	0,8
18	Буровая скважина	34,7	6,5
19	-“-	31,8	5,4
20	-“-	28,0	3,2
21	Шурф	20,1	1,0
22	Буровая скважина	29,5	3,5
23	-“-	25,4	1,4
24	Колодец	21,9	0,4
25	-“-	21,2	1,1
26	Шурф	18,9	0,2
27	Колодец	21,2	0,7
28	Шурф	23,8	1,6
29	-“-	26,4	2,2
30	Буровая скважина	33,0	5,2
31	-“-	34,9	6,2
32	Источник	24,0	-
33	Источник в обрыве реки	25,5	-
34	Источник	26,0	-
35	Буровая скважина	25,8	0,9
36	-“-	24,0	0,3

6. Построение и анализ карт гидроизопьез

Подземные воды, залегающие между двумя водоупорами и обладающие напором, называют *артезианскими.* Они заполняют водоносный пласт на всю его мощность. При вскрытии таких водоносных пластов буровыми скважинами уровень воды в них поднимается выше кровли водоносного пласта. Этот уровень называется *напорным* или *пьезометрическим.* Иногда уровень воды в скважинах, вскрывших водоносный пласт, поднимается выше поверхности земли, и вода из них изливается на поверхность.

Распределение пьезометрических уровней на площади распространения артезианских вод определяется соотношением их отметок в области питания и разгрузки. Пьезометрическая поверхность не является реальной поверхностью воды, пьезометрический уровень устанавливается только в скважинах, вскрывших артезианский водоносный пласт. На тех участках, где отсутствуют скважины, пьезометрический уровень можно установить по картам гидроизопьез.

Гидроизопьезами (пьезоизогипсами) называются линии, соединяющие точки с одинаковыми абсолютными отметками пьезометрического уровня. Совокупность таких линий образует *карту гидроизопьз*. Изопьезы являются линиями напоров, а линии, проведенные перпендикулярно к ним, показывают направление движение потока и называются *линиями токов*. *Избыточный напор ΔНизб* – это высота столба воды над кровлей пласта, характеризующая дополнительный (по отношению к атмосферным условиям) напор, под которым находятся подземные воды в данном водоносном горизонте. Определяется он как разность отметок кровли и пьезометрической поверхности. Аналогичное содержание имеет понятие избыточное пластовое давление.

Для построения карт гидроизопьез необходимо располагать данными о глубине залегания пьезометрического уровня в скважинах, колодцах и других

горных выработках, необходимо иметь абсолютные отметки их устьев. Кроме водопунктов, расположенных в зоне напора артезианских вод, необходимо использовать отметки источников, урезов рек, расположенных в областях питания и разгрузки артезианских вод и имеющих гидравлическую связь с подземными водами. По имеющимся водопунктам вычисляются абсолютные отметки пьезометрического уровня, и методом интерполяции строят карты гидроизопьез.

Карты гидроизопьез строят в масштабах от 1:25000 до 1:200000 в зависимости от характера и стадии гидрогеологических исследований. Сечение гидроизопьез выбирают в зависимости от принятого масштаба карты, густоты пунктов наблюдений за уровнем подземных вод, уклона их поверхности. Обычно берут сечения 0,5, 1, 2, 5 и более м. Карты гидроизопьез могут совмещаться с картами изолиний кровли и подошвы водоносного пласта.

При построении карт гидроизопьез необходимо учитывать некоторые особенности, связанные с условиями залегания артезианских вод. Водоносные горизонты артезианских вод изолированы сверху от влияния метеорологических факторов толщей водоупорных пород, поэтому пьезометрические уровни не испытывают заметных колебаний во времени. Следовательно, при построении карт гидроизопьез можно использовать разновременные замеры уровней воды по водопунктам. Артезианские воды не имеют обычно прямой гидравлической связи с водами поверхностных водотоков и водоемов, поэтому возможно интерполировать между собой точки, расположенные на разных склонах речных долин и оврагов.

Карта гидроизопьез отражает форму пьезометрической поверхности артезианских вод, поэтому по такой карте можно определить важные гидрогеологические показатели водоносного пласта и охарактеризовать основные особенности его строения.

Форма пьезометрической поверхности во многом определяется

водопроницаемостью пород и мощностью водоносного пласта.

Теоретически в однородных по водопроницаемости пластах постоянной мощности пьезометрическая поверхность должна иметь вид плоскости (в сечении – прямая линия), а гидроизопьезы – вид прямых, расположенных друг от друга на одинаковом расстоянии. В действительности, вследствие фильтрации воды через кровлю и подошву пласта и проявления упругих сил в воде и в водоносной породе, пьезометрическая поверхность имеет изогнутый вид. По сгущению и разряжению гидроизопьез судят об изменении мощности водоносного горизонта или водопроницаемости пород. Если водопроницаемость пород увеличивается вниз по потоку, пьезометрическая поверхность выполаживается – гидроизопьезы разреживаются. При уменьшении водопроницаемости пьезометрическая поверхность становится круче, а гидроизопьезы сгущаются. Если мощность водоносного пласта увеличивается по потоку, пьезометрическая кривая выполаживается, а при уменьшении мощности она становится круче.

По карте гироизогипс можно судить о связи напорных вод поверхностными водоемами и водотоками. Если русло реки врезано в водоносный горизонт, связь осуществляется непосредственно: напорные воды стекают в реку. Гидроизопьезы вблизи реки изменяют свою форму, «упираясь» в реку, в пьезометрической поверхности образуется понижение – депрессия. При затрудненной гидравлической связи напорного водоносного пласта пьезометрическая поверхность вблизи реки имеет слабо изогнутый вид. Отметки гидроизопьез значительно выше отметок уровня воды в реке и пересекают ее.

По карте гидроизопьез можно также решить и другие вопросы:

1) определить направление движения подземных вод на заданном участке, вычислить уклон пьезометрической поверхности;
2) выяснить глубину до воды или отметку уровня воды в любой

заданной точке; определить для любой точки высоту напора воды над кровлей водоносного пласта;

3) выделить участки, где отметки пьезометрического уровня превышают отметки поверхности земли, где возможен самоизлив;
4) определить области питания, напора и разгрузки горизонта напорных вод.

Задание. Построить карту гидроизопьез окского и каширского водоносных горизонтов на топографической основе, используя данные таблиц 7.4 и 7.5.

Карты гидроизопьез должны сопровождаться гидрогеологическими разрезами, построенными по данным бурения скважин. На разрезах показывают стратиграфические границы, литологический состав пород, отметки пьезометрического уровня, высоту напора и другие данные.

7. Построение и анализ гидрогеологических разрезов

Гидрогеологические разрезы – широко применяемая форма графической обработки и обобщения информации, разрезы характеризуют гидрогеологические условия территории в вертикальном разрезе.

Гидрогеологические разрезы характеризуют условия залегания и приуроченность подземных вод к различным горным породам, их связь с поверхностными водами, положение уровня подземных вод.

Построение разрезов выполняется в следующей последовательности:

1) выбирается наиболее информативный участок, где линия разреза пересекает различные геоморфологические элементы, зоны разломов, долины рек;
2) выбирается горизонтальный и вертикальный масштабы разреза. Горизонтальный масштаб должен соответствовать масштабу карты,

вертикальный масштаб должен обеспечить четкое изображение условий залегания и взаимосвязи водоносных горизонтов и комплексов, рек и т. п.;

3) строится гипсометрический профиль, на котором вертикальными линиями показывается местоположение скважин, отметки их устья и забоя, показывается рельеф поверхности земли. По данным бурения строят геолого-литологические колонки, проводят геологические и литологические границы пород, зоны разломов. Наносят положение уровня подземных вод по замерам в скважинах, колодцах, шурфах, источниках и др. На основании гидрогеологических данных выделяют водоносные горизонты и комплексы, разделяющие их водоупоры, указывают интервалы опробования, количественные показатели изученных свойств.

Для построения разреза необходимы топографическая карта, геологический и геоморфологический профили по выбранному направлению, геолого-литологические колонки скважин, шурфов и других выработок, находящихся на линии разреза или вблизи него, результаты наблюдений за уровнем подземных вод в скважинах, колодцах и др. выработках, результаты наблюдений на гидрометрических постах, специализированные исследования в скважинах и т. п.

Гидрогеологические разрезы анализируют в следующем порядке:

1. Устанавливают водоносные горизонты, условия их залегания, состав пород и данные об уровнях подземных и поверхностных вод.
2. Определяют мощность водоносного пласта как разность отметок его кровли и подошвы, величину напора над кровлей как разность отметок между пьезометрическим уровнем и кровлей пласта. Зоны, где поверхность земли располагается ниже пьезометрической кривой, выделяют как участки возможного самоизлива. Глубина

безнапорных подземных вод определяется как разность отметок поверхности земли и уровня подземных вод, мощность - разностью отметок зеркала подземных вод и водоупорной подошвой водоносного пласта; определяют мощность и строение зоны аэрации, устанавливают наличие относительно водоупорных прослоев в зоне аэрации, т. к. на них может формироваться верховодка, возможно создание и зон местного напора.

3. Характеризуют условия движения подземных вод; направление, уклон потока на разных участках.
4. Выделяют вид, условия питания и разгрузки подземных вод, местоположение областей питания и разгрузки.
5. Устанавливают характер и интенсивность взаимосвязи между водоносными горизонтами из литолого-фациального анализа разреза и соотношений напоров смежных водоносных горизонтов, характера изменения этих соотношений по разрезу.

Задание. Построить гидрогеологические разрезы по карте гидроизогипс и гидроизопьез, используя данные таблиц 7.1 – 7.5.

Таблица 7.1

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по линии I- I по карте гидроизогипс

№ слоя (сверху вниз)	Мощность слоя, м	Геолог. индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина выработки, м
			скважина 18	20
1	4,8	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	14,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	1,2	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 19	18
1	2,4	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	12,6	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	3,0	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 20	15
1	1,3	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	9,6	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	4,1	Q_{III}	глина плотная	
			колодец 27	3
1	3,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
			шурф 28	10
1	6,8	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
2	3,2	Q_{III}	глина плотная	
			шурф 29	10
1	1,2	Q_{IV}	суглинок делювиальный	
2	8,8	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
			скважина 31	20
1	4,8	Q_{IV}	суглинок делювиальный	
2	13,2	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	2,0	Q_{III}	глина плотная	

Таблица 7.2

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по линии II- II по карте гидроизогипс

№ слоя (сверху вниз)	Мощность слоя, м	Геолог. индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина выработки, м
			скважина 1	20
1	3,4	Q_{IV}	суглинок делювиальный, плотный, водонепроницаемый	
2	15,2	Q_{IV}	песок разнозернистый	
3	1,4	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 2	15
1	11,4	Q_{IV}	песок разнозернистый	
2	3,6	Q_{III}	глина плотная	
			шурф 3	3
1	2,8	Q_{IV}	песок разнозернистый	
2	0,2	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 4	15
1	1,8	Q_{IV}	суглинок делювиальный с дресвой и щебнем	
2	9,4	Q_{IV}	песок разнозернистый	
3	3,8	Q_{III}	глина плотная	
			шурф 5	3
1	3,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
			скважина 6	20
1	3,2	Q_{IV}	суглинок элювиально-делювиальный, плотный	
2	11,6	Q_{IV}	песок разнозернистый	
3	5,2	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 35	10
1	8,4	Q_{IV}	песок разнозернистый	
2	1,6	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 7	20
1	2,4	Q_{IV}	суглинок делювиальный, плотный, водонепроницаемый	
2	13,6	Q_{IV}	песок разнозернистый	
3	4,0	Q_{III}	глина плотная	

Таблица 7.3

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по линии III- III по карте гидроизогипс

№ слоя (сверху вниз)	Мощность слоя, м	Геолог. индекс	Литологическая характеристика пород	Глубина выработки, м
			скважина 13	25
1	23,5	Q_{IV}	песок кварцевый, разнозернистый	
2	1,5	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 14	20
1	18,6	Q_{IV}	песок кварцевый, разнозернистый	
2	1,4	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 15	18
1	2,5	Q_{IV}	суглинок делювиальный	
2	12,6	Q_{IV}	песок кварцевый, разнозернистый	
3	2,9	Q_{III}	глина плотная	
			шурф 16	3
1	0,5	Q_{IV}	суглинок делювиальный	
2	2,5	Q_{IV}	супесчаные торфяники	
			шурф 17	2
1	2,0	Q_{IV}	супесчаные торфяники	
			скважина 36	10
1	0,5	Q_{IV}	суглинок делювиальный	
2	6,5	Q_{IV}	песок кварцевый, разнозернистый	
3	3,0	Q_{III}	глина плотная	
			скважина 12	15
1	0,7	Q_{IV}	суглинок делювиальный, водонепроницаемый	
2	9,0	Q_{IV}	песок аллювиальный, разнозернистый	
3	5,3	Q_{III}	глина плотная	

Таблица 7.4

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по карте гидроизопьез

№ скв. (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Отметка уровня воды, м
18 (98,7)	21	Аллювиальные водоносные пески	91,0
	17	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	91,0
	12	Глина карбона (каширский горизонт)	-
	63	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	64,8
	23	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	34 (вскрытая)	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	72,0
24 (98,5)	20	Аллювиальные водоносные пески	91,0
	19	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	91,0
	19	Глина карбона (каширский горизонт)	-
	64	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	65,0
	20	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	43 (вскрытая)	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	76,8
35 (152,7)	15	Четвертичные суглинки	-
	47	Юрские глины	-
	28	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	125,1
	16	Глины с песком (каширский горизонт)	-
	53	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	75,1
	9	Глины с песком (верейский горизонт)	-
	21	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	98,3
	21	Глины карбона (тульский горизонт)	-
37 (152,5)	17	Четвертичные суглинки	-
	45	Верхнеюрские глины	-
	24	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	141,6
	3	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	80	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	90,4
	3	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	50	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	100,0
	53	Глины карбона (тульский горизонт)	-

№ скв. (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Отметка уровня воды, м
33 (162,0)	10	Четвертичные суглинки	-
	63	Юрские глины	-
	40	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	152,0
	18	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	65	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	105,0
	12	Глины карбона опесчаненные (верейский горизонт)	-
	42	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	109,8

Таблица 7.5

Данные бурения, необходимые для построения гидрогеологического разреза по карте гидроизопьез

№ скв. (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Отметка уровня воды, м
2 (128,8)	26	Четвертичные суглинки	-
	46	Верхнеюрские глины с песком	-
	19	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	111,5
	10	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	41	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	94,0
	23	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	33	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	102,0
7 (131,2)	28	Четвертичные суглинки	-
	48	Верхнеюрские глины и пески	-
	24	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	111,0
	3	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	48	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	90,5
	25	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	47	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	102,0
8 (118,0)	29	Аллювиальные пески, водоносные	109,3
	13	Верхнеюрские глины с песком	-

Продолжение табл. 7.5

№ скв. (отметка устья, м)	Мощность слоя, м	Литологическая характеристика пород	Отметка уровня воды, м
	13	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	109,8
	5	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	70	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	80,3
	12	Глины с песком (верейский горизонт)	-
	33	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	85,0
12 (105,6)	26	Аллювиальные пески, водоносные	105,0
	0,5	Верхнеюрские глины	-
	15,5	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	105,0
	1,0	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	68	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	85,0
	29	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	30	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	80,2
35 (152,7)	15	Четвертичные суглинки	-
	47	Верхнеюрские глины	-
	28	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	125,1
	16	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	53	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	75,1
	9	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	39	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	98,3
	21	Глины карбона (тульский горизонт)	-
32 (163,5)	17	Четвертичные суглинки	-
	60	Верхнеюрские глины и пески	-
	26	Известняки карбона (подольский горизонт) трещиноватые, водоносные	125,0
	10	Глины карбона (каширский горизонт)	-
	65	Известняки карбона (каширский горизонт) трещиноватые, водоносные	95,2
	6	Глины карбона (верейский горизонт)	-
	42	Известняки карбона (окский горизонт) трещиноватые, водоносные	105,2

Список литературы

1. Гавич И. К., Лучшева А. А., Семенова-Ерофеева С. М. Сборник задач по общей гидрогеологии Уч. пос. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1985, 412 с.
2. Гореев П. В., Шемелина В. А., Шулякова О. К. Руководство к практическим занятиям по гидрогеологии: Уч. пос. для учащихся гидрогеологических специальностей геологоразведочных техникумов. М., Высш. школа, 1981, 152 с.
3. ГОСТ 25584-90. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации.
4. ГОСТ 9.602-89. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.
5. Кирюхин В. А., Коротков А. И., Павлов А. Н. Общая гидрогеология: Учебник для вузов. Л.: Недра, 1988, 359 с.
6. Методические разработки для лабораторных и практических работ по курсам «Гидрогеология» и «Инженерная геология» для специальностей 0108; 0101; 0105; и «Гидрогеология с основами инженерной геологии» для специальностей 0209; 0202; 0206. Часть 1. Свердловск, изд. СГИ, 1980, 45 с.
7. Основные положения по составлению серийных легенд государственных гидрогеологических карт масштаба 1:200000 и 1:1000000. М.: МПР РФ, 2001, 15 с.
8. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.

Лариса Петровна Парфенова
Ирина Александровна Долинина

ОБЩАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие по лабораторным занятиям по дисциплине «Общая гидрогеология» для студентов специальности 080300 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания (ГИГ)»

Корректура кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60×84 1/16
Печ. л. Уч.-изд. л. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство УГГГА
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральская государственная горно-геологическая академия
Лаборатория множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Б1.В.11.02 ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Автор: Екимова О.А., к.г.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Абатурова И.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 40 от 11.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Общие положения 3
Задание к контрольной работе 5
Требования к оформлению контрольной работы 10
Критерии оценки контрольных работ 20

Общие положения

Основная задача данных методических рекомендаций — оказать необходимую помощь, а также правильно направить усилия обучающегося на качественное выполнение контрольной работы по дисциплине. Методические рекомендации предназначены для обучающихся очной и заочной форм обучения и составлены с учётом современных требований к контрольным работам.

Контрольная работа — это письменная работа, которая является обязательной составной частью учебного плана образовательной программы высшего образования. В контрольной работе решаются конкретные задачи либо раскрываются определенные условием вопросы.

Требования к контрольной работе

Исходными данными для выполнения контрольной работы могут служить нормативные правовые акты, учебники и учебные пособия, статистические данные, результаты социологических исследований и др.

Перечень учебных дисциплин, по которым предусматривается выполнение контрольной работы, определяется учебными планами по направлению подготовки (специальности) по каждой форме обучения.

Кафедры имеют право разрабатывать и рекомендовать обучающимся методические пособия по написанию контрольных работ применительно к конкретной учебной дисциплине.

Завершенная контрольная работа, оформленная должным образом, подписывается обучающимся на титульном листе и сдается для окончательной проверки в деканат факультета (для обучающихся заочной формы) и на кафедры (для обучающихся очной формы обучения).

Срок сдачи контрольной работы определяется в соответствии с учебным планом и календарным учебным графиком и доводится до сведения обучающихся.

Организация учёта и выполнения контрольных работ обучающимися возлагается на деканат.

Порядок выбора варианта контрольной работы

Примерная тематика контрольных работ разрабатывается преподавателем кафедры и рекомендуется обучающимся. Все темы контрольной работы должны соответствовать объему теоретических знаний и практических навыков по дисциплине.

Структура и содержание контрольной работы

За все сведения, изложенные в контрольной работе, и за правильность всех данных ответственность несет студент - автор работы.

Структура контрольной работы содержит следующие обязательные элементы:

- титульный лист;
- план работы;
- основная часть;
- библиографический список;
- приложение(я) (при необходимости).

Титульный лист является первой страницей контрольной работы и оформляется по установленной форме (Приложение 1). Титульный лист не нумеруется.

В **плане работы** перечисляют основную часть контрольной работы, библиографический список и приложения (если имеются).

Содержание **основной части** работы должно соответствовать и раскрывать название темы контрольной работы.

Библиографический список включает изученную и использованную в контрольной работе литературу (не менее 3 источников). Библиографический список свидетельствует о степени изученности проблемы и сформированности у обучающегося навыков самостоятельной работы.

В приложения включаются связанные с выполненной контрольной работой материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть внесены в основную часть: справочные материалы, таблицы, схемы, нормативные документы, образцы документов, инструкции, методики (иные материалы), разработанные в процессе выполнения работы, иллюстрации вспомогательного характера, формулы и т.д.

Задание к контрольной работе

Определить величину водопритока в карьер.

1. Построить разрез по вариантам
2. Определить поверхностный приток воды в карьер
3. Определить подземный приток воды в карьер (исходя из своего варианта)

Варианты контрольной работы представлены в таблице.

Варианты заданий

Таблица 1

Данные для расчета притока дождевых вод

Номер варианта	Район	Слой осадков за теплый период (Нд), мм	Коэффициент поверхностного стока ($\Psi_д$)	досборная площадь карьера ($F_в$), га	Радиус водосборной площади ($r_в$), м
1	Сочи	828	определить самостоятельно	рассчитать самостоятельно	мерить по карте поверхности
2	Курган	288			
3	Владивосток	725			
4	Екатеринбург	392			
5	Барнаул	299			
6	Архангельск	382			
7	Уфа	358			
8	Нальчик	505			
9	Калининград	493			
10	Кемерово	344			
11	Краснодар	404			
12	Красноярск	367			
13	Москва	465			
14	Оренбург	221			
15	Томск	377			

Таблица 2

Данные для расчета притока талых вод

Номер варианта	Район	Слой осадков за холодный период (h_c), мм	оэффициент, учитывающий степень удаления снега из карьера
1	Сочи	789	0,5
2	Курган	89	0,6
3	Владивосток	89	0,7
4	Екатеринбург	112	0,5
5	Барнаул	117	0,5
6	Архангельск	174	0,6
7	Уфа	205	0,7
8	Нальчик	136	0,5
9	Калининград	306	0,5
10	Кемерово	94	0,6
11	Краснодар	290	0,7
12	Красноярск	104	0,5
13	Москва	225	0,6
14	Оренбург	134	0,7
15	Томск	171	0,5

Таблица 3

Данные для расчета притока ливневых вод

мер варианта	Район	z_{mid}	n	q_{20}	P	m_r	γ	t_{con}	t_{can}	t_p
1	Сочи	),064	0,62	140	5	90	1,54	10	0	0
2	Курган	),064	0,60	65	2	90	1,54	15	0	0
3	Владивосток	),064	0,36	100	5	80	1,54	20	0	0
4	Екатеринбург	),064	0,71	70	2	150	1,54	10	0	0
5	Барнаул	),064	0,69	70	5	130	1,54	10	0	0
6	Архангельск	),064	0,4	40	2	130	1,33	15	0	0
7	Уфа	),064	0,65	40	5	50	2	20	0	0

8	Нальчик	0,064	0,62	120	2	90	1,54	10	0	0
9	Калининград	0,064	0,62	60	5	120	1,33	10	0	0
10	Кемерово	0,064	0,6	70	2	90	1,54	15	0	0
11	Краснодар	0,064	0,62	140	5	90	1,54	20	0	0
12	Красноярск	0,064	0,6	70	2	90	1,54	10	0	0
13	Москва	0,064	0,62	80	5	120	1,33	15	0	0
14	Оренбург	0,064	0,71	50	2	150	1,54	20	0	0
15	Томск	0,064	0,6	40	5	90	1,54	10	0	0

Таблица 4

Исходные данные

Номер варианта	эффи-циент фильтр-ации (к), м/сут	Глубина карьера, м	крытая мощность безнапорного водоносного горизонта (h), м	скрытая величина напора от подошвы водоносного горизонта (H), м	Вскрытая мощность водоносных пород (m), м	Приве-денный радиус карьера ($r_{кн}$), м	ни-жение (S), м
1	0,1	15	определить самостоятельно по разрезу	определить самостоятельно по разрезу	определить самосто-ятельно по разрезу	мерить по карте поверх-ности*	определить самосто-ятельно по разрезу
2	2,0	20					
3	12,0	25					
4	0,5	30					
5	6	10					
6	10	25					
7	0,4	15					
8	15	40					
9	20	35					
10	4	10					
11	30	20					
12	1	30					
13	25	40					
14	15	50					
15	8	45					

Вариант №1

№ слоя	Глубина залегания, м		Геологи-ческий индекс	Литологическая характеристика	Данные о подземных водах	
	от	до			Глубина появления, м	Установившийся уровень, м
Скважина 1						
1	0,0	12,0	Q_{IV}	Супесь аллювиально-делю-виальная, водоносная	5,0	5,0
2	12,0	20,0	Q_{III}	Глина светло-коричневая, плотная		
Скважина 2						
1	0,0	4,0	Q_{IV}	Супесь аллювиально-делю-виальная, водоносная	2,0	2,0
2	4,0	6,0	Q_{III}	Глина светло-коричневая, плотная		
Шурф 3						
1	0,0	1,0	Q_{IV}	Супесь аллювиально-делю-виальная, водоносная	0,8	0,8
2	1,0	2,0	Q_{III}	Глина светло-коричневая,		

				плотная		
Шурф 5						
1	0,0	2,0	Q_{IV}	Супесь аллювиально-делювиальная, водоносная	1,2	1,2
2	2,0	3,0	Q_{III}	Глина светло-коричневая, плотная		
Скважина 6						
1	0,0	8,0	Q_{IV}	Супесь аллювиально-делювиальная, водоносная	4,8	4,8
2	8,0	15,0	Q_{III}	Глина светло-коричневая, плотная		

Вариант №2

№ слоя	Глубина залегания, м		Геологический индекс	Литологическая характеристика	Данные о подземных водах	
	от	до			Глубина появления, м	Установившийся уровень, м
Скважина 13						
1	0,0	9,0	S_2	Туфы порфиритов трещиноватые	6,5	6,5
2	9,0	25,0	S_2	Туфы порфиритов монолитные		
Скважина 14						
1	0,0	9,0	S_2	Туфы порфиритов трещиноватые	6,0	6,0
2	9,0	20,0	S_2	Туфы порфиритов монолитные		
Скважина 9						
1	0,0	8,0	S_2	Туфы порфиритов трещиноватые	6,0	6,0
2	8,0	14,0	S_2	Туфы порфиритов монолитные		
Скважина 4						
1	0,0	3,0	S_2	Туфы порфиритов трещиноватые	2,2	2,2
2	3,0	10,0	S_2	Туфы порфиритов монолитные		

Вариант №3

№ слоя	Глубина залегания, м		Геологи-ческий индекс	Литологическая характеристика	Данные о подземных водах	
	от	до			Глубина появления, м	Установившийся уровень, м
Скважина 13						
1	0,0	13,0	Q_{II}	Глина плотная	13,0	11,0
2	13,0	14,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
3	14,0	16,0	Q_{I}	Глина плотная		
Скважина 14						
1	0,0	12,0	Q_{II}	Глина плотная	12,0	10,0
2	12,0	14,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
3	14,0	20,0	Q_{I}	Глина плотная		
Скважина 15						
1	0,0	9,0	Q_{II}	Глина плотная	9,0	6,5
2	9,0	10,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
3	10,0	12,0	Q_{I}	Глина плотная		
Шурф 16						
1	0,0	0,5	Q_{II}	Глина плотная	0,5	1,0 над шурфом
2	0,5	2,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
Шурф 17						
1	0,0	0,5	Q_{II}	Глина плотная	0,5	0,7 над шурфом
2	0,5	2,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
Скважина 36						
1	0,0	2,5	Q_{II}	Глина плотная	2,5	1,0
2	2,5	4,0	Q_{II}	Песок разнозернистый		
3	4,0	10,0	Q_{I}	Глина плотная		

Требования к оформлению контрольной работы

К оформлению текста контрольной работы предъявляются определенные требования, предусмотренные государственными стандартами: ЕСКД ГОСТ 7.12-93; ГОСТ 2.105-95; ГОСТ 1.5-2002; ГОСТ 7.1-2003; ГОСТ Р 7.0.5–2008. Руководитель имеет право не принять от студента работу, если она оформлена не в соответствии с требованиями ГОСТа.

Контрольная работа может быть оформлена рукописным или машинописным способом в виде текста, подготовленного на персональном компьютере с помощью текстового редактора и отпечатанного на принтере на листах формата А4 с одной стороны. Текст на листе должен иметь книжную ориентацию, альбомная ориентация допускается только для таблиц и схем приложений. Основной цвет шрифта - черный.

Параметры страницы

Размер бумаги – А4 (297х210 мм).

Ориентация страницы – книжная.

Левое поле – 3 см.

Верхнее поле – 2 см.

Правое поле – 1,5 см.

Нижнее поле – 2 см.

Формат шрифта

Шрифт – Times New Roman.

Размер шрифта – 14 пт.

Масштаб шрифта – 100%.

Интервал – обычный.

Формат абзаца

Выравнивание – по ширине.

Отступ слева – 0 см.

Отступ справа – 0 см.

Отступ первой строки – 1,25 см (пять знаков).

Межстрочный интервал – 1,5.

Интервал перед и после каждого абзаца – 0 пт.

Страницы нумеруются арабскими цифрами с соблюдением сквозной нумерации по всему тексту (нумерация страниц - автоматическая). Номер страницы проставляется в центре нижней части листа без точки. В общую нумерацию включают титульный лист, план работы, но номер страницы на них не проставляют. Таким образом, работа начинается с 3-й страницы, номер которой также не проставляется, а первая цифра нумерации страниц текста появляется на второй странице основной части работы, это цифра «4». Приложения включаются в общую нумерацию страниц.

Цифровой (графический) материал (далее - материалы), как правило, оформляется в виде таблиц, графиков, диаграмм, иллюстраций и имеет по

тексту отдельную сквозную нумерацию для каждого вида материала, выполненную арабскими цифрами.

Правила оформления таблиц

Таблицы применяют для большей наглядности результатов расчета, анализа и удобства сравнения различных показателей. Таблица представляет собой способ подачи информации в виде перечня сведений, числовых данных, приведенных в определенную систему и разнесенных по графам (колонкам).

Таблицы должны иметь названия и порядковую нумерацию. Название таблицы должно отражать ее содержание, быть точным, кратким. Название следует помещать над таблицей. Таблицы основной части текста нумеруются арабскими цифрами сквозной нумерацией. (*Пример:* Таблица 1 - Характеристика основных видов выпускаемой продукции). Слова в названии таблицы, в заголовках граф переносить и сокращать нельзя. Таблица не нумеруется, если в тексте она одна. В конце заголовка точку не ставят, заголовок не подчеркивают.

При переносе таблицы на следующую страницу пронумеровывают ее графы и повторяют их нумерацию на следующей странице; заголовок таблицы не воспроизводят, но над ней помещают выделенные курсивом слова «Окончание таблицы 1» или «Продолжение таблицы 1». В таблицах допускается применение 12 размера шрифта.

В каждой таблице следует указывать единицы измерения показателей и период времени, к которому относятся данные. Если единица измерения в таблице является общей для всех числовых табличных данных, то её приводят в заголовке таблицы после её названия.

При использовании в работе материалов, заимствованных из литературных источников, цитировании различных авторов, необходимо делать соответствующие ссылки, а в конце работы помещать список использованной литературы. Не только цитаты, но и произвольное изложение заимствованных из литературы принципиальных положений, включаются в работу со ссылкой на источник. Ниже таблицы указывается источник, из которого приведены данные. Если таблица является

самостоятельной разработкой, то указывается, по каким источникам она составлена. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости, в приложении к документу.

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ п.п.	*№ пробы лаб*	*№ пробы пол*	*№ скв.*	*Глубина отбора, м*	*Плотность сух. г.п., г/см^3*	*Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, Мпа (среднее значение)*	*Примечание*
1	*105*	*1*	*66*	*11,8*	*3,06*	*158,4*	*Габбро ср/з*
2	*106*	*2*	*66*	*12,6*	*2,64*	*189,2*	*Кварц жильный, по трещинам с гидроокислами железа*

Или

Таблица 1 – Результаты испытаний

№ п.п.	**№ пробы лаб**	**№ пробы пол**	**№ скв.**	**Глубина отбора, м**	**Плотность сух. г.п., г/см^3**	**Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии, Мпа (среднее значение)**	**Примечание**
1	105	1	66	11,8	3,06	158,4	Габбро ср/з
2	106	2	66	12,6	2,64	189,2	Кварц жильный, по трещинам с гидроокислами железа

Правила оформления графического материала

К графическому материалу относят диаграммы, графики, схемы, рисунки, фотографии. Использование продуманных и тщательно подобранных иллюстраций там, где они возможны и нелишни, способно украсить любую студенческую письменную работу. Следует соблюдать соответствие графического материала тексту работы. Разрешается выполнять

иллюстрации в любых цветах на цветном принтере, обеспечивающем высокое качество печати.

Количество иллюстраций должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста. Иллюстрации могут быть расположены как по тексту документа (возможно ближе к соответствующим частям текста), так и в конце его. Иллюстрации, за исключением иллюстраций приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1».

Допускается нумерация графического материала в пределах раздела. В этом случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, которые разделяют точкой.

Рисунок 1.1, Рисунок 1.2 и т. д.

Графический материал каждого приложения нумеруют арабскими цифрами отдельной нумерацией, добавляя перед каждым номером обозначение данного приложения и разделяя их точкой.

Рисунок В.3

Слово «Рисунок» и его номер приводят под графическим материалом. Далее может быть приведено его тематическое наименование, отделенное тире.

Рисунок 1 - Детали прибора

При необходимости под графическим материалом помещают также поясняющие данные. В этом случае слово «Рисунок» и наименование графического материала помещают после поясняющих данных.

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2» при сквозной нумерации и «... в соответствии с рисунком 1.2» при нумерации в пределах раздела.

С помощью диаграмм графически изображается зависимость между двумя величинами. Диаграммы используются для того, чтобы сделать такую

зависимость более наглядной визуально и доступной для восприятия. По форме построения различают плоскостные, линейные (Рисунок 1) и объемные диаграммы. Чаще всего в контрольных работах используются линейные диаграммы и плоскостные, из последних – столбиковые (ленточные) и секторные.

Правила представления формул, написания символов

Формулы обычно располагают отдельными строками посередине листа или внутри текстовых строк. В тексте рекомендуется помещать формулы короткие, простые, не имеющие самостоятельного значения и не пронумерованные. Наиболее важные формулы, а также длинные и громоздкие формулы, содержащие знаки суммирования, произведения, дифференцирования, интегрирования, располагают на отдельных строках. Для экономии места несколько коротких однотипных формул, выделенных из текста, можно помещать на одной строке, а не одну под другой.

Нумеровать следует наиболее важные формулы, на которые имеются ссылки в последующем тексте. Порядковые номера формул обозначают арабскими цифрами в круглых скобках у правого края страницы.

Пример оформления формулы:

Плотность каждого образца ρ, кг/м^3, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \qquad (1)$$

где m - масса образца, кг;
V - объем образца, м^3.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, отделяют запятой.

Правила написания буквенных аббревиатур

В контрольной работе используются только общепринятые сокращения и аббревиатуры. В тексте работы могут быть использованы также вводимые автором буквенные аббревиатуры, сокращённо обозначающие какие-либо понятия из соответствующих областей знания. При этом первое упоминание таких аббревиатур указывается в круглых скобках после полного наименования, в дальнейшем они употребляются в тексте без расшифровки.

Правила оформления приложений

В приложениях помещается материал, дополняющий контрольную работу и носящий вспомогательный характер. Приложениями могут быть, например, графический материал, таблицы большого формата, расчеты, описания алгоритмов и т.д. Приложение оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах или выпускают в виде самостоятельного документа. В тексте документа на все приложения должны быть даны ссылки.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с первой прописной буквы отдельной строкой и выделяют полужирным шрифтом.

Приложения оформляются на отдельных листах, причем каждое из них должно иметь свой тематический заголовок и в правом верхнем углу страницы надпись «Приложение» с указанием его порядкового номера арабскими цифрами (например: Приложение 1, Приложение 2 и т.д.) Если в работе есть приложения, то на них дают ссылку в основном тексте работы.

Приложения, как правило, выполняют на листах формата А4. Допускается оформлять приложения на листах формата А3, А4× 3, А4× 4, А2 и А1 по ГОСТ 2.301.

Правила оформления библиографического списка

Библиографический список должен быть выполнен в соответствии с ГОСТ 7.82.2001 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления» и правилами библиографического описания документов ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Рекомендуется представлять единый список литературы к работе в целом. Список обязательно должен быть пронумерован. Каждый источник упоминается в списке один раз, вне зависимости от того, как часто на него делается ссылка в тексте работы.

Наиболее удобным является алфавитное расположение материала, так как в этом случае произведения собираются в авторских комплексах. Произведения одного автора расставляются в списке по алфавиту заглавий или по мере издания.

Примеры библиографического описания документов (ГОСТ 7.1-2003)

1. Нормативные правовые акты:

1. Конституция (Основной закон) Российской Федерации [Текст]: офиц. текст. – М.: Маркетинг, 2001. – 39 с.

2. Учебники и учебные пособия:

3. Словари

4. Статистические отчеты

5. Электронные ресурсы

Сайт

Уральский государственный горный университет [Электронный ресурс]: офиц. сайт. Екатеринбург, 2008. URL: https://edu.ursmu.ru (дата обращения: 17.03.2011).

Правила оформления ссылок на использованные литературные источники

Цитаты (выдержки) из источников и литературы используются в тех случаях, когда свою мысль хотят подтвердить точной выдержкой по определенному вопросу. Цитаты воспроизводятся в тексте контрольной работы с соблюдением всех правил цитирования (соразмерная кратность цитаты, точность цитирования). Цитированная информация заключаются в кавычки, и указывается номер страницы источника, из которого приводится цитата.

Если в цитату берется часть текста, т.е. не с начала фразы или с пропусками внутри цитируемой части, то место пропуска обозначается отточиями (тремя точками). В тексте необходимо указать источник приводимых цитат. Как правило, ссылки на источник делаются под чертой, внизу страницы (сноска), нумерация ссылок является сквозной.

Например: [1]Бондарик Г.К., Ярг Л.А. Инженерно-геологические изыскания. – М.: КДУ, 2008. – 424 с.

Если мысль из какого-нибудь источника излагается своими словами, то сноска должна иметь вид: «См.:» («смотри»), а затем выходные данные

произведения или документа. Если на странице работы повторно дается ссылка на один и тот же источник, то сноска должна иметь вид: «Там же. С. …». Возле цитаты в строке ставится цифра или звездочка, по которой под чертой определяется принадлежность цитаты. Цитаты можно приводить только по источнику, ссылка на который обязательна.

Такой порядок оформления ссылок на литературные источники позволяет избежать повторения названий источников при многократном их использовании в тексте.

Критерии оценки контрольных работ

Контрольная работа оценивается преподавателем отметками «зачтено» или «не зачтено».

В случае отметки «не зачтено» за контрольную работу преподаватель в письменной форме на титульном листе или плане работы должен дать комментарии по недочетам, допущенным студентом.

Приложение 1

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Вариант:_____

Тема:_____

_____

Специальность:

21.0.02 *ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ*

Специализация:
ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Автор работы: _____
Группа: _____

Руководитель работы:
_____

Оценка _____

Подпись _____

Екатеринбург
2024

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по учебно-методической работе
_____ В. В. Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ

Б1.В.11.02 ГОРНОПРОМЫШЛЕННАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЯ

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Автор: Екимова О.А., к.г.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры

Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

д.г.-м.н., проф. Абатурова И.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 40 от 11.09.2024
(Дата)

Рассмотрена методической комиссией

Факультета геологии и геофизики
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

к.г.-м.н., доц. Вандышева К.В.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 2 от 11.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ 6

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ 8

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ 10

ПОДГОТОВКА К ТЕСТИРОВАНИЮ 14

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ 15

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ 16

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 заданий 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 «Грунтоведение» 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 «*Горно-промышленная гидрогеология*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);
- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. вопросы для самопроверки);
- выполнение самостоятельного домашнего задания (практико-ориентированного задания (решение кейс-задач));
- подготовка к опросу;
- подготовка к зачету.

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

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

Тема 1. Влияние подземных вод на условия разработки месторождений полезных ископаемых

1. Укажите природные факторы, влияющие на обводненность месторождений.
2. Укажите искусственные факторы, влияющие на обводненность месторождений.
3. Назовите инженерно-геологические процессы, обусловленные подземными водами.
4. В каких процессах проявляется отрицательное влияние подземных вод на технологию горных работ.
5. В каких процессах проявляется отрицательное влияние подземных вод на качество полезного ископаемого.

Тема 2. Дренаж карьерных полей

1. Сформулируйте основные требования к обоснованию систем дренажа карьеров.
2. Перечислите основные типы месторождений, осваиваемых открытым способом по условиям дренажа.
3. Перечислите основные типы месторождений, осваиваемых подземным способом по условиям дренажа.
4. Перечислите устройства, используемые для дренажа.
5. Перечислите виды дренажных систем.
6. В чем особенности дренажа рабочего и нерабочего бортов.

Тема 3. Гидрогеологические исследования при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом

1. Перечислите основные системы разработки при добыче полезных ископаемых.
2. Назовите основные проблемы гидрогеологического характера, связанные с проходкой шахтных стволов в обводненных породах.
3. Перечислите методы, используемые при определении ЗВТ.
4. Чем могут быть вызваны прорывы подземных вод из толщи подработанных пород.
5. Какие исследования нужно провести для прогнозирования прорывов.

Тема 4. Фильтрационные расчеты осушения горных выработок

1. Перечислите основные задачи фильтрационных расчетов осушения.
2. Укажите основные моменты, которые должны приниматься во внимание при типизации гидрогеологических условий для целей осушения.
3. Перечислите общий порядок фильтрационного расчета.
4. Перечислите основные приемы схематизации профильной и плановой структуры потока.

5. Перечислите методы оценки водопритоков в горные выработки

Тема 5. Требования к изучению гидрогеологических условий при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых

1. Перечислите материалы, необходимые гидрогеологу для решения вопросов, связанных с осушением МПИ.
2. Какие характеристики водоносных горизонтов следует изучить при решении вопросов, связанных с осушением МПИ.
3. Назовите вид опытно-фильтрационных работ, дающий наиболее полную и достоверную информацию о гидрогеологических параметрах водоносных горизонтов.
4. Перечислите действия, предшествующие проведению опытно-фильтрационных работ.
5. Назовите цели, которые ставятся перед режимными наблюдениями в процессе строительства и эксплуатации горных предприятий.
6. Перечислите состав режимных наблюдений.
7. Опытно-эксплуатационное водопонижение: задачи, когда целесообразно проводить.
8. Назовите основные принципы гидрогеологической схематизации.

Тема 6. Охрана и рациональное использование подземных вод в горнодобывающих районах

1. Назовите факторы, определяющие масштабы и характер нарушений в естественном режиме подземных вод при горных разработках.
2. Что такое загрязнение подземных вод?
3. Что такое истощение подземных вод?
4. Какие горно-геологические и гидрогеологические факторы можно отнести к управляемым при оценке условий охраны подземных вод от истощения в процессе освоения месторождений?
5. Назовите основные мероприятия, обеспечивающие охрану подземных вод от истощения в горнодобывающих районах.
6. Перечислите критерии, которыми пользуются при оценке влияния загрязнения на качество подземных вод.
7. Назовите принципы типизации условий загрязнения подземных вод.
8. Назовите основные мероприятия, обеспечивающие охрану подземных вод от загрязнения в горнодобывающих районах.
9. Перечислите типы противофильтрационных экранов.
10. Назовите принципы, положенные в основу назначения зон санитарной охраны водозаборов из подземных вод.

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Влияние подземных вод на условия разработки месторождений полезных ископаемых

- подземные воды;
- обводненность;
- природные факторы обводненности;
- искусственные факторы обводненности;
- инженерно-геологические процессы.

Тема 2. Дренаж карьерных полей

- дренажные устройства;
- водопонижающие скважины;
- сквозные фильтры;
- иглофильтры;
- восстающие скважины;
- дренажные штреки;
- дренажные системы.

Тема 3. Гидрогеологические исследования при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом

- подземный способ отработки;
- зона водопроводящих трещин;
- геофизические иисследования;
- прорывы подземных вод.

Тема 4. Фильтрационные расчеты осушения горных выработок

- схематизация гидрогеологических условий;
- плановая структура потока;
- профильная структура потока;
- осушение;
- водные свойства;
- водопритоки.

Тема 5. Требования к изучению гидрогеологических условий при разведке и разработке месторождений полезных ископаемых

- опытно-фильтрационные работы;
- откачки;
- опытно-эксплуатационное водопонижение;
- режимные наблюдения.

Тема 6. Охрана и рациональное использование подземных вод в горнодобывающих районах вещественный состав массива грунтов;

- загрязнение;
- истощение;
- мероприятия;
- защита;
- противофильтрационный экран;
- зона санитарной охраны.

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 рамками 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 серьёзный,

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 – познако-

миться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

- изучающее – предполагает досконально 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 ТЕСТИРОВАНИЮ

Преподавание дисциплины связано с усвоением студентами целого ряда фундаментальных проблем и большого числа понятий. Тестовая форма самоконтроля знаний предполагает целенаправленное приобретение знаний и включает в себя такие основные стадии, как реальный опыт участника тестирования и практика самостоятельного освоения учебного материала.

Тестовые задания – это единичный элемент теста, состоящий из инструкции, задания и эталона ответа и имеющий оценочный показатель. Инструкция к тесту содержит указания, каким образом необходимо выполнять задания. Текст задания представляет собой содержательное наполнение и включает введение (информация, предшествующая вопросу), само задание и стимулирующий материал (рисунки, схемы, таблицы графики, фото). Правильный ответ – это эталон ответа, с которым будет сравниваться ответ тестируемого.

По форме все известные в теории и практике тестовые задания можно разделить на четыре основные группы.

Первую форму образуют задания с выбором одного или нескольких правильных ответов. Если в заданиях даются готовые ответы на выбор (обычно один правильный, остальные неправленые), то такие задания лучше называть заданиями с выбором одного правильного ответа, или тестовыми заданиями закрытого типа. Предложение нескольких альтернативных вариантов ответа позволяют студентам самостоятельно разобраться в том или ином вопросе, а также сформировать целостное представление основных проблем.

В практике также встречаются задания с выбором нескольких правильных ответов, по содержанию они труднее, чем задания с выбором одного правильного ответа. Они относятся к заданиям множественного выбора.

Вторую форму образуют задания, в которых правильный ответ надо дописать: обычно это слово, словосочетание, предложение. Это тесты открытого типа.

Третью форму образуют задания, состоящие из элементов двух столбцов, которые представляют собой задания на восстановление соответствия.

Четвертую форму представляют задания процессуального или алгоритмического цикла. Испытуемый ставит цифры рангов в прямоугольниках, стоящих слева перед каждым элементом задания. Это так называемые задания на восстановление последовательности.

Следует обратить внимание, что тест ориентирован на формирование уровня интеллекта – задания имеют разную степень сложности. Результаты тестирования могут выражаться тестовым баллом, качественной характеристикой. В последнем случае принимается во внимание не только количество решений заданий, но и характер ошибок. Тестовая форма самоконтроля предполагает коррекцию уже сложившегося, наличного потенциала знаний.

ПОДГОТОВКА К ОПРОСУ

Подготовка к опросу проводится в ходе самостоятельной работы студентов и включает в себя повторение пройденного материала по вопросам предстоящего опроса. Тема и вопросы к предстоящему опросу, вопросы для самоконтроля доводятся до студентов заранее. Эффективность подготовки студентов к устному опросу зависит от качества ознакомления с рекомендованной литературой. Для подготовки к устному опросу студенту необходимо ознакомиться с материалом, посвященным теме семинара, в учебнике или другой рекомендованной литературе, записях с лекционного занятия, обратить внимание на усвоение основных понятий дисциплины, выявить неясные вопросы и подобрать дополнительную литературу для их освещения, составить тезисы выступления по отдельным проблемным аспектам.

В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 3 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации студентом своей самостоятельной работы. Опрос предполагает устный ответ студента на один основной и несколько дополнительных вопросов преподавателя. Ответ студента должен представлять собой развёрнутое, связанное, логически выстроенное сообщение.

При выставлении оценки преподаватель учитывает правильность ответа по содержанию, его последовательность, самостоятельность суждений и выводов, умение связывать теоретические положения с практикой, в том числе и с будущей профессиональной деятельностью.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к зачету по дисциплине «Горнопромышленная гидрогеология» 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 Горнопромышленная гидрогеология».

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.

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

Т.Н.Кибанова

Региональная гидрогеология

**Методические указания
по организации самостоятельной работы и задания для обучающихся
специальности
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация – Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Квалификация подготовки – специалист

Форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург
2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 3
1 Общие положения 4
2 Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям 7
2.1 Повторение материала лекций 7
2.2 Самостоятельное изучение тем курса 7
2.3 Подготовка к практическим занятиям 7
3 Другие виды самостоятельной работы 8
3.1 Подготовка и написание контрольной работы 8
3.2 Подготовка к экзамену 8
4.Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов 9
5.Содержание дисциплины и методические указания по изучению тем .. 12
Список используемой литературы 13

ВВЕДЕНИЕ

В мировых направлениях развития университетского образования четко проявляется тенденция роста доли самостоятельной работы студентов и смещение акцента с преподавания на учение. В этой связи становится очевидным, что с переходом на компетентностный подход в образовании необходимо формировать систему умений и навыков самостоятельной работы, воспитывать культуру самостоятельной деятельности студентов.

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методическом указание, написанном преподавателем кафедры геодезии и кадастров Уральского государственного горного университета, рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы студентов.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

Автор пособия выражают надежду на то, что предлагаемые технологические подходы не только повысят компетентность студентов-бакалавров в решении проблем организации, выполнения и оценки различных форм самостоятельной работы, но и станут для них источником саморазвития, проектирования и преобразования собственных действий.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

В этих условиях важным аспектом профессиональной деятельности педагогического работника является обеспечение эффективной самостоятельной работы, направленной на развитие творческого потенциала личности, формирование у обучающихся навыков самоорганизации, самообразования, обеспечивающих возможность непрерывного личностного и профессионального роста.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно

справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие з а д а ч и:

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;
- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;
- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;
- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;
- развитие навыков самоорганизации;
- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим р я д у с л о в и й, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;
- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;
- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;
- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;
- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;
- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий

фактор - подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

2 САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1 Повторение материала лекций

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;
2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;
3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.2 Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;
2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.3 Подготовка к практическим занятиям

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;
2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);
3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;
4) методические указания по выполнению практических занятий.

3 ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Подготовка и написание контрольной работы

Для выполнения контрольных работ студентами кафедрой подготовлены Методические рекомендации и задания к контрольным работам для студентов специальности 21.05.02 Прикладная геология.

3.2 Подготовка к экзамену

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в состав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

4.ТРЕБОВАНИЯ К УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям. Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники.

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля.

Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного этапа. В то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества, Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания

5.СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ

Тема 1. Структура региональной гидрогеологии (РГГ). История отечественной РГГ.

Стадии изучения объектов региональной гидрогеологии. Четыре этапа истории отечественной региональной гидрогеологии. Понятие элементарного гидрогеологического района и гидрогеологической структуры.

Тема 2. Теоретические основы закономерностей формирования региональных гидрогеологических условий.

Классификации подземных вод. Основные факторы гидрогеологического районирования. История развития гидрогеологических структур.

Тема 3. Гидрогеологические структуры и районирование. Факторы и принципы гидрогеологического районирования.

Принципы ландшафтно-географической зональности. Структурно-гидрогеологическое районирование и его принципы

Тема 4. Основные типы гидрогеологических структур континентов. Гидрогеологические структуры разных порядков.

Гидрогеологические массивы и их особенности. Внутристуктурные карстовые бассейны. Адартезианские бассейны. Артезианские бассейны и их особенности. Роль палеогидрогеологических условий в формировании подземных вод. Вулканогенные бассейны и их особенности. Классификация вулканогенных бассейнов. История развития вулканогенных бассейнов.

Тема 5. Основные типы гидрогеологических структур дна Мирового океана и морей. Особенности гидрогеологии области перехода континент-океан.

Субмаринные гидрогеологические структуры. Субокеанические гидрогеологические структуры. Взаимосвязь подземных вод суши и моря.

Тема 6. Палеогидрогеологические условия формирования подземных вод. Принципы, этапы, методы палеореконструкции.

Методы изучения региональных гидрогеологических процессов и закономерностей. Выявление закономерностей и региональные гидрогеологические оценки.

Тема 7. Гидрогеология России. Наиболее важные особенности.

Гидрогеология Восточно-Европейской артезианской области. Гидрогеология Восточно-Сибирской артезианской области. Гидрогеология Западно-Сибирской артезианской области. Гидрогеология Приаральской артезианской области. Гидрогеология Каспийско-Черноморской артезианской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ направление подготовки специалитета 21.05.02 «Прикладная геология».
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Б1.В.16 ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

формы обучения: **очная**

Автор: Томин М. Н.., к.г.-м.н.

Одобрена на заседании кафедры
Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Тагильцев С.Н.
(Фамилия И.О.)
Протокол №32 от 09.09.2022
(Дата)

Рассмотрена 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

ВВЕДЕНИЕ 3
1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА 4
2 ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 5
3 СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 6
4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА 12
5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 14

ВВЕДЕНИЕ

Основной целью курсового проектирования является закрепление знаний, полученных студентами при изучении курса «Инженерно-геологические изыскания». Кроме того, курсовой проект подготавливает студентов к написанию дипломного проекта.

Основные **задачи**, которые ставятся перед студентом:

1) овладение приёмами и методами проектирования инженерно-геологических исследований на различных стадиях ведения работ;

2) умение обосновать объёмы и состав инженерно-геологических работ на разных стадиях их проведения с целью получения надёжной информации в форме количественных показателей;

3)овладение методикой выполнения намеченных работ и обработки результатов.

При составлении курсового проекта студент обязан пользоваться новейшими достижениями науки и техники, отраженными как в отечественной, так и зарубежной литературе, а также использовать компьютерные технологии.

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Необходимые материалы для курсового проекта следует собрать во время предшествующей производственной практики. Задание на проектирование выдаёт руководитель курсового проекта. Объектом проектирования могут быть любые сооружения, но по методическим соображениям желательно выбирать материалы по площадкам гражданского и промышленного строительства.

Исходными данными для составления курсового проекта являются материалы, собранные при прохождении производственной практики – это сведения о местоположении исследуемого района, рельефе, геологическом строении, гидогеологических условиях, наличия специфических грунтов, а также технические характеристики конкретного объекта строительства – его наименование, назначение, положение, размеры, тип и глубина заложения фундаментов и т. д. – эти данные назначаются руководителем курсового проектирования.

Темы курсовых проектов могут быть весьма разнообразны и по сути, представляют собой основу для составления идеальной модели программы инженерно-геологических изысканий.

Наименование темы выбирается с участием руководителя курсового проекта после ознакомления с материалами, собранными в процессе производственной практики. Рекомендуемый формат наименования темы приведен ниже (жирным шрифтом показаны одинаковые для всех части названия, а подчеркнутым курсивом – уникальные для каждого конкретного студента):

«Обоснование видов, объемов и методики инженерно-геологических исследований *1-го* **этапа изысканий для разработки проектной документации строительства** *жилого комплекса «Мечта» в г. Урюпинске*».

2 ПРИМЕРНЫЙ ПЛАН И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из текстовой и графической части.

Текстовая часть курсового проекта должна состоять из:

-введения;

-двух основных глав: Глава 1 – содержит общие сведения о районе работ (изученность и на ее основе характеристика факторов инженерно-геологических условий); Глава 2 – непосредственно ядро курсового проекта, содержащее обоснование видов и объемов изыскательских работ, а также методику их выполнения;

-заключения.

Обязательным является представление в текстовой части проекта списка использованной литературы (изыскательских отчетов, справочников, нормативных документов).

При формировании состава текстовой части курсового проекта рекомендуется также учитывать требования действующих нормативных документов, предъявляемых к программам инженерных изысканий, в частности СП 47.13330.

Графическая часть курсового проекта представляет собой подшивку, включающую топопланы с контурами объектов строительства, для которых планируются изыскания, инженерно-геологические разрезы, карты районирования и др.

Таким образом, содержание текстовой части может быть такого вида (пример):

Введение

Глава 1. Общие сведения о районе работ

1.1. Местоположение и идентификационные сведения проектируемого объекта

1.2. Изученность территории

1.3. Характеристика района работ

Глава 2. Обоснование видов и объемов изыскательских работ, методика их выполнения

2.1 Работы предполевого этапа изысканий

2.2 Работы полевого этапа изысканий

2.3 Работы камерального этапа изысканий

Заключение

Список использованных источников

3 СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Введение. Во введении следует привести источники получения исходных данных для курсового проектирования, конкретную цель работы, основные задачи, которые должны быть решены.

Глава 1. **Общие сведения о районе работ**

Этот раздел часто называют «Общей частью» проекта, состав- ляют его на основе данных фондовых источников и справочных материалов, и предназначен этот раздел для рационального объема выполнения проектируемых работ.

1.1 **Раздел «Местоположение и идентификационные сведения проектируемого объекта»** содержит краткое изложение основных сведений об административном положении площадки проектируемого строительства, а также идентификационные сведения об объекте: назначение; принадлежность к объектам транспортной инфраструктуры и к другим объектам, функционально-технологические особенности которых влияют на их безопасность; принадлежность к опасным производственным объектам; пожарная и взрывопожарная опасность, уровень ответственности зданий и сооружений, описание размеров площадки и общую конструктивную характеристику проектируемого сооружения. Прилагается схема компоновки сооружений или отдельных их частей.

1.2 **Раздел «Изученность территории»** содержит перечень исходных материалов и данных, результаты анализа геологической, геофизической, гидрогеологической и инженерно-геологической изученности территории по материалам ранее выполненных инженерных изысканий, наблюдений и исследований и иным данным с оценкой возможности использования имеющихся материалов, в том числе с учетом срока их давности и репрезентативности для исследуемой территории.

1.3 **Раздел «Характеристика района работ»** содержит характеристику природно-техногенных условий района работ, а именно:

Рельеф – отмечается степень расчлененности рельефа, наиболее характерные абсолютные и относительные отметки поверхности, превышения основных форм рельефа над долинами рек (глубина вреза), описывается перечень террас, степень обнаженности и дренированности района работ

Гидрография – включает описание рек и озер, сведения о величине поверхностного стока (коэффициенты и модуль стока, объем стока), о качестве поверхностных вод, о водоохранных зонах, категории водотока или водоема

Климат – приводятся следующие данные: температура воздуха, атмосферные осадки, влажность воздуха, атмосферное давление, господствующее направление ветров. Испарение и испаряемость, глубина сезонного промерзания, наличие многолетней мерзлоты, ее распространение, мощность, характер появления на поверхности земли. Все фактические данные по климату, как правило, приводятся в виде таблиц, графиков среднегодовых и среднемесячных значений за многолетний период

Промышленно-экономическая характеристика – включает данные о населенности района работ, обеспеченности предприятий местной рабочей силой, о путях сообщения, , об энергетической базе и топливных ресурсах, о водоснабжении района работ, о развитии промышленности и сельского хозяйства, , о перспективах дальнейшего развития экономики района исследований

Геологическое строение – включает описание стратиграфии и литологии, тектоники, геоморфологии, истории геологического развития, полезные ископаемые. В стратиграфии и литологии приводится описание развитых в районе работ пород (от древних к молодым). Интрузивные образования и коры выветривания описываются отдельно в конце блока. Для каждого стратиграфического подразделения указывается распространение, условия залегания, характеристика контактов, состав, крупность и форма минеральных

образований, обломков, характер цемента, особенности пространственного изменения фаций и мощности, геохимические данные, фауна и флора. Для четвертичных отложений обязательным является описание генезиса, гранулометрического состава, состояния. Глава иллюстрируется геологической картой, сводной стратиграфической колонкой, геологическими разрезами, фотографиями шлифов, образцов, обнажений, керна, диаграммами трещиноватости, зарисовками.

Тектоника – начинается с привязки участка работ к крупным тектоническим структурам. дается тектоническое районирование, описываются развитые на участке работ структуры, их размеры и возраст, складчатые и разрывные нарушения, тектоническая трещиноватость. Характеризуется практическое значение тектоники района для формирования коллекторских свойств или степени прочности горных пород, на активизацию физико-геологических процессов. Отмечается наличие и роль новейшей тектоники, современных тектонических движений, землетрясений в хозяйственном освоении территории. Блок сопровождается тектонической схемой района (в тексте), диаграммами трещиноватости, зарисовками, фотографиями.

Геоморфология – в этом блоке приводится систематическое описание всех выделенных на карте генетических типов и форм рельефа, условий их образования с характеристикой зависимости форм рельефа от состава пород, геолого-структурных и гидрогеологических особенностей района. Большое внимание уделяется описанию неотектонических процессов, проявляющихся в районе. Подробно описываются речные долины, ледниковые и водно-ледниковые формы, указывается количество и типы террас, их ширина, высота и характер поверхности. Отмечается влияние геоморфологии района на глубину залегания, условия питания, циркуляции и разгрузки подземных вод. В заключение дается краткое представление об истории развития рельефа и гидрографической сети, выводы о новейших тектонических движениях, и типе, характере, амплитудах, пространственной связи с древними структурами. Описания по возможности иллюстрируются в тексте зарисовками, схемами, профилями долин, междуречий, фотографиями и аэрофотоснимками.

История геологического развития. В этом блоке, на основе изложенного ранее материала, описываются по отдельным этапам, от более древних к молодым, все стороны геологического развития исследованного района (осадконакопление, тектоника, магматизм, метаморфизм, процессы континентального выветривания и т.д.), На основании фациально-литологического и тектонического анализов геологического разреза в исторической последовательности и взаимосвязи проводится восстановление физико-географической обстановки, условий седиментации и их изменений во времени. Глава должна явиться обоснованием для понимания современной картины гидрогеологических условий, развития физико-геологических процессов и особенностей физико-механических свойств пород.

Полезные ископаемые. В этом блоке дается краткая характеристика месторождений и проявлений полезных ископаемых на изучаемой площади, перспективы поисков и разведки месторождений (рудных, нерудных, техногенных полезных ископаемых, строительных материалов), роль гидрогеологических и гидрогеохимических методов в поисках полезных ископаемых.

Гидрогеологические условия. Описание гидрогеологических условий начинается с указания приуроченности района к определенной гидрогеологической структуре, водонапорной системе в соответствии с районированием России. Далее проводится конкретное описание гидрогеологии района или участка работ, которое начинается с характеристики общей гидрогеологической стратификационной схемы, а затем производится детальное описание всех выделенных водоносных зон, комплексов и горизонтов в стратиграфической последовательности (от молодых к более древним) в следующем порядке:

1) приуроченность водоносных комплексов и горизонтов к тем или иным геологическим образованиям, их распространение, литологический состав, характер залегания и мощность, одновременно указывается наличие водоупорных горизонтов и подгоризонтов, их выдержанность в геологическом разрезе;

2) физические и водные свойства горных пород по данным лабораторных и полевых исследований;

3) гидравлический характер горизонтов, величины напоров, положение пьезометрической или свободной поверхности подземных вод;
4) фильтрационные свойства водоносных пород, расчет коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровне- и пьезопроводности, анализ зависимости дебитов от понижений;
5) характеристика водообильности водоносных горизонтов, комплексов, зон, определяемая фактическими данными по дебитам скважин, родников, колодцев;
6) химический, бактериологический и газовый состав подземных вод и оценка их пригодности для различных нужд народного хозяйства, агрессивность подземных вод;
7) области и условия питания, движения и разгрузки подземных вод, распространение напоров, особенности режима уровней, температуры и химического состава по данным сезонных, годовых и многолетних наблюдений;
8) взаимосвязь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водоемами;
9) практическое значение водоносного горизонта, сведения о запасах подземных вод, их восполняемости, об особенностях эксплуатации (для минеральных вод дается характеристика эксплуатации, каптажа, годовые изменения температуры, дебита, химического и газового состава).

В таком же порядке описываются все другие имеющиеся типы гидрогеологических подразделений как относительно водоупорные, так и водоупорные.

Кроме описания водоносных горизонтов, также в стратиграфической последовательности, в единой схеме описания всех выделенных подразделений характеризуются водоупорные породы, их литологический и гранулометрический состав, водные и физические свойства пород, фациальная изменчивость по простиранию и в вертикальном разрезе, изменения мощности, степень изолированности водоносных горизонтов друг от друга, от влияния поверхностных вод. При наличии такового, дается наиболее детальное описание регионального водоупора (водоупоров).

Отдельно описываются водопроницаемые, но практически безводные породы, указывается их распространение, мощность, фильтрационная способность, степень засоления. Кратко излагаются вопросы технологии и экономической эффективности использования подземных вод в народном хозяйстве, вопросы их охраны от загрязнения или истощения; описывается неблагоприятное влияние подземных вод на развитие физико-геологических процессов и на условия строительства сооружений или эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Глава сопровождается гидрогеологической картой, гидрогеологическими разрезами, графиками химического состава воды и результатов опытных работ, геолого-гидрогеологической колонкой.

Инженерно-геологические условия. Дается привязка описываемого участка к определенному инженерно-геологическому региону, области или району, согласно инженерно-геологическому районированию РФ. Достаточно подробно рассматриваются факторы, определяющие инженерно-геологические условия:

1) структурное положение и характер нарушенности горных пород тектоническими процессами;
2) геоморфологическое положение района (характер склонов и водоразделов, крутизна склонов);
3) инженерно-геологическая характеристика основных групп горных пород по инженерно-геологической классификации (физико-механические и водные свойства, степень выветривания, текстурно-структурные особенности, характер связей, анизотропия) по ГОСТ 25100. Более подробная характеристика дается специфическим грунтам в соответствии с СП 47.13330.
4) инженерно-геологические процессы и явления (факторы, определяющие их возникновение, приуроченность к различным формам рельефа, сезонность их действия, влияние на хозяйственное освоение территории, проектирование и строительство различных сооружений); описываются согласно СП 47.13330.
5) влияние климата на условия строительства в описываемом районе (глубина

промерзания и оттаивания, количество атмосферных осадков, сезонность их выпадения);

6) гидрогеологические условия строительства в районе (уровень залегания грунтовых вод, наличие верховодки, агрессивность подземных вод).

В главе приводятся примеры влияния физико-геологических процессов на инженерные сооружения и на условия строительства в районе. Рассматриваются вопросы защиты инженерных сооружений от разрушения или примеры неблагоприятного воздействия сооружения на геологическую обстановку.

Глава сопровождается инженерно-геологической картой с колонкой и разрезами, фотоснимками, зарисовками, схемами. Основные показатели физико-механических свойств рекомендуется сводить в таблицу (размерность всех показателей должна приводится в системе «СИ»).

Геоэкологические условия. Кратко характеризуются природные и техногенные факторы, неблагоприятно влияющие на состояние окружающей среды района. Дается общий перечень актуальных для данного района направлений охраны природной среды (нерациональная разработка полезного ископаемого, загрязнение атмосферы, почв, грунтов, открытых водоемов и подземных вод, нарушение ландшафта и баланса территории и др.).

Указывается какие конкретные меры охраны природы должны быть связаны со строительством и эксплуатацией народнохозяйственного объекта, которому посвящена тема дипломного проекта.

В качестве примеров можно привести:

1) мероприятия по предотвращению загрязнений подземных вод при их эксплуатации, при искусственном пополнении запасов, при захоронении отходов и пр.;
2) мероприятия по борьбе с засолением и эрозией почв, с засолением подземных вод при орошении;
3) мероприятий для закрепления неустойчивых территорий, по предотвращению возникновения неблагоприятных физико-геологических процессов, мелиорация слабых грунтов;
4) мероприятия по сохранению устойчивости мерзлоты при строительстве в северных районах;
5) мероприятия по предотвращению подтопления территории.

Отмечаются вопросы охраны окружающей среды, актуальные непосредственно при ведении геологоразведочных работ, при инженерно-экологических изысканиях; указывается, что эти вопросы будут детально рассмотрены в специальной и проектной частях.

Глава 2 «Обоснование видов и объемов изыскательских работ, методика их выполнения», в которой следует обосновать состав и объём работ, исходя, в первую очередь, из категории сложности инженерно-геологических условий участка и типа проектируемого сооружения. Объём исследований в основном регламентируется указаниями действующих нормативных документов, а в необходимых случаях обосновываться специальными методами. В курсовом проекте необходимо привести обоснование выполнения основных видов работ и их объемов, параллельно освещая методику их выполнения.

2.1. «Работы предполевого этапа изысканий».

К работам предполевого этапа относятся:

-сбор и обработка материалов изысканий и исследований прошлых лет необходимо планировать **с учетом требований п. 5.3 СП 1325800.2019** при инженерно-геологических изысканиях для каждого этапа (стадии) разработки предпроектной и проектной документации, с учетом результатов сбора на предшествующем этапе.

Сбору и обработке подлежат материалы: инженерно-геологических изысканий прошлых лет, выполненных для обоснования проектирования и строительства объектов

различного назначения - технические отчеты об инженерно-геологических изысканиях, гидрогеологических, геофизических и сейсмологических исследованиях, стационарных наблюдениях и другие данные, сосредоточенные в государственных и ведомственных фондах и архивах.

На основании собранных материалов формулируется рабочая гипотеза об инженерно-геологических условиях исследуемой территории и устанавливается категория сложности этих условий, в соответствии с чем в программе изысканий по объекту строительства устанавливаются состав, объемы, методика и технология изыскательских работ.

-дешифрирование аэро- и космических материалов следует предусматривать в том случае, когда изучению и оценке инженерно-геологических условий подлежат значительные по площади (протяженности) территории, а также если основной частью исследований является необходимость изучения динамики изменения этих условий.

Методика дешифрирования должна составляться с учетом рекомендаций ГКИНП-02-121-79 «Руководство по дешифрированию аэроснимков при топографической съемке и обновлению планов масштабов 1:2000 и 1:5000.

2.2. «Работы полевого этапа изысканий»

К работам полевого этапа относятся:

-рекогносцировочное обследование – планируется при инженерно-геологических изысканиях для всех видов градостроительной деятельности с целью уточнения геоморфологического положения участка, изучения естественных и искусственных обнажений, выходов подземных вод (родники, мочажины и т.д.), для выявления и изучения комплекса природно-техногенных факторов, обусловливающих развитие опасных геологических процессов на территории строительства, уточнения мест проходки выработок (предварительная разбивка на местности расположения горных выработок), подъездов к ним. Собираются сведения о режиме подземных и поверхностных вод. В процессе рекогносцировочного обследования обязательно выполняются наблюдения за проявлениями опасных процессов.

Объем рекогносцировочного обследования и методика выполнения должны намечаться согласно п. 5.5 СП 1325800.2019.

-проходка и опробование инженерно-геологических выработок:

Одним из основных методов изучения пород и подземных вод, залегающих ниже поверхности земли, является бурение скважин и проходка горных выработок.

При планировании данного вида работ требуется привести и обосновать следующие решения, в зависимости от задач проектирования и естественных условий:

1. схема расположения скважин и выработок
2. количество скважин и выработок, их глубина;
3. конструкция скважин (диаметр бурения и обсадки, глубины скважин, используемый грунтонос для отбора образцов, и др.);
4. последовательность, способы проходки скважин и технология бурения;
5. способы и частота отбора проб грунтов и подземных вод;
6. виды, объёмы и методика проведения исследований в процессе бурения (геофизических, поинтервального опробования, опытных инженерно-геологических работ и др.)
7. наблюдения и документация инженерно-геологических скважин

Выбор и обоснование рационального местоположения, расстояния между выработками и как следствие подсчет их количества, а также их глубину необходимо планировать на основе соответствующих требований п. 5, п. 6, п. 7 СП 446.1325800.2019.

При выборе типа горных выработок и обосновании способа их проходки необходимо использовать данные приложений Б и В СП 446.1325800.2019.

-инженерно-геофизические исследования:

Инженерно-геофизические исследования в составе инженерно-геологических изысканий выполняются в сочетании с другими видами инженерно-геологических работ в том числе для оценки, подтверждения и повышения достоверности полученных результатов.

Выбор метода геофизических исследований, обоснование объема исследований необходимо планировать с учетом **п. 5.7** и с использованием данных **приложений Г и Д СП 446.1325800.2019**.

Методика выполнения конкретного запланированного метода геофизических исследований **приводится с использованием СП 11-105-97, ч. VI**.

-полевые исследования физико-механических свойств грунтов являются приоритетными с точки зрения достоверности результатов, так как грунты исследуются в условиях их естественного залегания. Именно поэтому при планировании в состав изыскательских работ полевые опытные исследования должны включаться в обязательном порядке (хотя бы один из существующих методов).

Выбор метода(ов) полевых исследований грунтов следует осуществлять в зависимости от решаемых задач, состава, строения и состояния изучаемых грунтов, категории сложности и степени изученности инженерно-геологических условий, глубины заложения и типов проектируемых фундаментов, уровня ответственности зданий и сооружений и с учетом приложения Е СП 446.1325800.2019.

При планировании опытных работ должны быть решены следующие вопросы: пространственное размещение выбранного метода полевых инженерно- геологических исследований; продолжительность опыта; анализ результатов и интерпретация данных опытных работ.

Методику выполнения выбранных методов исследований необходимо освещать пользуясь сведениями соответствующих ГОСТов, на которые приведены ссылки в составе п. 5.8 СП 446.1325800.2019.

-гидрогеологические исследования:

В случаях, когда подземные воды залегают в пределах предполагаемой сферы взаимодействия, а также для оценки водопроницаемости пород зоны аэрации необходимо предусматривать выполнение гидрогеологических исследований.

Гидрогеологические исследования подразумевают планирование таких работ, выполнение которых позволит:

- определить условия залегания, питания и разгрузки, закономерностей движения подземных вод, взаимосвязи поверхностных и подземных вод;
- определить гидрогеологические параметры и характеристики (главным образом, фильтрационных характеристик);
- определить физические свойства, химический состав и агрессивность подземных вод;
- оценить изменения гидрогеологических условий в период строительства и эксплуатации сооружений.

Виды гидрогеологических исследований должны планироваться с учетом п. 5.9, приложений И, К СП 446.1325800.2019.

Глава 2.3 «Работы камерального этапа изысканий» должна содержать сведения о видах, объемах и методике выполнения лабораторных исследований, а также регламентировать требования к составлению отчета по результатам запланированных программой работ.

-лабораторные исследования:

наряду с полевыми методами определения являются основным прямым способом получения данных о физико-механических свойствах грунтов, залегающих в основании проектируемых фундаментов в пределах сферы взаимодействия.

Виды необходимых лабораторных испытаний грунтов намечаются с учетом данных приложения Л СП 446.1325800.2019, там же указаны ГОСТы, в которых приведена методика выполнения испытаний. Также, в п. 5.1.16 СП 22.13330.2016 перечислены показатели свойств, которые необходимы проектировщикам для выполнения проектных расчетов устойчивости фундаментов, и соответственно, определение которых обязательно необходимо запланировать в программе инженерно-геологических изысканий.

Объемы исследований в общем случае регламентируются условием обеспечения статистической достаточности, обеспечивающей представительность и достоверность результатов испытаний – минимум 6 значений показателей прочности и деформируемости (φ, С, Е), и/или минимум 10 значений показателей физических характеристик.

Лабораторные исследования по определению химического состава подземных и поверхностных вод, а также водных вытяжек из глинистых грунтов необходимо выполнять в целях определения их агрессивности к бетону и стальным конструкциям, оценки влияния подземных вод на развитие геологических и инженерно-геологических процессов и выявления ореола загрязнения подземных вод и источников загрязнения. Для оценки химического состава воды рекомендуется проводить стандартный анализ, иногда планируется выполнение полного или специального химического анализа воды. Состав показателей при стандартном или полном химическом анализе воды, а также для оценки коррозионной активности следует устанавливать в соответствии с нормативными документами.

Виды и методика исследований проб воды намечаются с учетом данных приложения М СП 446.1325800.2019.

-камеральная обработка результатов инженерно-геологических исследований и составление отчета:

В камеральный период составляется отчёт по результатам выполненных работ.

В рамках курсового проекта необходимо указать, какие главы и в соответствии с какими требованиями нормативных документов должен содержать отчёт, а также какие графические приложения необходимо будет разработать и приложить к отчёту по результатам ИГИ.

В завершающем разделе проекта **«Заключение»** следует привести краткие выводы по каждой из глав курсового проекта: в чем заключается особенность ИГУ участка, какие в связи с эти намечены специальные виды исследований и т.д. Также необходимо указать какие именно умения и навыки были закреплены студентом в процессе составления курсового проекта.

4 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект следует оформить с помощью компьютера и представить в печатном и электронном вариантах. Содержание и объём работы не должны превышать 50-60 страниц.

Структура курсового проекта включает: титульный лист; оглавление; введение; основную часть; заключение; библиографический список; приложения.

Титульный лист пояснительной записки является первым листом курсового проекта. Образец титульного листа курсового проекта приведен в Приложении А.

Раздел **Содержание** выполняется посредством редактора в виде автособираемого оглавления. Требования к размеру и типу шрифта такие же, как и к основному тексту курсового проекта.

Основная часть должна быть оформлена средствами цифрового текстового редактора.

Для правильного оформления текста пояснительной записки следует соблюдать перечисленные ниже условия:

Размер шрифта – 12, шрифт Time New Roman, межстрочный интервал 1,0. Поля: верхнее и нижнее – 2,0 см, левое – 3,0 см, правое 1,5 см.

Текст курсовой работы делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов выделяют жирным шрифтом. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей

работы и обозначаться арабскими цифрами, точки после номера глав не ставятся. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например: 2.3 (третий подраздел второго раздела); более дробными подразделениями нумеруются пункты в пределах разделов и подразделов, например: пункт 1 в указанном подразделе должен иметь номер 2.3.1 и т. д. Страницы текста нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в верхнем правом углу. Титульный лист входит в общую нумерацию, номер страницы на нем не ставится. Иллюстрации (таблицы, графики, рисунки, фото), которые расположены на отдельных страницах работы, включаются в общую нумерацию.

Оформление таблиц. Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В правом верхнем углу, над соответствующим заголовком таблицы помещается надпись «Таблица 2.1» (первая таблица второго раздела). При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» и ее номер указываются один раз, над другими частями пишут слово «Продолжение табл. 2.1». Таблицу помещают в тексте сразу за первым упоминанием о ней. Большие таблицы помещаются на отдельных листах. Если в одной и той же графе таблицы приводятся целые числа и числа с десятичными знаками, следует соответственно в целых числах дополнительно после запятой проставлять нули.

Одинаковые числа заменять кавычками не допускается. Отсутствие данных отмечается прочерком в соответствующей графе.

Оформление рисунков. Все иллюстрации в тексте именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Например: Рис. 2.1 (первый рисунок второго раздела). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации располагают после первой ссылки на них. Наименование иллюстрации помещают под ней, после номера иллюстрации.

Написание формул. Формулы следует выделять их текста свободными строками. Если уравнение не вмещается в одной строке, оно может быть перенесено после знаков равенства, плюса, минуса, умножения, деления. Пояснения значений символов в формулах следует приводить непосредственно под формулой в той же 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.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например: (3.1) – первая формула третьего раздела.

Ссылки. Ссылки в тексте на источники следует указывать в виде номера, счет ссылок ведется в порядке их упоминания.

Список использованных источников оформляется с помощью стандартных средств редактора текста используя инструментарий работы со ссылками и источниками литературы, номера ссылок и список литературы формируется автоматически.

Приложения. Все приложенные к проекту чертежи на отдельных листах (если автор считает их нужными), по своим форматам, условным обозначениям, раскраске, шрифтам и масштабам должны соответствовать существующим стандартам. Список приложений является частью «Содержания».

5 СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания: учебник/ Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. М.: Книжный дом университета, 2007. 424 с.

Захаров М.С. Инженерно-геологические и инженерно-геотехнические изы- скания для строительства: учебное пособие /М.С. Захаров, Р.А. Мангушев. М.: Изд- во Ассоциации строительных вузов, 2014. 176 с.

Золотарев Г.С. Методика инженерно-геологических исследований: учеб- ник. М.: Изд-во МГУ, 1990. 384 с.

Полевые методы гидрогеологических, инженерно-геологических, геокриологических, инженерно-геофизических и экологических исследований /под ред. В.А. Королева и др. 2-е изд. перераб. и доп. М.: МГУ, 2000. 352 с.

Ребрик Б.М. Справочник по бурению инженерно-геологических скважин. М.: Недра, 1983.253 с.

Инженерная геология СССР. Том 5. Алтай, Урал, Москва: изд-во Московского университета, 1978.

Нормативные документы и справочная литература

<u>Государственные стандарты (ГОСТ):</u>

ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов, Москва: Стандартинформ, 2015.

ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация, Москва: Стандартинформ, 2021.

ГОСТ 12536-2014 Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава, Москва: Издательство стандартов, 2015.

ГОСТ 12248.х-2020 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости, Москва: Стандартинформ, 2021.

ГОСТ 20522-2012 "Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний".

ГОСТ 20276.1-2020 Грунты. Методы испытания штампом.

ГОСТ 19912-2012 Грунты. Методы полевых испытаний статическим и динамическим зондированием.

ГОСТ Р 54477-2011 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик деформируемости грунтов в дорожном строительстве, Москва: Стандартинформ, 2012.

ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб».

ГОСТ Р 21.1101-2013 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации..

ГОСТ 9.602-2016 Единая система защиты от коррозии и старения. Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии.

ГОСТ 7.32-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления..

ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик., Москва: Стандартинформ, 2016.

ГОСТ 31861-2012 «Вода. Общие требования к отбору проб»,.

ГОСТ 30672-2012 Грунты. Полевые испытания. Общие положения..

ГОСТ 30416-2012. Грунты. Лабораторные испытания. Общие положения. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, 01.07.2013, Москва: Издательство стандартов, 2012.

ГОСТ 25584-2016. Грунты. Методы лабораторного определения коэффициента фильтрации..

ГОСТ 23740-16 «Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ».

ГОСТ 23278-2014 «Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости".

ГОСТ 23161-2012. Грунты. Методы определения характеристик просадочности., Москва: Стандартинформ, 2013.

ГОСТ 22733-2002 Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности, Москва:

Стандартинформ, 2003.
ГОСТ 21153.0-75 Породы горные. Отбор проб и общие требования к методам физических испытаний.
ГОСТ 21.302-2013 Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям, Москва, 2013.

Своды правил (СП) и строительные нормы и правила (СНиП):

СП 47.13330.2016 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения, Москва: ФАУ "ФЦС", 2017.
СП 446.1325800.2019 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ. Москва: Стандартинформ, 2019.
СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты, Москва: ФАУ "ФЦС", 2011.
СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах, Москва: ОАО "ЦПП", 2018.
СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1. Общие правила производства работ, Москва: ОАО "ЦПП", 2010.
СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 2. Правила производства работ в районах развития опасных геологических и инженерно-геологических процессов, Москва: ОАО "ЦПП", 2010.
СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 3. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов, Москва: ОАО "ЦПП", 2010.
СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 4. Правила производства работ в районах распространения многолетнемерзлых грунтов, Москва: ОАО "ЦПП", 2010.
СП 11-105-97 «Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть VI. Правила производства геофизических исследований».
СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения, Москва: ФАУ "ФЦС", 2013.

Приложение А

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский Государственный Горный Университет»

Факультет геологии и геофизики

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

Тема проекта: «Обоснование видов, объемов и методики инженерно-геологических исследований 1-го этапа изысканий для разработки проектной документации строительства жилого комплекса «Муравейник» в г. Урюпинске»

Руководитель: М. Н. Томин

Студент: И. И. Иванов

Группа: ГИГз-17

Екатеринбург
2022 г

МИНОБНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО УГГУ)

С.Н. Тагильцев

Гидрогеомеханика

**Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология**

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и
инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С.Н. Тагильцев

«_13_» __апреля__ 2019 г.

С.Н. Тагильцев

Гидрогеомеханика

Методические указания
по организации самостоятельной работы для обучающихся направления подготовки
21.05.02 – Прикладная геология

Специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Квалификация подготовки – горный инженер-геолог

Форма обучения: очная, заочная

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Введение	3
1.	Общие положения	4
2.	Самостоятельная работа студентов, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям	7
	2.1. Повторение материала лекций	7
	2.2. Самостоятельное изучение тем курса	8
	2.3. Подготовка к практическим и лабораторным работам	8
3.	Другие виды самостоятельной работы	8
	3.1. Подготовка и написание контрольной работы	8
	3.2. Подготовка к экзамену	9

Введение

Самостоятельная работа в современном образовательном процессе рассматривается как форма организации обучения, которая способна обеспечивать самостоятельный поиск необходимой информации, творческое восприятие и осмысление учебного материала в ходе аудиторных занятий, разнообразные формы познавательной деятельности студентов на занятиях и во внеаудиторное время, развитие аналитических способностей, навыков контроля и планирования учебного времени, выработку умений и навыков рациональной организации учебного труда.

Таким образом, самостоятельная работа – форма организации образовательного процесса, стимулирующая активность, самостоятельность, познавательный интерес студентов.

В методических указаниях рассматриваются вопросы организации самостоятельной работы для студентов Уральского государственного горного университета.

Методическое указание включает три главы, которые логически связаны друг с другом. Первая глава знакомит читателя с теоретическими основами самостоятельной работы студентов и особенностями подготовки к ней в вузе. Во второй и третьей главах представлен материал, который содержит информацию о видах самостоятельной работы по данной дисциплине, а также об источниках информации для осуществления самостоятельной работы. Эмпирической основой разработки системы критериев и показателей оценки форм самостоятельной работы стал практический опыт работы преподавателей кафедры геодезии и кадастров.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Самостоятельная работа студентов всех форм и видов обучения является одним из обязательных видов образовательной деятельности, обеспечивающей реализацию требований Федеральных государственных стандартов высшего образования (ФГОС), созданных на основе Федерального закона от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».

Конкретные требования к самостоятельной работе студентов определяются в Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования по направлению.

Нормативные требования к самостоятельной работе студентов дополняются документами локального характера: Уставом Уральского государственного горного университета, рабочей программой дисциплины.

Согласно требованиям нормативных документов, самостоятельная работа студентов является обязательным компонентом образовательного процесса, так как она обеспечивает закрепление получаемых на лекционных занятиях знаний путем приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, навыков решения актуальных проблем формирования общекультурных и профессиональных компетенций, подготовки к практическим занятиям, сдаче зачета и экзамена.

Самостоятельная работа студентов представляет собой совокупность внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение образовательной программы высшего образования в соответствии с требованиями ФГОС.

Навыки самостоятельной работы по освоению каких-либо знаний приобретаются человеком с раннего детства и развиваются в течение всей жизни. К началу обучения в вузе каждый студент имеет личный опыт и навыки организации собственных действий, полученные в процессе обучения в школе, учреждениях дополнительного образования, во время внешкольных занятий и в

быту. Однако при обучении в вузе требования к организации самостоятельной работы существенно возрастают, так как они связаны с освоением сложных общекультурных и профессиональных компетенций.

Практика показывает, что студенты различаются по уровню готовности к реализации требований к самостоятельной работе. Выделяются две основные группы студентов. Первая характеризуется тем, что ее представители ориентированы на выполнение заданий самостоятельной работы и обладают универсальными учебными компетенциями, позволяющими успешно справиться с требованиями к ее выполнению (умением понимать и запоминать приобретаемую информацию, логически мыслить, воспроизводить материал письменно и устно, проводить измерения, вычисления, проектировать и т. д.). Студенты второй группы не имеют устойчивой ориентации на постоянное выполнение самостоятельной работы при освоении учебного материала и отличаются низким уровнем развития универсальных учебных компетенций и навыков самоорганизации.

Самостоятельная работа в рамках образовательного процесса в вузе решает следующие *задачи:*

- закрепление и расширение знаний, умений, полученных студентами во время аудиторных и внеаудиторных занятий, превращение их в стереотипы умственной и физической деятельности;

- приобретение дополнительных знаний и навыков по дисциплинам учебного плана;

- формирование и развитие знаний и навыков, связанных с научно-исследовательской деятельностью;

- развитие ориентации и установки на качественное освоение образовательной программы;

- развитие навыков самоорганизации;

- формирование самостоятельности мышления, способности к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- выработка навыков эффективной самостоятельной профессиональной теоретической, практической и учебно-исследовательской деятельности.

Для реализации задач самостоятельной работы студентов и ее осуществления необходим *ряд условий*, которые обеспечивает университет:

- наличие материально-технической базы;

- наличие необходимого фонда информации для самостоятельной работы студентов и возможности работы с ним в аудиторное и внеаудиторное время;

- наличие помещений для выполнения конкретных заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- обоснованность содержания заданий, входящих в самостоятельную работу студентов;

- связь самостоятельной работы с рабочими программами дисциплин, расчетом необходимого времени для самостоятельной работы;

- развитие преподавателями у студентов навыков самоорганизации, универсальных учебных компетенций;

- сопровождение преподавателями всех этапов выполнения самостоятельной работы студентов, текущий и конечный контроль ее результатов.

Специфическими *принципами организации* самостоятельной работы в рамках современного образовательного процесса являются:

- принцип интерактивности обучения (обеспечение интерактивного диалога и обратной связи, которая позволяет осуществлять контроль и коррекцию действий студента);

- принцип развития интеллектуального потенциала студента (формирование алгоритмического, наглядно-образного, теоретического стилей мышления, умений принимать оптимальные или вариативные решения в сложной ситуации, умений обрабатывать информацию);

- принцип обеспечения целостности и непрерывности дидактического цикла обучения (предоставление возможности выполнения всех звеньев дидактического цикла в пределах темы, раздела, модуля).

Самостоятельная работа студентов планируется преподавателем в рабочей программе дисциплины.

Объем времени, отведенный на внеаудиторную самостоятельную работу, находит отражение: в учебном плане в целом по теоретическому обучению, по каждому из циклов дисциплин, по каждой дисциплине; в рабочих программах учебных дисциплин с ориентировочным распределением по разделам или конкретным темам.

Самостоятельная работа студентов классифицируется: по месту организации (аудиторная и внеаудиторная); по целям организации (цели дисциплины, сформулированные и обоснованные в рабочей программе); по способу организации (индивидуальная, групповая).

Выбор формы организации самостоятельной работы студентов (индивидуальная или групповая) определяется содержанием учебной дисциплины и формой организации обучения (лекция, семинар, практическое занятие, контрольное занятие и др.).

В зависимости от формы промежуточной аттестации виды самостоятельной работы дополняются подготовкой к экзамену, зачету и процедурами текущей аттестации.

2. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ПОДГОТОВКУ К АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

2.1. Повторение материала лекций

Источники информации по теме лекции:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия;

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.2. Самостоятельное изучение тем курса

Самостоятельное изучение тем осуществляется при обучении на заочной форме обучения.

Источники информации для самостоятельного изучения тем:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед сессией;

2) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

2.3. Подготовка к практическим и лабораторным занятиям

Типовые задания (примеры) работ, выполняемые на практических занятиях представлены в комплекте оценочных материалов.

Принципы работы на практических занятиях озвучиваются преподавателем на соответствующих лекционных занятиях.

Источники информации для подготовки к практическим занятиям:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения практического или лабораторного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины;

4) методические указания по выполнению практических и лабораторных занятий.

3. ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Подготовка и написание контрольной работы

Для выполнения контрольных работ студентами кафедрой подготовлены Методические рекомендации и задания к контрольным работам для студентов направления 21.05.02 Прикладная геология.

3.2 Подготовка к экзамену

В комплекте оценочных средств представлен перечень теоретических вопросов и практико-ориентированных заданий, которые входят в постав билетов.

Источники информации для подготовки к экзамену:

1) раздаточный материал, который предоставляется студенту в электронном виде перед каждым лекционным занятием либо в начале сессии;

2) конспект лекции, который студент пишет во время проведения лекционного занятия (при наличии);

3) учебная литература, которая указана в рабочей программе дисциплины.

Учебное издание

Тагильцев Сергей Николаевич

Гидрогеомеханика

Методические указания по организации самостоятельной работы
для обучающихся направления подготовки 21.05.02 – Прикладная геология
(специализация № 2 «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»)

Редактор Н.В. Рубан

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60 х 84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л.. Уч.-изд. л. Тираж экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

УГГУ

ОДОБРЕНО

Методической комиссией

факультета геологии

и геофизики УГГУ

13 апреля 2017 г.

Председатель комиссии

проф. В. И. Бондарев

ОСНОВЫ ГИДРОГЕОМЕХАНИКИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика»
для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология»
специализации – «Поиски и разведка подземных вод и
инженерно-геологические изыскания»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2014

Тагильцев С.Н. Основы гидрогеомеханики скальных массивов: Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика» для студентов специализации – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». – Екатеринбург: Изд. УГГУ, 2017. – 88 с.

В учебном пособии даётся систематическое изложение части лекционного курса «Гидрогеомеханика». Основным предметом гидрогеомеханики скальных массивов являются геомеханические процессы, происходящие под воздействием, главным образом, тектонических сил в условиях напряженно-деформированного состояния земной коры, и определяющие формирование фильтрационной структуры массивов горных пород. Отличительной особенностью гидрогеомеханики скальных массивов является детальный анализ геомеханических процессов, предшествующих разрушению и определяющих формирование массовых систем трещин в горных породах.

Учебное пособие предназначено для студентов и специалистов, занимающихся вопросами гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и геомеханики скальных массивов.

Пособие рассмотрено на заседании кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии 11.02.16 г. (протокол № 37) и рекомендовано к изданию в УГГУ.

Рецензент - В.П. Новиков, к.г.-м.н., доцент

© Тагильцев С.Н., 2017
© Уральская государственный Горный университет,2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..4
1. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ…….6
2. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД……14
3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД…...23
4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ……..35
5. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ……...44
6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРАТИФИКАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ……..51
7. ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ОРИЕНТИРОВКОЙ ГЛАВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ……61
8. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ……..76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ…….86
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…… ..87

ВВЕДЕНИЕ

Взаимная обусловленность инженерно-геологических и фильтрационных процессов в геологической среде рассматривается в рамках научной дисциплины, которая получила название «гидрогеомеханика». Предметом гидрогеомеханики является изучение закономерностей механики земной коры, включая подземные воды, применительно к задачам гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. Основы гидрогеомеханики были разработаны В.А. Мироненко и В.М. Шестаковым (1974), путем совместного и взаимоувязанного рассмотрения основных проблем механики грунтов и фильтрации подземных вод в рамках одной научной дисциплины. Гидрогеомеханика объединяет теоретические основы геомеханики и геофильтрации, которые рассматривают гидрогеологические и инженерно-геологические процессы с механических позиций на основе схематизации геологических условий.

В своих теоретических основах гидрогеомеханика, как и геомеханика в целом, представляет количественной описание процессов на основе их механических моделей, которые таким образом составляют инструмент геомеханических исследований, опирающийся на разработки механики пористых и трещиноватых сред. Вместе с тем, как считает В.М. Шестаков (1998), гидрогеомеханику следует рассматривать как науку геологического цикла, поскольку ее предметом является массив горных пород, представляющий собой весьма своеобразную среду, строение которой обусловлено геологической историей. Отражение этого своеобразия должно проявляться в постановке геомеханических задач, и, особенно, в геомеханической схематизации, предусматривающей идентификацию геологической среды и механической модели.

Теоретические положения и основные практические приложения гидрогеомеханики были разработаны применительно к пористым дисперсным грунтам. Отличительной особенностью пористых дисперсных грунтов является то обстоятельство, что фильтрационные и емкостные свойства присущи им изначально, и определяются их генезисом. Скорость фильтрации, степень водонасыщения и гидростатический напор в этих грунтах играют роль факторов, предопределяющих инженерно-геологические свойства пористых массивов.

Инженерно-геологические свойства массивов скальных горных пород относительно слабо, по сравнению с пористыми грунтами, зависят от степени их водонасыщения. Важнейшим фактором, определяющим инженерно-геологические, фильтрационные и, в значительной мере, геоэкологические свойства скальных массивов, является трещиноватость. Наличие взаимосвязанных открытых трещин обеспечивает проницаемость горных пород, а распределение трещин в скальном массиве предопределяет его геомеханическую и фильтрационную анизотропию.

Внутренняя энергия скальных горных пород, связанная с их генезисом, в древних горноскладчатых регионах практически полностью растрачена, и основным фактором образования трещин в скальных массивах этих регионов являются тектонические силы. Таким образом, в отличие от гидрогеомеханики пористых грунтов, гидрогеомеханика скальных массивов имеет тесную связь с тектонофизикой и механикой скальных пород, и должна рассматривать процессы деформирования массивов горных пород с учётом, главным образом, тектонических напряжений.

Скальные горные породы характеризуются высокой прочностью, а их законы деформирования близки к законам деформирования упругих твердых тел. Трещины в горных породах образуются в процессе деформирования под действием внешних или внутренних сил. Следовательно, проницаемость этих пород формируется в результате геомеханических процессов. Можно считать, что основным предметом исследований, направленных на выявление закономерностей формирования фильтрационной структуры скальных массивов, являются геомеханические процессы, определяющие возникновение открытых и взаимосвязанных трещин.

Учебное пособие предназначено для студентов специальности 080300 – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» и отражает основное содержание курса лекций по дисциплине «Гидрогеомеханика». Учебное пособие может представлять интерес для работников производственных и научных организаций, занимающихся вопросами гидрогеологии, инженерной геологии, геоэкологии и геомеханики скальных массивов.

1. ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Фильтрационная структура скальных массивов определяется развитием зон трещиноватости и состоит из двух компонентов. Вблизи поверхности земли практически повсеместно фиксируется зона региональной приповерхностной трещиноватости. Кроме того, значительную, но не однозначную роль в формировании фильтрационной структуры скальных массивов играют тектонические нарушения.

Мощность зоны региональной трещиноватости увеличивается в речных долинах и уменьшается на водоразделах. На фоне относительно равномерной региональной приповерхностной трещиноватости выделяются локальные водоносные зоны, как правило, связанные с тектоническими нарушениями. Сочетание региональной зоны приповерхностной трещиноватости и локальных водоносных зон привело к формированию представлений о корово-блоковой структуре скальных массивов.

Проницаемость изверженных, метаморфических, а также осадочных сцементированных пород, обладающих жесткими внутренними связями, определяется наличием трещин различного происхождения. Со времени опубликования работы Д.К. Щеголева и Н.И. Толстихина (1939 г), в отечественной гидрогеологической литературе утвердилось представление о том, что водоносный горизонт региональной приповерхностной трещиноватости приурочен к зоне выветривания скальных массивов (зоне экзогенной трещиноватости), а распространение гипергенных трещин ограничивается глубиной 60÷120 м.

По мере накопления новых фактических данных, глубину развития зоны водоносных трещин различные исследователи стали указывать до 150÷200 м и более. Вместе с тем, представление о развитии региональной приповерхностной трещиноватости на глубину не более 100 м, до сегодняшнего времени определяет основные методические установки при проведении гидрогеологических работ в скальных массивах.

Противоречия в представлениях о глубине развития приповерхностной трещиноватости и генезисе трещин наиболее наглядно отразились в ряде обобщающих работ, опубликованных в 80-

е и 90-е годы. Наиболее значительные обобщения содержатся в работах Б.Е. Антыпко (1987), С.Н. Чернышева (1983), Э.И. Ткачука (1992) и других исследователей. Основным результатом исследований является вывод о том, что ведущим фактором формирования проницаемости является напряженное состояние скальных массивов. Влияние экзогенных факторов ослабевает на глубинах 5÷40 м (преимущественно 10÷25 м).

В указанных работах убедительно показано, что приповерхностные трещины образуются под влиянием разгрузки напряжений, действующих в массиве. В ходе разгрузки наследуются трещины, образовавшиеся в ходе предыдущих деформаций. Глубина, на которую распространяется разуплотнение массива в результате разгрузки, составляет первые десятки метров.

Следует отметить, что в ряде работ отмечается, что зона приповерхностной трещиноватости имеет глубину развития до 300÷400 м, а иногда и более. Указывается, что в ряде случаев (палеозойские и более древние породы), литологический состав слабо влияет на закономерности развития трещиноватости и фильтрационных свойств. Кроме того отмечается, что геометрия систем трещин и их ориентировка слабо влияют на трещинную проницаемость горных пород.

В последние годы увеличивается число специалистов, которые считают, что напряженное состояние верхней части земной коры в большинстве горноскладчатых регионов характеризуется превышением горизонтальных напряжений над литостатическим давлением. Такое напряженное состояние называют геодинамическим, тектоническим или просто напряженно-деформированным состоянием.

В ряде публикаций отмечается, что идеи о напряженно-деформированном состоянии верхней части земной коры, стали активно восприниматься гидрогеологами под влиянием представлений о гидрогеодеформационном поле Земли, разработанных Г.С. Вартаняном и Г.В. Куликовым (1984 г). Эти представления показали взаимообусловленность напряженно-деформированного состояния породных массивов и их водопроницаемости.

Появились попытки разработать, на основе этих представлений, модель напряженно-деформированного состояния верхней части земной коры, и движения в ней подземных вод с учетом опыта бурения сверхглубоких скважин и строительства крупномасштабных

подземных сооружений. В статье В.В. Каякина, А.В. Мулиной, В.Л. Миловидова (1997) предлагается рассматривать сложное напряженное состояние верхней части земной коры, используя соотношение величин вертикальных ($\sigma_В$) и горизонтальных напряжений ($\sigma_Г$).

Таким образом, обзор развития представлений о генезисе и структуре водоносной зоны региональной приповерхностной трещиноватости позволяет сделать следующие выводы:

- Глубина развития зоны приповерхностной трещиноватости достигает 300÷400 м, а иногда и более.
- Водоносная зона региональной трещиноватости имеет сложное строение, что заставляет ставить задачу изучения ее стратификации.
- Глубина воздействия гипергенных процессов на процессы развития трещин обычно не превышает первых десятков метров.
- Трещины возникают в результате хрупкой деформации горных пород под воздействием значительных напряжений.
- Основную роль в возникновении и развитии зоны приповерхностной трещиноватости играет геодинамическое (тектоническое) напряженно-деформированное состояние земной коры.
- В регионах, сложенных древними породами, литологический состав относительно слабо влияет на закономерности развития трещиноватости и значения фильтрационных показателей.

Представления о формировании зоны приповерхностной трещиноватости в последнее время претерпели эволюцию от чисто экзогенного до тектонического, по своей сути, генезиса. В отличие от этого, возникновение и развитие разломов практически всегда связывалось с тектоническими напряжениями.

Описанию тектонических разрывов, их систематизации и классификации посвящена обширная литература, включающая труды отечественных и зарубежных исследователей. Гидрогеологические аспекты, связанные с исследованием тектонических разрывов, помимо обширной информации в многотомной монографии «Гидрогеология СССР», в разной степени отражены в работах Н.Д. Буданова, Г.С. Вартаняна, Н.А. Маринова, Ю.А. Норватова, В.А. Кирюхина, В.М. Степанова, Н.И. Толстихина, Е.В. Пеннекера, Н.И. Плотникова и многих других исследователей.

Многочисленными наблюдениями установлена приуроченность обводненных разломов преимущественно к локальным структурам – коровым разрывным дислокациям, сформировавшимся под влиянием молодых или современных тектонических движений. В.М. Степанов (1989) подчеркивает, что можно уверенно считать, что обводненность тектонических разрывов и зон разломов определяется не возрастом горных пород скальных массивов или тектонических нарушений, а воздействием неотектонических движений. В процессе молодых движений раскрываются ранее образованные разрывы, залеченные милонитами, дайковыми или рудными телами, либо образовываются новые трещины, открытые полости которых служат вмещающей средой для трещинно-жильных вод.

Анализ представлений о гидрогеологических свойствах тектонических нарушений, изложенных в многочисленных работах, позволяет сделать следующие выводы:

- Разломная тектоника имеет очень существенное значение в формировании фильтрационной структуры скальных массивов, но их гидрогеологическая роль неоднозначна. Тектонические нарушения могут играть роль, как водоносных зон, так и водоупоров, а также могут не иметь отличий, по фильтрационным свойствам, от вмещающих пород.
- В зоне разлома фильтрационные свойства могут изменяться очень значительно. Наряду с участками, обладающими высокой проницаемостью, в теле разлома очень часто встречаются непроницаемые участки. Тектонические нарушения имеют сложную структуру и, нередко, длительную историю формирования.
- Обводненные разломы приурочены преимущественно к локальным разрывным дислокациям, сформировавшимся под влиянием молодых или современных тектонических движений. Проницаемость зон разломов определяется, главным образом, не возрастом тектонических нарушений, а их неотектонической активизацией.
- Наиболее проницаемы субвертикальные разломы. Обводненность пологих тектонических дислокаций менее выражена. Строение тектонических зон и их проницаемость зависит от физико-механических свойств горных пород. В хрупких породах формируются

четко выраженные линейные разрывы, которые обычно отличаются повышенной проницаемостью.

Довольно сложно разделить на определенные научные направления результаты исследований, связанные с изучением геомеханики, гидрогеодинамики, структуры скальных массивов и напряженным состоянием земной коры. Очень часто близкими проблемами занимаются специалисты, которые относят себя к разным отраслям науки. Нередко бывает, что один и тот же ученый проводит исследования в различных направлениях.

Наряду с основоположниками гидрогеомеханики, В.А. Мироненко и В.М. Шестаковым, значительный вклад в формирование основных понятий, идеологии исследований, сбор и анализ фактических материалов внесли отечественные и зарубежные специалисты, которых можно отнести к специалистам в области гидрогеологии и инженерной геологии. Работы Н.И. Толстихина, И.В. Попова, Е.М. Сергеева, В.Т. Трофимова, В.М. Осипова, В.Д. Ломтадзе, Г.С. Вартаняна, Г.К. Бондарика, И.К. Гавич, И.П. Иванова, В.Д. Ломтадзе, Р.Э. Дашко, М.В. Раца, С.Н. Чернышева, А.А. Варги, И.И. Плотникова, Л. Мюллера, Ч. Джегера, Р. Гудмана, Х. Бока, В. Виттке и многих других исследователей можно рассматривать как базовые по отношению к основным задачам гидрогеомеханики.

Специалисты по инженерной геологии в своей повседневной деятельности постоянно сталкиваются с активным поведением геологической среды и ее реакцией на техногенное воздействие, поэтому ввели в постоянное обращение понятия «геологическая среда», «охрана геологической среды», «рациональное использование геологической среды», отстаивают приоритет использования понятия «геоэкология» применительно к вопросам охраны геологической среды.

Одновременно следует отметить, что в большинстве научных работ инженеров-геологов напряженное состояние земной коры рассматривается на качественном уровне и в ряду других факторов. Во многих случаях такой подход оправдан, т.к. большинство инженерных сооружений взаимодействует с относительно небольшим объемом геологической среды. Кроме того, современные геодинамические процессы нередко являются результатом взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой и поэтому также обычно носят

многофакторный характер. Многофакторный характер геологических явлений затрудняет выделение и изучение роли напряженно-деформированного состояния.

Скальные массивы отличаются также некоторыми особенностями процессов фильтрации. Эти особенности связаны с определенной дискретностью трещинного пространства. Ряд исследований был посвящен разработке приемов описания фильтрационной структуры и способов прогноза проницаемости скальных массивов на основе, главным образом, тензорных моделей.

Со времени становления геологии как самостоятельной науки, возникновение и развитие структур земной коры (разломов, трещин, складок), всегда связывалось с наличием движений, деформаций и напряжений. Геолого-структурные методы изучения напряженного состояния (НС), широко применяются как для решения конкретных задач (тектонический контроль рудоносности и анализ геологических структур), так и при анализе глобальных явлений и важных проблем (строение земли в целом и отдельных структур). Геологи рассматривают, главным образом, результаты воздействия НС на верхнюю часть земной коры в виде различных явлений и процессов. Геологические структуры в целом и структуры месторождений полезных ископаемых в частности, отражают сложную и длительную историю воздействия изменчивых тектонических сил на регион или участок земной коры.

Значительный вклад в развитие представлений о генезисе и развитии структур скальных массивов внесли специалисты, которые изучали структуры рудных полей. А.В. Пэк, В.А. Королев, В.М. Крейтер, Н.П. Лаверов, Ф.И. Вольфсон, П.А. Шехтман, Ю.С. Шихин и многие другие, в своих работах очень тщательно относились к описанию и анализу фактических данных, руководствуясь при этом положениями геомеханики. В работах этих ученых содержится значительное количество интересных наблюдений и обобщений.

В настоящее время большую роль в изучении тектонических процессов играют представители относительно молодой научной отрасли наук о Земле – тектонофизики. Тектонофизика рассматривалась одним из ее основателей, М.В. Гзовским, как пограничная отрасль между геологией и геофизикой. Существует не только область науки, но и тектонофизическая школа М.В. Гзовского,

работают лаборатории тектонофизики и экспериментальной тектоники в геологических организациях Москвы, Иркутска, Новосибирска и других городов.

В рамках тектонофизического направления разрабатываются вопросы, связанные с моделированием тектонических процессов, напряжений, деформаций, и изучением механизмов различных явлений. Даже перечисление основных работ учеников и последователей М.В. Гзовского очень затруднено в связи с их большим количеством. При формировании основных положений и разделов настоящей работы использованы некоторые публикации А.С. Григорьева, Ю.Г. Леонова, А.В. Михайловой, А.А. Никонова, Д.Н. Осокиной, Л.М. Расцветаева, О.И. Гущенко, Л.А. Сим, С.И. Шермана и ряда других исследователей.

Следует отметить, что работы многих специалистов в области тектоники скальных массивов отличаются оригинальностью, самостоятельностью и будут использоваться при дальнейшем изложении.

Значительное число специалистов из разных отраслей геологической науки (геологии, геофизики, инженеры – геологи) уделяют большое вниманию разработке представлений о структуре геологической среды. Оригинальный подход к описанию структуры массивов содержится в работах Б.Н. Мельникова. М.А. Садовский, В.Г. Талицкий, В.А. Галкин, А.А. Спивак, А.А. Наймарк и другие исследователи разрабатывают представления о дискретности геологического пространства, рассматривают геологическую среду как имеющую свойства иерархичности и самоподобия.

Специалисты горного профиля, выполняя исследования устойчивости сооружений в конкретных условиях и для отдельных выработок, чаще всего применяют количественные методы для локальных сооружений и участков, с применением ряда допущений и геомеханических схем. Геомеханические исследования в горных науках имеют высокий уровень. В научных организациях накоплен большой опыт работ, а в вузах горного профиля преподается ряд учебных дисциплин, в которых рассматриваются вопросы геомеханики.

В.В. Ржевский, И.В. Баклашов, Б.А. Картозия, А.Б. Фадеев, Г.Л. Фисенко, И.А. Турчанинов, А.Н. Ставрогин, И.М. Петухов, И.М. Батугина и другие ведущие ученые, опубликовали ряд учебников

и монографий, в которых рассматриваются вопросы устойчивости горных выработок и механики горных пород. Подавляющее большинство работ, опубликованных специалистами горного профиля, имеет четкую практическую направленность на решение задач горного производства.

Наряду с такими работами в последние годы появилась тенденция обобщения накопленных материалов, и стали появляться статьи и монографии, в которых авторы пытаются объединить глобальный и региональный (условно – геологический) и количественный (геомеханический) подход к проблеме влияния напряженно-деформированного состояния на естественные и техногенные процессы в геологической среде. Наиболее отчетливо такой подход проявляется в последней работе И.М. Петухова и И.М. Батугиной (Геодинамика недр, 1996). Авторы этой работы показали, что напряженно-деформированное состояние (НДС) земной коры оказывает многогранное воздействие на геологические процессы и на различные области человеческой деятельности.

Таким образом, в горной, строительной и геологической науках накоплен значительный опыт изучения геомеханических процессов в скальных массивах. Использование этих достижений даёт возможность наметить пути решения задач гидрогеомеханики, а также позволяет, в ряде случаев, разработать новые подходы к некоторым геомеханическим проблемам. В целом обзор литературных источников позволяет сделать следующие выводы:

- Анализ современных данных о строении зоны региональной трещиноватости убедительно показывает, что фильтрационная структура скальных массивов формируется под воздействием тектонических напряжений. Строение водоносных разломов и зон трещиноватости необходимо рассматривать, опираясь на основные положения геомеханики скальных массивов.
- Скальные массивы в большинстве регионов находятся в напряженно-деформированном состоянии, под воздействием тектонических напряжений. Вектор действия главных максимальных напряжений имеет субгоризонтальную ориентировку. Значения главных напряжений, действующих в горизонтальной плоскости, в несколько раз превышают вертикальные напряжения от веса горных пород.

- Подземные воды циркулируют по сетям трещин, которые образуются вследствие геомеханических процессов. Являясь наиболее подвижным компонентом геологической среды, подземные воды рассматриваются в гидрогеомеханике в качестве универсального индикатора, позволяющего изучить как естественную, так и техногенную структуру скальных массивов.

Контрольные вопросы

1. Представления о фильтрационой структуре скальных массивов.
2. Характеристики зоны приповерхностной трещиноватости (мощность, связь с рельефом).
3. Развитие представлений о генезисе зоны приповерхностной трещиноватости.
4. Представления о роли разломных зон в формировании фильтрационной структуры скальных массивов.
5. Особенности различных направлений геологии, связанных с изучением тектоники скальных массивов.
6. Особенности применения механики скальных пород специалистами горного профиля.

2. НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД

Представления о напряженном состоянии горных пород углублялись в соответствии с развитием различных областей знаний. В механике горных пород, обслуживающей те вопросы строительства, которые касаются взаимодействия инженерных сооружений с геологической средой, давно утвердились представления о ведущей роли собственного веса горных пород в формировании напряжений в геологической среде. Согласно этим представлениям, вертикальные силы, действующие в массиве, равны весу вышележащих пород. Боковое давление от веса пород определяется, в соответствии с предпосылкой А.Н. Динника, через коэффициент бокового отпора, который в обычных условиях всегда меньше единицы, и чаще всего имеет значение 0,3 – 0,4. Таким образом, в тех условиях, где главным источником напряжений в массиве горных пород является их

собственный вес, горизонтальные напряжения составляют 30 – 40 % от вертикальных напряжений. Для самой верхней части земной коры, составляющей не более первых десятков метров, и взаимодействующей с обычными зданиями и сооружениями, рассмотренные закономерности обычно выполняются.

При проходке трансальпийского туннеля во второй половине девятнадцатого века, швейцарский геолог Гейм установил, что в массиве горных пород действуют горизонтальные напряжения, соизмеримые с вертикальными. Он считал, что горизонтальные и вертикальные напряжения равны, т.е. фактически высказал гипотезу о гидростатическом распределении напряжений в массиве горных пород. Некоторые авторы руководствуются этой гипотезой и в настоящее время.

Накопленный большой объем наблюдений за поведением пород при возведении плотин в горно-складчатых областях, при проходке туннелей и эксплуатации горных предприятий показал, что горизонтальная составляющая напряжений очень часто в несколько раз превосходит вес столба горных пород. Сейчас не вызывает сомнений, что избыточные горизонтальные напряжения имеют тектоническое происхождение и связаны с современными движениями и напряжениями в земной коре.

Считается, что переход от локальных выводов и качественных предположений в сознании геологов произошел после публикаций Н. Хаста (1958, 1969). На основании натурных измерений в глубоких горных выработках, он пришел к выводу о существовании «избыточных» горизонтальных напряжений уже на глубинах в первые десятки метров. По времени работы Н. Хаста совпали с этапом развития идей новой глобальной тектоники, хорошо согласовывались с геотектоническими концепциями и, в какой-то мере, обобщали накопленный мировой опыт. Для специалистов горного профиля к тому времени уже было хорошо известно, что в скальных массивах Хибинского массива, на рудниках Канады, США, Южной Африки установлены те же закономерности.

В нашей стране накопленный опыт был обобщен в книге «Напряженное состояние земной коры» (1973), появившейся по инициативе П.Н. Кропоткина. В этой работе показано, что в верхней части земной коры встречается два типа полей напряжений – геостатическое и геодинамическое. Первое обусловлено давлением

вышележащих горных пород, и горизонтальные напряжения составляют 0,3 – 0,6 от вертикальных напряжений. Геодинамическое поле напряжений характеризуется резко завышенными значениями горизонтальных напряжений сжатия и их анизотропией. Эти напряжения, как правило, значительно превышают значения геостатического давления, что однозначно снимает вопрос об их гравитационном или любом другом нетектоническом происхождении.

Особое внимание вызывает вопрос о глубине проявления избыточных горизонтальных напряжений. Имеющиеся данные свидетельствуют, что геодинамическое поле напряжений может действовать практически на поверхности земли или начиная с глубины в первые десятки метров. В некоторых точках Скандинавии и Северной Америке тектонические напряжения наблюдались на глубине 6 – 15 м. Отсюда следует, что в различных регионах и разных геологических условиях уровень напряжений в верхней части земной коры может существенно отличаться. Конкретные значения горизонтальных напряжений, как выше отмечалось, были впервые обобщены Н. Хастом. По его данным значения горизонтальных напряжений описываются зависимостью:

$$\sigma_X + \sigma_Y = 19.1 + 0.1\,H, \qquad (2.1)$$

где σ_X – главное горизонтальное напряжение, МПа;

σ_Y – промежуточное горизонтальное напряжение, МПа;

H – глубина от поверхности, м.

Следовательно, в тех условиях, где данная зависимость выполняется, на дневной поверхности сумма главных горизонтальных напряжений составляет примерно 19 МПа и увеличивается с глубиной. Очень важно, что возрастание напряжений с глубиной, по Н. Хасту, происходит значительно быстрее, чем увеличение веса горных пород. Удельный вес пород составляет обычно около 0,03 МН/м^3, и, следовательно, возрастание напряжений превышает увеличение геостатического давления более чем в три раза. Измерения, проведенные на разных рудниках и глубинах, показывали значения главных горизонтальных от первых десятков до ста МПа (рис. 2.1).

Усредненные данные служат ориентиром при проведении исследований, но в конкретном регионе и, точнее, в определенной

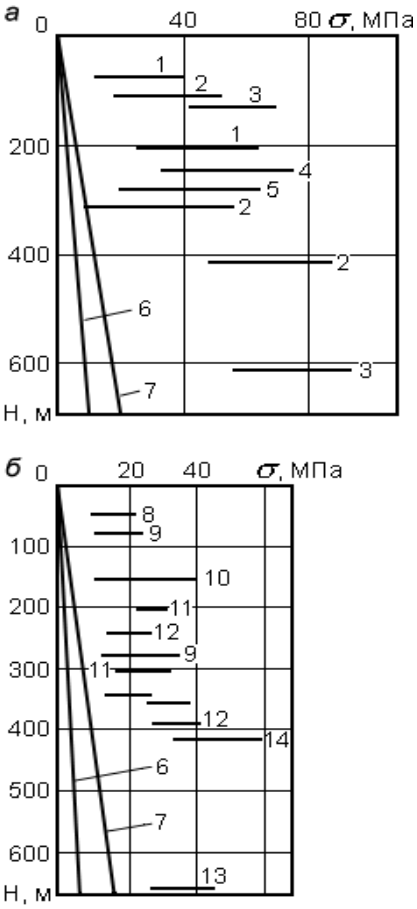


Рис. 2.1. Изменение горизонтальных напряжений с глубиной в массивах горных пород (по Булычеву Н.С., 1989 г): *а* – Кольский полуостров; *б* – Средняя Азия; *1-5, 8-14* – номера месторождений; *6* – расчётные горизонтальные напряжения ($\lambda\gamma H$); *7* – расчётные вертикальные напряжения (γH)

точке горного массива, измеренные значения могут существенно отличаться от средних значений. Так, хотя в большинстве случаев основное направление тектонических напряжений – горизонтальное, в отдельных районах зафиксированы значительные вертикальные напряжения тектонического происхождения.

В горно-складчатых районах на распределение напряжений в приповерхностной части массивов горных пород большое влияние оказывает резкая расчлененность рельефа. Концентрация напряжений приурочена к зонам наибольшего изменения кривизны рельефа, причем глубина, на которую прослеживается влияние особенностей рельефа, зависит от высоты горы или глубины и ширины вреза, и в меньшей степени, от крутизны рельефа. Усиление эрозионной деятельности (как естественной, так и искусственной) вызывает рост концентрации напряжений. Это обстоятельство необходимо учитывать при проектировании крупных наземных и подземных сооружений.

Об источниках формирования напряженного состояния земной коры единого мнения пока не сложилось. Большинство исследователей сходится на том, что поля напряжений сформировались под воздействием ряда факторов и имеют иерархический (ранговый) характер. На каждом отдельном участке земной коры сочетание действия различных факторов может приводить к различным результатам. Эти различия могут проявляться как в преобладающих направлениях сжимающих напряжений, так и в изменчивости этих направлений в пределах относительно небольших площадей и объемов горных пород.

На основании обзора работ, связанных с вопросами напряженного состояния массивов горных пород, можно сделать следующие выводы:

- Напряженное состояние земной коры выявлено многочисленными исследованиями и проявляется в существовании вблизи поверхности земли горизонтальных напряжений, в несколько раз превышающих по своей величине вес горных пород на тех же глубинах.
- Поля напряжений имеют иерархический (ранговый) характер, и на каждом отдельном участке сочетание действия различных факторов может приводить к различным результатам.

Изучение напряженного состояния на Урале с помощью прямых измерений проводилось в районах рудных месторождений

силами ряда организаций, но основные результаты были получены сотрудниками ИГД Минчермета, ныне ИГД УрО РАН. В течение многих лет эти работы выполнялись под руководством Н.П. Влоха. Данные, приведенные в его последней монографии (1994), свидетельствуют о том, что массивы горных пород находятся под воздействием значительных напряжений (рис. 2.2). Средние значения горизонтальных напряжений составляют 10÷30 МПа, а иногда, особенно с глубиной превышают 50 МПа. Анализ данных показывает значительный разброс значений, как по глубине, в целом по Уралу, так и в пределах одного или рядом расположенных месторождений. Практически не зафиксированы напряжения, которые соответствуют геостатическим закономерностям распределения напряжений.

В связи с тем, что прямых изменений напряженного состояния на Урале недостаточно для детальной характеристики региона, целесообразно использовать для оценки поля напряжений геофизическую, геологическую и сейсмическую информацию. При оценке техногенных изменений геологической среды на месторождениях полезных ископаемых Урала эти исследования были выполнены А.С. Зайцевым (1993). В настоящее время эти работы проводятся в институтах Геофизики и ИГД УрО РАН.

В отношении ориентировки вектора максимального главного напряжения по региону в целом, чаще всего высказывается мнение о преобладании максимальных сжимающих усилий вкрест простирания Уральских структур. Следует отметить, что фактические данные очень часто не соответствуют этим представлениям. Нередко главные сжимающие напряжения ориентированы параллельно простиранию геологических структур или занимают диагональное положение к ним.

На основании анализа работ, связанных с вопросами напряженного состояния массивов горных пород на Урале, можно сделать следующие выводы:

- В Уральском регионе наблюдаются различные проявления напряженного состояния. Горизонтальные напряжения, измеренные в горных выработках, достигают 50 МПа. Во многих местах фиксируются вертикальные и горизонтальные движения земной коры, происходят землетрясения и горные удары.

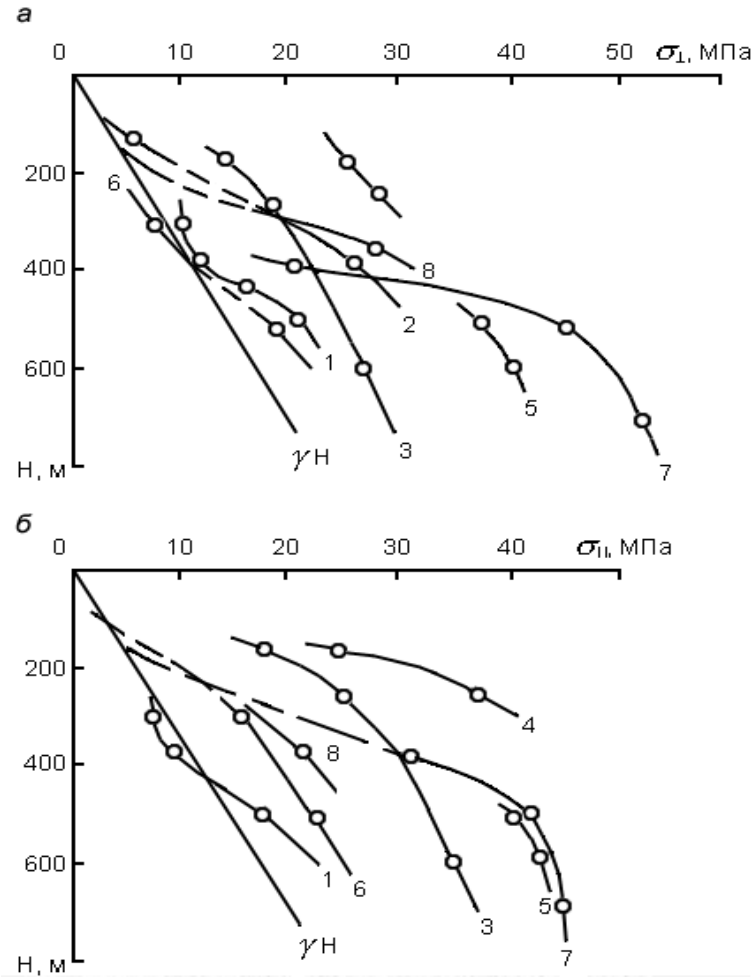

а
0
10
20
30
40
50
σ1, МПа
200
400
600
H, м
γH
1
2
3
4
5
6
7
8
б
0
10
20
30
40
σII, МПа
200
400
600
H, м
γH
1
3
4
5
6
7
8

Рис. 2.2. Изменение горизонтальных напряжений с глубиной в массивах горных пород Урала (по Влоху Н.П., 1994 г): $\sigma_{\perp}$ - напряжения, перпендикулярные простиранию; $\sigma_{\parallel}$ - напряжения, параллельные простиранию пород; *1-7* – номера месторождений

Повсеместно установлено наличие современных движений земной коры. Вертикальные движения поверхности составляют мм и см/год, горизонтальные смещения могут достигать дм/год. Современные движения поверхности земли непосредственно связаны с напряженным состоянием земной коры.

- Накопленный опыт, наличие фактических данных и современные методы исследований позволяют наметить пути решения теоретических и прикладных задач, связанных с геомеханическими процессами в геологической среде Уральского региона.

Среди многочисленных работ, посвященных проблеме напряженного состояния земной коры, следует выделить те из них, которые содержат наиболее интересные концепции и обобщают разнообразные научные сведения и подходы. Интересные концепции содержатся в работах И.М. Петухова, которые обобщены им в монографии «Геодинамика недр» (1996), подготовленной совместно с И.М. Батугиной. По мнению авторов, невозможность учета всего многообразия форм, размеров, элементов массива горных пород, их свойств, взаимодействующих процессов при решении конкретных вопросов техногенной деятельности человека, заставляет искать феноменологические подходы и методы. Такой обобщенный подход должен базироваться на раскрытии закономерностей распределения напряженного состояния в земной коре в целом и в отдельных ее участках с учетом усредненных физико-механических свойств массива горных пород, рассматривая массив в качестве сплошной среды.

В указанной работе напряженное состоянии земной коры рассматривается на основе концепции о том, что земная кора в целом, как система, и ее отдельные участки находятся в специальном предельно напряженном состоянии. В рассматриваемой работе содержатся следующие важные концепции: представление о предельно напряженном состоянии земной коры; утверждение, что это состояние описывается законом Кулона – Мора; рекомендации использовать при решении практических задач паспорт прочности Кулона – Мора. Недостатком описанной работы является отсутствие детального описания смены физических состояний горных пород с глубиной и использование условия Кулона – Мора в виде уравнения эллипсоида, а не в форме аналитической зависимости.

Представления о реологической расслоенности земной коры рассмотрены в работах В.Н. Николаевского (1978 - 1985). Опираясь на

обобщения исследований в области механических свойств горных пород, В.Н. Николаевский разработал подробную модель реологических преобразований горных пород и условий их разрушения при повышении давлений и температур. Главная концепция, которая следует из работ В.Н. Николаевского, состоит в том, что горные породы, слагающие земную кору, меняют свои свойства, подчиняясь известным закономерностям механики скальных пород. Отсюда напрашивается вывод, что правильные представления о смене состояний горных пород в условиях повышения давлений и температур, а также учет ряда других факторов, могут помочь в решении задач гидрогеомеханики. В качестве основного недостатка работ В.Н. Николаевского, следует отметить, что детально разработанная модель последовательной смены видов разрушения горных пород не подкреплена аналитическими критериями, определяющими границы проявления этих разновидностей.

Концептуальные работы И.М. Петухова и В.Н. Николаевского взаимно дополняют друг друга и могут служить той основой, которая позволяет наметить пути решения задач гидрогеомеханики.

Контрольные вопросы

1. Преобладающие представления о НС породных массивов в инженерной геологии.
2. История развития представлений о НС земной коры.
3. Геостатическое и геодинамическое НС в земной коре.
4. Современные представления о НС массивов горных пород (МГП).
5. Вклад Н. Хаста в формирование современных представлений о НС МГП.
6. Изучение НС МГП на Урале.
7. Представления И.М. Петухова и В.Н. Николаевского о направлениях исследований НС МГП.

3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕХАНИКИ ГОРНЫХ ПОРОД

При решении большинства задач горной и строительной геомеханики основным моментом является определение условий разрушения материала. Предметом исследований гидрогеомеханики

является процесс образования трещин, свойства которых определяют основные гидрогеологические и инженерно-геологические свойства массивов горных пород. Задача о количественных преобразованиях геологической среды в условиях НС требует углубления качественных представлений об изучаемых процессах, а также развитие математического аппарата, описывающего эти закономерности. В этой главе рассматриваются известные представления о качественной стороне процесса деформирования и о количественных зависимостях, описывающих эти процессы. Известные закономерности и результаты исследований рассматриваются с позиции решения задач гидрогеомеханики, поэтому содержат новые подходы, предложенные автором этой работы. В основе обобщения лежат работы Р. Гудмана, В.Н. Николаевского, В.Н. Крапивина, Ю.С. Шихина, и ряда других исследователей.

Для обоснования качественной модели процесса образования трещин необходимо рассмотреть закономерности процесса деформации. Деформация может осуществляться способами обратимого и необратимого искажения внутренней структуры тела, а также путем ее нарушения. Этим способам соответствуют три вида деформации – упругая, пластическая и хрупкая (рис. 3.1). В ходе деформации эти виды сменяют и, частично, дополняют друг друга, поэтому в ряде случаев их удобнее рассматривать как три последовательные стадии. Стадийность следует рассматривать как важнейшее свойство процесса деформации.

Очень важным этапом деформации хрупких материалов на стадии, предшествующей разрушению, является дилатансионное разуплотнение. Дилатансия происходит за счет возникновения в материале массовых трещин предразрушения, при этом происходит увеличение объема и активной (взаимосвязанной) внутренней пустотности (рис. 3.2). Дилатансия наблюдается в определенных значениях напряжений, т.е. тогда, когда разница между максимальным (σ_1) и минимальным (σ_3) напряжением находится в определенных соотношениях.

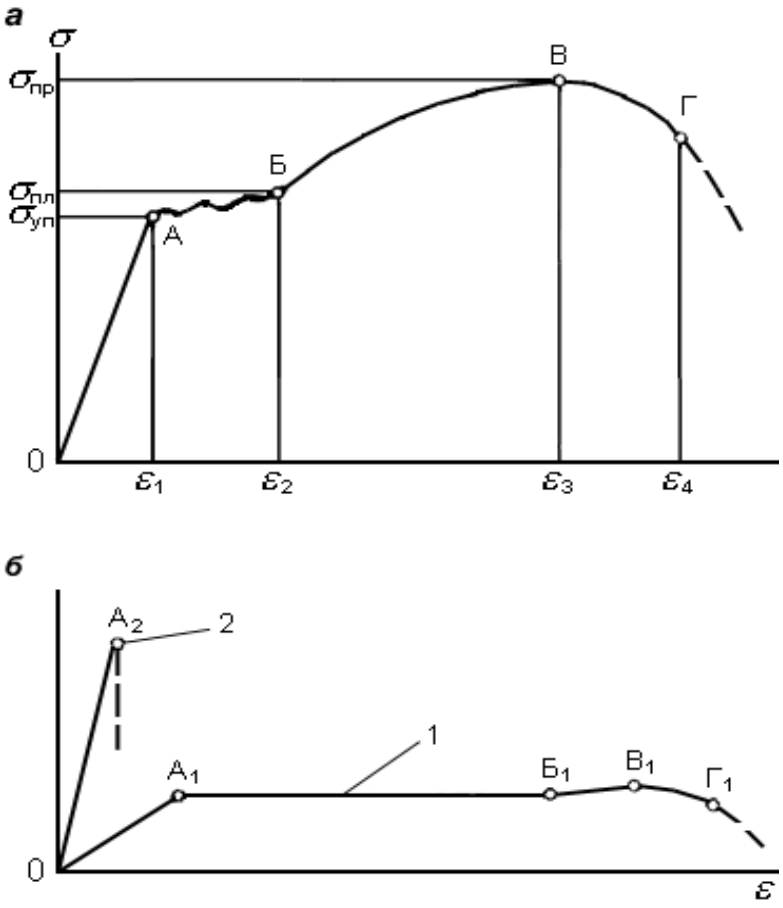


Рис. 3.1. Типовые зависимости «напряжение – деформация» (по Шихину Ю.С., 1991 г): *а* – общая кривая; стадии деформации: ОА – упругая, АБ – пластичная, БВГ – хрупкая, с удлинениями $O\varepsilon_1$, $\varepsilon_1\varepsilon_2$ и $\varepsilon_2\varepsilon_4$ соответственно; пределы: $\sigma_{уп}$ – упругости, $\sigma_{пл}$ – пластичности, $\sigma_{пр}$ – прочности; *б* – идеализированные кривые деформации пластичного (1) и хрупкого (2) тел.

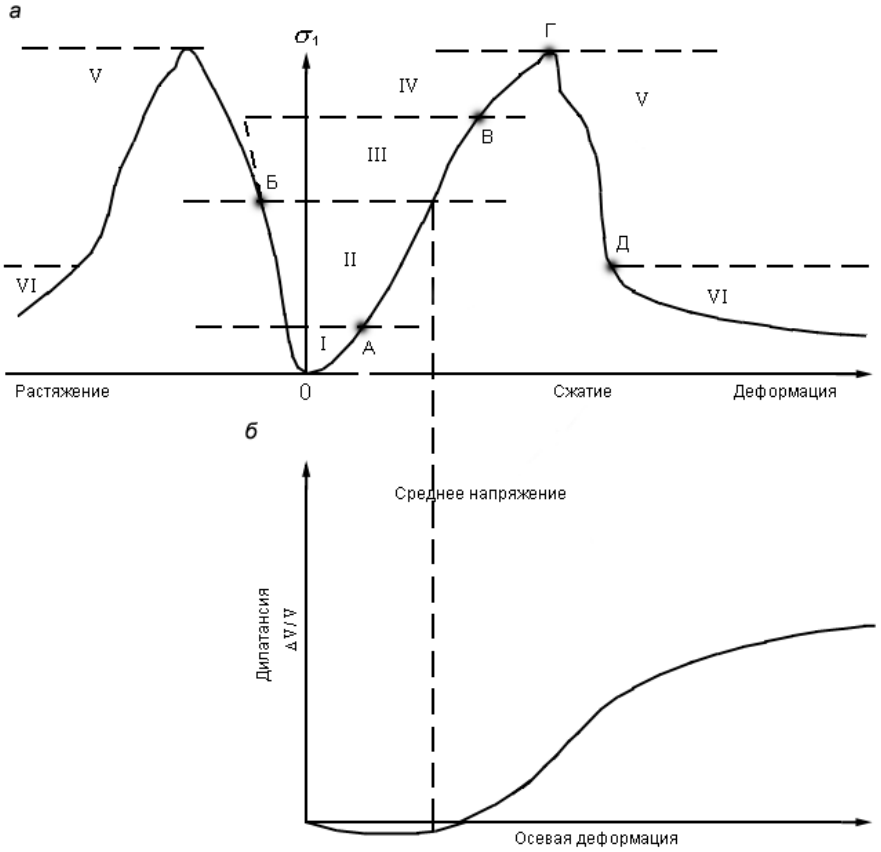


Рис. 3.2. Зависимость «деформация – напряжение» в скальных породах (по Р. Гудману, 1987 г): *а* – осевые и поперечные деформации в зависимости от σ_1; *б* – объемная деформация в зависимости от осевой деформации; I – поперечная деформация; II – упругое поведение; III – образование новых трещин; IV – увеличение микротрещин; V – образование макротрещин за счет роста микротрещин; VI – сдвиги по макротрещинам.

При относительном увеличении максимального напряжения, когда отношение σ_1/σ_3 достигает определенного значения, массовые трещины предразрушения не развиваются и дилатансия не фиксируется.

Наиболее детально представления о последовательности разрушения геоматериалов рассмотрены в работах В.Н. Николаевского (1984). Опираясь на данные различных исследователей, он предлагает «схему - классификацию неупругости и разрушения геоматериалов». Эта схема, с некоторыми дополнениями изменениями автора данной работы, даёт представления об этапах деформации и разрушения в зависимости от давления и температуры (рис. 3.3).

Среди этапов деформации, выделенных В.Н. Николаевским, главное значение при решении задач гидрогеомеханики имеет этап хрупкой деформации. Этап хрупкой деформации заканчивается, когда трещины предразразрушения возникают только в зоне будущей сквозной макротрещины, т.е. деформация локализуется в узкой полосе. При последовательном увеличении напряжений (увеличении отношения σ_1/σ_3), эта полоса увеличивается и происходит постепенный переход от хрупкой к пластической деформации. Очень важно отметить, что этап локализации деформаций, который предшествует этапу псевдопластичности, является довольно сложным.

На основании работ В.Н. Николаевского, Р. Гудмана и других исследователей можно сделать вывод, что отличительной чертой этапа хрупкой деформации является возникновение во всем деформируемом объеме, (во всей «массе»), сети трещин предразрушения (массовых трещин). Необходимо отметить, что для хрупкого разрушения скальных горных пород, характерно последовательное образование различных видов трещин предразрушения. На начальных этапах деформации образуются трещины отрыва, которые при развитии деформации соединяются и приобретают сколовый характер. Объединение этих трещин приводит к образованию единого разлома.

Трещины предразрушения развиваются в несколько этапов. На пределе упругости в материале начинают развиваться пластические деформации в форме деформаций послойного скольжения на уровне кристаллов, межкристаллических промежутков и минеральных агрегатов (рис. 3.4).

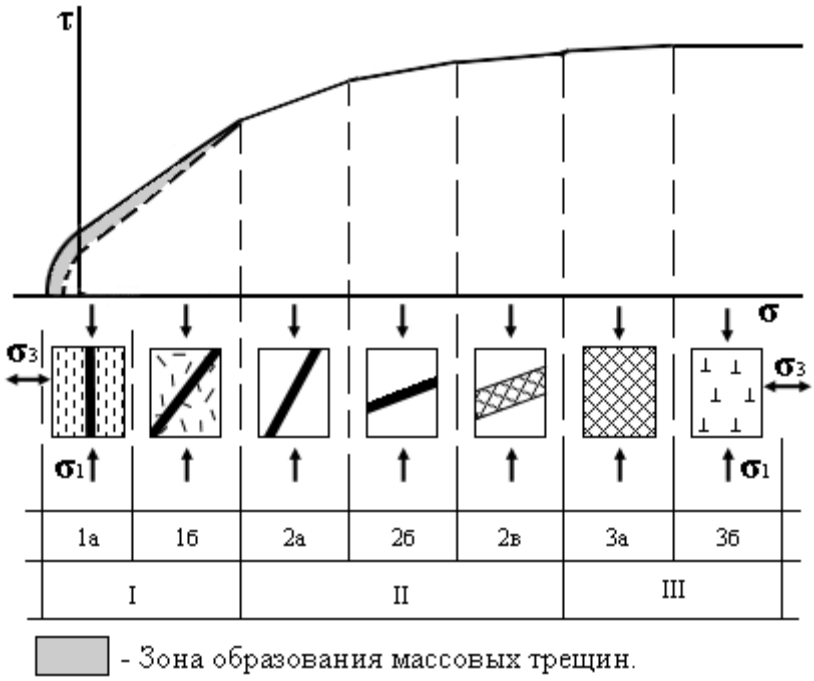


Рис. 3.3. Развитие процессов деформации горных пород в зависимости от давления и температуры:

I – хрупкое разрушение (массовые микро- и макротрещины):

1а – разрушение по трещинам отрыва

1б – разрушение по трещинам скола

II – переходное (локализованное) разрушение:

2а – локальный скол ($\alpha<45^o$)

2б – локальный скол ($\alpha>45^o$)

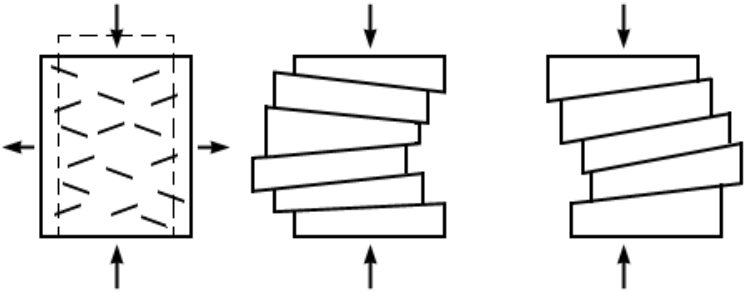
2в – локальная зона псевдопластического разрушения

III – пластическое разрушение:

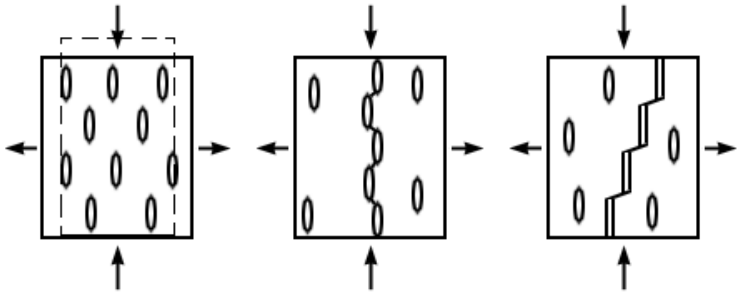
3а – псевдопластическое

3б – пластическое.

Пластичный материал



Хрупкий материал



Хрупко-пластичный материал

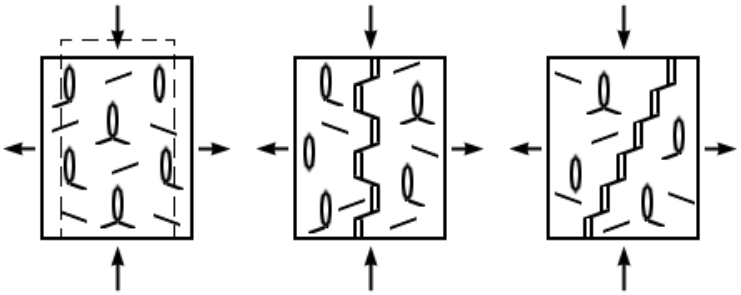


Рис. 3.4. Механизм деформации и разрушения

В плотных образцах скальных горных пород этот этап практически не проявляется в изменении формы графика связи напряжений и деформаций и не приводит к образованию трещин, но на этом этапе подготавливаются условия для дальнейших деформаций. В натурных условиях, в связи с высокой неоднородностью массивов горных пород, очень часто в породе развиваются трещины сдвига (скольжения).

Механизм возникновения поверхности скола определяется соединением микротрещин отрыва наклонными сдвиговыми трещинами (трещинами скольжения). Следует предполагать, что большинство сдвиговых микротрещин образуется по поверхностям пластического скольжения, которые очень часто являются поверхностями ослабления прочности материала. Трещина скола представляет собой ступенчатую поверхность (см. рис. 3.4), состоящую из микротрещин отрыва и микротрещин сдвига (скольжения). Последние образуют с осью главного максимального напряжения угол, значение которого может достигать примерно 70°.

Соотношение свойств, характеризующих хрупкость и пластичность, в конкретном материале проявляется в отношении длин микротрещин отрыва и скольжения, и, как следствие, формирует угол скола (см. рис. 3.4). В хрупких породах, где угол скола составляет 20-25°, длина микротрещин отрыва существенно превышает длину микротрещин скольжения.

В породах обладающих пластичными свойствами, трещины отрыва обычно играют подчиненную роль, угол скола чаще всего превышает 45°, и может приближаться к 70°. Материалы, имеющие промежуточные свойства, т.е. примерное равенство хрупких и пластичных свойств, образуют при скалывании угол около 45°, а протяженность микротрещин отрыва и сдвига примерно одинакова.

Достижение состояния, когда массовые трещины практически не образуются, а деформации локализуются в зоне одного нарушения, можно рассматривать как верхнюю границу истинно хрупкого разрушения. При дальнейшем смещении круга напряжений вправо (см. рис. 3.3), происходит существенное выполаживание паспорта прочности, но локализация деформаций в зоне одного нарушения сохраняется. Выполаживание паспорта прочности свидетельствует о нарастании пластических свойств горной породы. Разлом (сколовая макротрещина) в этих условиях меняет свой угол с осью

максимального главного напряжения. Если угол скалывания меньше 45°, то это состояние можно рассматривать как пластично – хрупкое, а если угол превышает 45°, то состояния является хрупко – пластичным. При приближении угла скола к 70° хрупкая составляющая в формировании зоны нарушения практически исчезает. В зоне нарушения формируется локальная зона псевдопластического течения.

Твердые тела обычно рассматриваются как тела, удерживающие свою форму неограниченно, но большинство твердых материалов могут медленно деформироваться при определенном уровне напряжений. Это свойство твердых тел обычно рассматривается как ползучесть. В.Н. Николаевский (1984), рассматривая результаты испытания скальных пород делает вывод, что замедление скорости деформирования на несколько порядков не очень существенно сказывается на значении предела прочности геоматериала, но дилатансионное деформирование облегчается. При этом, в условиях по сути хрупкой деформации, в скальном массиве значительное развитие получают трещины скольжения, отражающие преобладание пластической стадии деформирования.

Наряду с важностью качественных представлений о процессах деформирования, для решения задач гидрогеомеханики очень важны количественные критерии рассматриваемых явлений.

Критерий разрушения Мора – Кулона является наиболее простым и общепризнанным критерием разрушения скальных пород и представляет собой прямолинейную огибающую предельных кругов Мора. При записи критерия через нормальные и касательные напряжения в точке касания круга Мора с огибающей, будем иметь:

$$\tau_{ПР} = C + \sigma_H \operatorname{tg}\varphi, \qquad (3.1)$$

где $\tau_{ПР}$ – предельное касательное напряжение;

C – сцепление;

σ_H – нормальное напряжение на площадке сдвига;

φ – угол внутреннего трения.

Уравнение теряет физический смысл при растягивающих нормальных напряжениях (σ_H) на площадках разрушения, т.к. в этом случае не правомерно рассуждать о сопротивлении трению. Минимальное главное напряжение σ_3 может быть растягивающим, но нормальное напряжение на площадке сдвига должно быть сжимающим. Критерий Мора – Кулона определяет связь главных напряжений при разрушающей нагрузке:

$$\sigma_1 = R_{СЖ} + \sigma_3 \, tg^2(45 + \varphi/2), \qquad (3.2)$$

где $R_{СЖ}$ – предел прочности на сжатие.

Критерий Мора – Кулона называют также условием предельного состояния, т.к. данная зависимость лежит в основе теории предельного равновесия горных пород. Предельное состояние реализуется на двух площадках скола, которые расположены под углом скалывания (α), к оси максимального главного напряжения (рис. 3.5).

Основным условием применения аналитических методов теории упругости для исследования напряженно-деформированного состояния скального массива является введение идеализированного представления о его сплошности. Анализ такой модели массива может быть выполнен методами линейной теории упругости. Для однородного изотропного массива обобщенный закон упругости (обобщенный закон Гука) имеет вид:

$$\begin{aligned} \varepsilon_X &= 1/E \cdot [\sigma_X - \mu(\sigma_Y + \sigma_Z)]; \\ \varepsilon_Y &= 1/E \cdot [\sigma_Y - \mu(\sigma_X + \sigma_Z)]; \qquad (3.3) \\ \varepsilon_Z &= 1/E \cdot [\sigma_Z - \mu(\sigma_Y + \sigma_X)]; \end{aligned}$$

В случае плоской деформации (ε_Y=0) эти уравнения перепишутся в виде (Баклашов, Картозия, 1986):

$$\varepsilon_X = 1/E^* \cdot (\sigma_X - \lambda\sigma_Z); \qquad (3.4)$$

$$\varepsilon_Z = 1/E^* \cdot (\sigma_Z - \lambda\sigma_X); \qquad (3.5)$$

$$E^* = E/(1 - \mu^2); \qquad (3.6)$$

$$\lambda = \mu/(1 - \mu), \qquad (3.7)$$

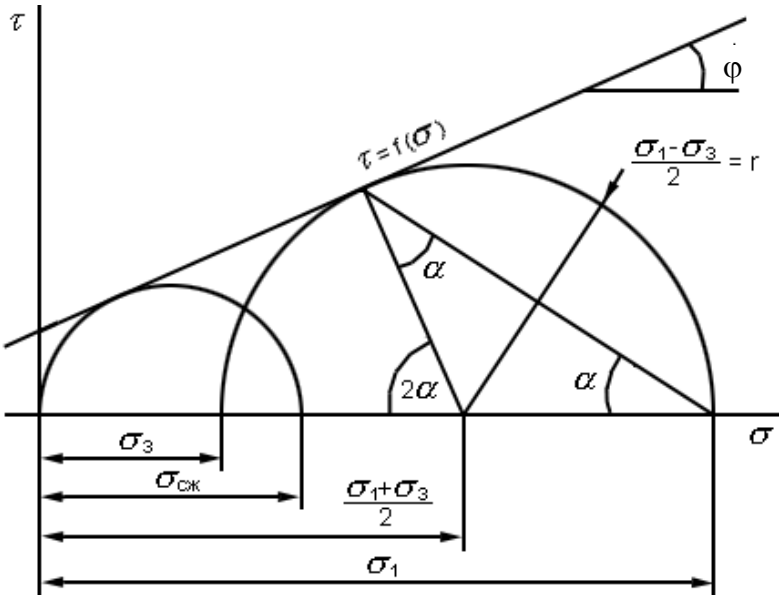
где λ - коэффициент бокового отпора.

Из обобщенного закона Гука следует, что деформация, происходящая по определенной оси, определяется эффективным (результирующим) напряжением (σ_X^o ,σ_Z^o) которое складывается из активного напряжения и реактивных напряжений:

$$\sigma_X^o = \sigma_X - \lambda\sigma_Z.; \qquad (3.8)$$

$$\sigma_Z^o = \sigma_Z - \lambda\sigma_X. \qquad (3.9)$$

Активное напряжение возникает из-за внешнего силового воздействия на материал, а реактивное напряжение формируется непосредственно в материале как реакция на внешние силовые воздействия.


τ
φ
τ=f(σ)
σ1-σ3 / 2 = r
α
2α
α
σ
σ3
σсж
σ1+σ3 / 2
σ1

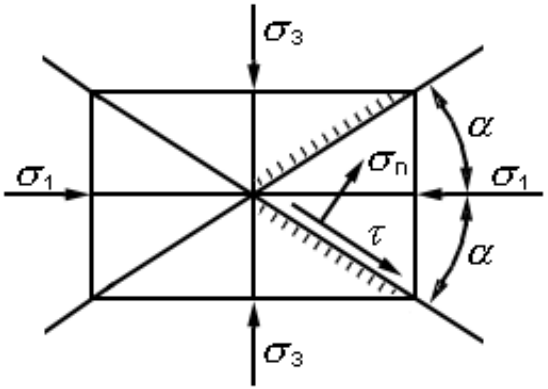

σ3
α
σ1
σn
σ1
τ
α
σ3

Рис. 3.5. Паспорт прочности горных пород и ориентировка площадок скола (по Крапивину В.Н., 1987 г)

Реактивные напряжения имеют характер бокового отпора от максимального активного напряжения и действуют в плоскости, перпендикулярной активному напряжению. Если активное напряжение сжимающее (положительное), то реактивное напряжение от него является растягивающим (отрицательным). Таким образом, эффективное напряжение определяется алгебраической суммой активных и реактивных напряжений.

Если активное (внешнее) силовое воздействие по оси отсутствует, то это не означает отсутствие, по этой оси (оси минимальных напряжений), напряжений и деформаций. Эффективное напряжение в этом случае (в случае одноосного сжатия по оси максимальных сжимающих напряжений), определяется только реактивными напряжениями и является растягивающим. Соответственно и поперечная деформация носит отрицательный (растягивающий) характер:

$$\sigma_X^o = -\lambda\sigma_Z ; \qquad (3.10)$$

$$\sigma_Z^o = -\lambda\sigma_X . \qquad (3.11)$$

Принимая $\sigma_Z^o = \sigma_3^o$, а $\sigma_X = \sigma_1$, можно записать, что в этом случае

$$\sigma_3^o = -\lambda\sigma_1. \qquad (3.12)$$

Опираясь на зависимости (3.2; 3.9), с учётом (4.4), запишем:

$$\sigma_1 = R_{СЖ} + \sigma_3/\lambda; \qquad (3.13)$$

$$\sigma_3^o = \sigma_3 - \lambda\sigma_1. \qquad (3.14)$$

Решая систему уравнений (3.13; 3.14) получим, что

$$\sigma_3^o = -\lambda R_{СЖ} , \qquad (3.15)$$

т.е σ_3^o является постоянной величиной. Физический смысл последнего выражения состоит в том, что σ_3^o можно рассматривать как предел прочности на разрыв при сжатии ($R_р$). Так как значение σ_3^o является эквивалентом поперечных растягивающих деформаций, то постоянство этой величины согласуется с теорией наибольших (предельно допустимых) деформаций.

Если рассматривать зависимость Кулона как касательную к кругу напряжений, образованного по величинам σ_3^o ($R_р$) и $R_{СЖ}$, то эта зависимость будет огибающей для кругов напряжений, образованных по величинам σ_3^1 и σ_1. Предлагаемая зависимость будет отличаться от традиционного критерия Мора-Кулона по некоторым характеристикам. Параметр $R_{СЖ}$ приобретает несколько иной смысл и его удобнее обозначать как $R_{ОС}$. Для случая, когда $\sigma_3^1 = 0$, σ_1 удобно обозначить как $R_С$ Предлагаемые параметры и новые обозначения детально

рассмотрены в следующей главе. Необходимо отметить, что зависимость (3.2) в этом случае будет иметь вид:

$$\sigma_1 = R_C + \sigma_3^1/\lambda; \qquad (3.16)$$

Опираясь на зависимости (3.13; 3.16), с учётом (4.7) получим:

$$\sigma_3^1 = \sigma_3 + R_p. \qquad (3.17)$$

Заменяя величину R_p в зависимости (3.17) выражением (3.14) будем иметь:

$$\sigma_3^1 = 2\sigma_3 - \lambda\sigma_1. \qquad (3.18)$$

Выражение (3.17) показывает, что при предлагаемом способе построения линейного критерия (ЛК), σ_3^1 является расчётным показателем, который позволяет количественно оценивать процесс деформации по оси действия напряжения σ_3. Рассматриваемый параметр можно называть условным напряжением. Этот показатель позволяет сравнивать разрушающую растягивающую деформацию по оси минимального главного напряжения с активным (сжимающим) напряжением по этой оси. При последующем изложении (в следующей главе), σ_3^1 будет обозначаться как σ_3.

В механике горных пород изучение механических процессов ведется преимущественно на основе аналитических методов. Применение этих методов практически невозможно без идеализации породного массива. Идеализация массива позволяет абстрагироваться от реального массива и перейти к изучению его механической модели, отображающей с достаточной степенью приближения его механические свойства.

Понятие сплошности является одним из важнейших структурно – механических особенностей массива. Данное понятие предполагает, что все структурные блоки рассматриваемого массива деформируются как единое целое. Если это условие выполняется, то такой массив можно схематизировать как сплошное тело.

Идеализация массива требует применения соответствующих принципов схематизации природных условий, которые позволяют определять границы однородности и сплошности. Для ряда задач разработаны необходимые показатели. Следует отметить, что в зависимости от задачи исследований, размеров объекта и природных условий критерии сплошности носят относительный характер.

Таким образом, анализ основных положений геомеханики, позволяет сделать следующие выводы:

- Массивы скальных горных пород следует рассматривать как упругую среду, которая находится в предельно напряженном состоянии. Анализ геомеханических процессов, происходящих в геологической среде, следует проводить, опираясь на критерий предельного состояния.
- Полиминеральный состав горных пород и большая продолжительность геологических процессов может приводить к тому, что в хрупких породах могут появиться признаки пластической деформации. Эти признаки могут выражаться в завышении, по сравнению с расчетными (согласно теории), значений углов скола.
- Зависимость условий деформации от типа напряженного состояния и от соотношения значений главных напряжений требует проведения тщательного анализа роли этих факторов в геологической среде. От поверхности земли в глубину должно происходить изменение типа напряженного состояния и соотношения значений главных напряжений.
- Детальный анализ закономерностей развития деформации наиболее актуален для приповерхностной части земной коры, которая, с одной стороны является наиболее хрупкой частью литосферы, а с другой – является геологической средой, которая наиболее тесно связана с человеческой деятельностью.

Контрольные вопросы

1. Виды, стадии и этапы деформации. Характеристика этапов деформации.
2. Связь дилатансии и хрупкого этапа деформации.
3. Последовательность образования трещин предразрушения.
4. проявление свойств «хрупкости – пластичности» в строении трещин скола.
5. Критерий разрушения Мора-Кулона как критерий предельно напряжённого состояния.
6. Обобщённый закон Гука и его преобразования в случаях плоской деформации и одноосного сжатия.
7. Активные, реактивные и эффективные напряжения.
8. Преобразование критерия Мора-Кулона для описания процесса деформации.
9. Идеализация массива горных пород при решении геомеханических задач.

4. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

Основные законы, описывающие природные закономерности, имеют эмпирический характер и определенные пределы применимости. Очевидно, что если принимать в качестве основного закона предельного состояния, на этапе хрупкой деформации, преобразованный линейный критерий (3.16), то следует определить границы применимости линейной зависимости, опираясь на фактические данные и теоретические представления о процессе деформации и разрушении горных пород.

Принимается, что линейный критерий описывает условия хрупкого разрушения твердого тела, которое наступает вследствие образования сквозных трещин скола, имеющих определенную ориентацию относительно направления действия главных сжимающих напряжений. Первоначальный смысл закона Кулона состоит в том, что процессу трения предшествует преодоление сил сцепления. Переход, при разрушении, в условиях одноосного сжатия, от трещин скола к трещинам отрыва указывает на границу применимости закона Кулона, т.к. образование трещин отрыва происходит без смещения, и, соответственно – без трения. Если считать сжимающие напряжения положительными, то указанную границу следует рассматривать как нижний предел применимости линейного критерия.

Линейный критерий теряет физический смысл при растягивающих нормальных напряжениях на площадке разрушения, т.к. при этом неправомерно говорить о сопротивлении трению. Следовательно, критической точкой линейной зависимости является точка ее пересечения с осью касательных напряжений ($\sigma_Н = 0$). Поэтому выведение прямой предельного состояния в левую часть паспорта прочности (в область отрицательных значений $\sigma_Н$) является неверным.

Одновременно следует помнить, что нормальное напряжение на площадке скола должно быть сжимающим, а минимальное главное напряжение (σ_3) может быть растягивающим. Отсюда следует, что на паспорте прочности критический круг напряжений может занимать только строго определенное положение (рис. 4.1). Необходимо отметить, что данное положение круга напряжений является единственно правильным при условиях одноосного сжатия (3.15). В

этих условиях формируется боковой отпор от сжимающей нагрузки, который определяет критический уровень растягивающих напряжений.

Разрушение образцов, при выполнении испытаний на одноосное сжатие происходит как по трещинам отрыва, расположенным параллельно оси главного напряжения, так и по трещинам скола. Следовательно, при одноосном сжатии одновременно достигаются предельные значения прочности, как на разрыв, так и на скол. Определенные вариации с условием проведения опытов на одноосное сжатие позволяют получать или только трещины отрыва, или только трещины скола, но в целом следует признавать, что одноосное сжатие создает равные условия для реализации разрушения, как по трещинам отрыва, так и по трещинам скола. Такое пограничное состояние изображается кругом напряжений, отвечающим условию:

$$\sigma_3 = R_P, \text{ при } \sigma_1 = R_{OC}, \sigma_H = 0, \qquad (4.1)$$

где R_P – предел прочности на разрыв; R_{OC} – предел прочности на одноосное сжатие, σ_1 – максимальное главное напряжение.

Данное условие принимается в качестве нижней границы (нижнего предела) применимости линейного критерия (рис. 4.1). Соответственно можно записать:

$$R_P = -\lambda R_{OC}. \qquad (4.2)$$

Опираясь на известное выражение (3.2), получаем:

$$R_{OC} = R_C + R_P \, tg^2 (\pi/4 + \varphi/2). \qquad (4.3)$$

где R_C - предел прочности на сжатие, при условии $\sigma_3 = 0$.

При сравнении зависимостей (4.2) и (4.3) видно, что коэффициент бокового отпора определяется через угол внутреннего трения. После преобразований получим:

$$\lambda = tg^2(\pi/4 - \varphi/2). \qquad (4.4)$$

Выражение (4.4) ранее использовалось некоторыми исследователями (А.Ж. Машанов, 1961, 1985).

Учитывая зависимость (4.4), выражение (4.3) можно записать в виде:

$$\sigma_1 = R_C + \sigma_3/\lambda. \qquad (4.5)$$

При $\sigma_1 = R_C$, $\sigma_3 = 0$, т.е. R_C является расчетным параметром, определяющим σ_1 при σ_3=0.

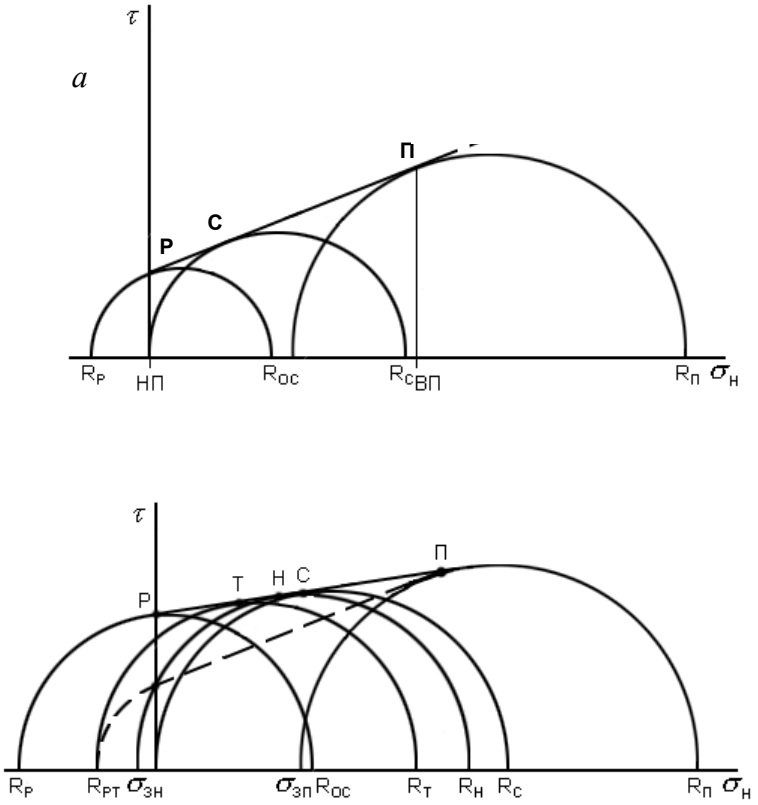


Рис. 4.1. Характерные точки паспорта прочности: *а* – линейный критерий и пределы его применимости; *б* – отражение паспорта образования трещин в характерных точках паспорта прочности. НП – нижний предел ЛК ПНС; ВП – верхний предел ЛК ПНС; $R_Р$ – предел прочности на разрыв; $R_{ОС}$ – предел прочности на одноосное сжатие; $R_С$ – предел прочности на сжатие; $R_П$ – максимальное сжимающее напряжение при ВП

Если $\sigma_1 = R_{ОС}$, то $\sigma_3 = R_Р$, и учитывая выражение (4.2), получим:

$$R_{OC} = R_C + R_P/\lambda. \quad (4.6)$$

$$R_C = 2R_{OC}, \text{ или } R_{OC} = R_C/2. \quad (4.7)$$

Таким образом, основные аналитические зависимости существенно упростились.

Возможность образования макротрещин скола определяется достижением критических значений касательных напряжений на площадке разрушения. В свою очередь, касательные напряжения формируются в результате взаимодействия нормальных напряжений (σ_1 и σ_3). Выполним анализ зависимости (4.5). Умножая обе части уравнения (4.5) на λ, можно записать:

$$\lambda R_C = \lambda\sigma_1 - \sigma_3 \quad (4.8)$$

или

$$-\lambda R_C = -\lambda\sigma_1 + \sigma_3. \quad (4.9)$$

Учитывая, что ($-\lambda\sigma_1$) определяет значение растягивающих напряжений бокового отпора, следует заключить, что в предельном состоянии разница между значениями напряжений бокового отпора и σ_3 сохраняется постоянной, и равняется ($-\lambda R_C$).

В зависимости (4.9) отражается физический смысл линейного критерия, который заключается в том, что разрушение наступает при постоянном, для конкретного материала, значении растягивающих напряжений. Выражение ($-\lambda R_C$) отражает постоянное значение растягивающих напряжений в предельном состоянии и является константой материала. Эту константу обозначим R_{OP}.

Критические касательные напряжения на площадке скола формируются при определенных значениях напряжений, которые формируются по направлению осей максимального и минимального напряжений. Очевидно, что при смещении круга напряжений в правую часть паспорта прочности будет изменяться соотношение между константой R_{OP} и внутренними растягивающими напряжениями (σ_{KP}), которые действуют по оси минимального главного напряжения и участвуют в формировании критических касательных напряжений. Верхний предел применимости линейного критерия можно записать в виде условия:

$$\sigma_{KP} = R_{OP}. \quad (4.10)$$

На основании условия (4.10) выведено выражение (Тагильцев С.Н., 1997), позволяющее рассчитывать, для конкретного материала, значение максимального сжимающего напряжения на верхнем пределе ($R_П$):

$$R_C/R_П = 1 - \lambda. \quad (4.11)$$

Для удобства использования выражения (4.11), примем $\overline{\sigma}_1 = \sigma_1/R_C$:

$$R_П/ R_C = \overline{R_П}, \quad (4.12)$$

$$\overline{R_П} = 1/(1 - \lambda), \quad (4.13)$$

$$1/\overline{R_П} = 1 - \lambda, \quad (4.14)$$

Последние выражения позволяют рассчитать значения $\overline{R_П}$ в зависимости от значений угла внутреннего трения:

Значения предельного отношения $\overline{R_П}$

φ	10	20	30	40	50
$\overline{R_П}$	3,37	1,96	1,50	1,28	1,15

Результаты расчетов свидетельствуют, что верхний предел применимости линейного критерия зависит от свойств породы. Среднее значение отношения $\overline{R_П}$ для скальных горных пород составляет 1,3 – 1,5, а для более пластичных материалов возрастает. Эти результаты хорошо согласуются с экспериментальными данными.

Пределы применимости линейного закона Кулона-Мора определяются, согласно результатам расчетов, значениями R_{OP}/σ_{KP} от 2,0 до 1,0. Нижняя граница соответствует $R_{OP}/\sigma_{KP} = 2,0$, а верхняя определяется $R_{OP}/\sigma_{KP} = 1,0$. Геомеханический смысл этих чисел становится понятным, если рассмотреть физическую суть процесса. Разрушение тела должно происходить по одной или по двум сколовым плоскостям. Нижняя граница определяет условия образования двух сколовых плоскостей, а верхняя – одной сколовой плоскости. Если энергии недостаточно для образования одной плоскости скола, то разрушение этим способом произойти не может. В пределах $R_{OP}/\sigma_{KP} = 2,0 \div 1,0$ происходит образование одной сквозной сколовой поверхности и ряда несквозных (не соединяющихся) массовых трещин. В условиях, когда $\overline{\sigma}_1 < \overline{R}_П$, несквозные (допредельные) массовые трещины начинают развиваться при $R_{OP}/\sigma_{KP} \geq 1,0$. Следовательно, геомеханический смысл хрупкого разрушения состоит в том, что кроме

одной сколовой трещины, по которой происходит разрушение, в материале образуются допредельные массовые трещины.

Таким образом, теоретический анализ условий применимости линейного критерия предельного состояния позволяет считать, что законами механики обусловлены пределы применимости линейного критерия предельного состояния при хрупкой деформации. Указанный критерий можно рассматривать как преобразованный закона Кулона-Мора. Нижний предел определяется переходом на площадке сдвига от сжимающих к растягивающим напряжениям. Верхний предел возникает в связи с тем, что внешние сжимающие напряжения, при определенном уровне внешних нагрузок, уравниваются с реактивными растягивающими напряжениями, и образование массовых трещин становится невозможным.

Использование представлений о пределах применимости линейного критерия предельного состояния позволяет производить количественный анализ процессов хрупкой деформации в скальных горных породах.

Образование сквозных трещин приводит к разрушению образцов и к падению напряжений. Несквозные трещины при испытании образцов начинают возникать при напряжениях, которые значительно ниже предельных. Анализ опубликованных материалов показывает, что при различных значениях $\overline{\sigma}_1$, т.е. при разных положениях круга напряжений, процесс образования трещин имеет отличительные особенности. Большинство авторов считает, что при одноосном сжатии трещины отрыва начинают возникать при нагрузках, составляющих примерно половину разрушающих. В условиях испытаний вблизи верхней границы применимости закона Кулона – Мора трещины возникают практически при разрушающих нагрузках. Материалы испытаний при соотношениях $\overline{\sigma}_1 = \overline{R}_{ОС} \div \overline{R}_{П}$ показывают, что растягивающие напряжения образования трещин ($\sigma_Т$) варьируются в пределах 0,5-1,0 от разрушающих нагрузок.

Опираясь на данное условие, построена зависимость $\tau_Т$ от $\sigma_{НТ}$, т.е. определена связь касательных и нормальных напряжений, при превышении которых начинается образование трещин. Эту зависимость можно называть паспортом образования трещин (рис. 4.1б).

Рассматривая паспорт образования трещин как расчетную модель, предназначенную для оценки развития трещин в условиях ПНС, можно принять

$$R_{РТ} = 0.5R_{Р}, \qquad (4.15)$$

где $R_{РТ}$ – растягивающие напряжения, при которых начинается образование трещин (одноосное сжатие).

Необходимо отметить, что значения $\overline{\sigma}_1$, в характерных точках, имеют определенные значения. Обозначим, что $\sigma_1 = R_Т$ при $\sigma_3 = R_{РТ}$ Тогда величина $\overline{\sigma}_{1Т} = 0{,}75$:

$$R_{РТ} = -\lambda R_C/4, \overline{R}_{РТ} = -\lambda/4, \qquad (4.16)$$

$$\sigma_{1Т} = R_C - R_{РТ}/\lambda$$

$$\overline{\sigma}_{1Т} = 0.75. \qquad (4.17)$$

Анализ паспорта образования трещин позволил оценить вероятные углы скола допредельных трещин при изменении положения круга напряжений от нижнего до верхнего предела. Диапазон значений этих углов довольно широк, и данное обстоятельство дает возможность предполагать, что в природных условиях могут наблюдаться аналогичные явления. Кроме того, равная вероятность возникновения трещин с различными углами скола заставляет считать, что в природных условиях значительную роль будут играть дополнительные факторы.

Анализ формирования массовых трещин на основе изложенной модели позволяет считать, что при различных положениях круга напряжений интенсивность трещиноватости будет изменяться. Массовые трещины начинают развиваться при смещении круга напряжений влево от точки «П» (см. рис. 4.1б). При приближении круга напряжений к точке «С» интенсивность трещиноватости должна снижаться, т.к. условие $\sigma_3 = 0$ предполагает отсутствие деформации по этой оси, и, соответственно, ухудшение условий формирования трещин скола.

Между точками «С» и «Н» интенсивность трещиноватости должна нарастать, т.к. растягивающие напряжения по оси σ_3 способствуют возникновению сколовых трещин. Между точками «Н» и «Т» следует ожидать некоторое снижение интенсивности трещиноватости. Это явление определяется тем, что при смещении круга напряжений левее точки «Н» начинает сокращаться диапазон положительных (сжимающих) значений $\sigma_Н$.

При достижении точки «Т» интенсивность трещиноватости должна резко возрастать за счет возникновения и развития самостоятельных трещин отрыва. Развитие трещин отрыва, в свою очередь, способствуют формированию трещин скола. Интенсивность трещиноватости должна увеличиться до предельной точки «Р». Таким образом, при анализе фактических материалов следует ожидать изменение интенсивности трещиноватости в зависимости от соотношения значений главных напряжений, а характерные точки паспорта прочности можно зафиксировать по изменению трещиноватости.

В целом следует отметить, что теоретический анализ условий применимости линейного критерия предельно напряжённого состояния позволяет считать, что законами механики определены пределы применимости линейного критерия на этапе хрупкой деформации. Математические выражения, описывающие приделы применимости линейного критерия, позволяют производить количественный анализ процессов хрупкой деформации в скальных горных породах.

Контрольные вопросы

1. Нижний предел линейного критерия предельно напряжённого состояния (ЛК ПНС).
2. Физический смысл ЛК ПНС и соотношение основных параметров.
3. Верхний предел ЛК ПНС.
4. Физический смысл пределов ЛК ПНС.
5. Основные характерные точки паспорта прочности.
6. Паспорт образования трещин.
7. Отражение паспорта образования трещин в характерных точках паспорта прочности.
8. Изменение характеристик трещин в пределах этапа хрупкой деформации.

5. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРУПКОЙ ДЕФОРМАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Рассматривая закономерности напряженно-деформированного состояния геологической среды, следует, в соответствии с исходными представлениями считать, что приповерхностная часть литосферы является зоной хрупкой деформации земной коры. Главное максимальное сжимающее напряжение (σ_1) ориентировано горизонтально, а минимальное напряжение (σ_3), в пределах определенного приповерхностного слоя, имеет вертикальную ориентировку. В породном массиве действует активная вертикальная сила – вес столба горных пород (γH). Согласно выражению (3.18), расчётное вертикальное напряжение (условное минимальное главное напряжение), определяется зависимостью:

$$\sigma_3 = 2\gamma H - \lambda\sigma_1, \qquad (5.1)$$

где γ – удельный вес горных пород.

Решая данное уравнение совместно с выражением (4.5), получим:

$$\sigma_1 = R_C/2 + \gamma H/\lambda, \qquad (5.2)$$

или

$$\sigma_1 = R_C/2 + B\gamma H, \qquad (5.3)$$

где $B = 1/\lambda$.

Последнее уравнение описывает зависимость σ_1 от глубины (H) в условиях предельно напряженного состояния, т.е. является преобразованной формой записи линейного критерия. Следовательно, характерным точкам паспорта прочности («П», «С», «Н», «Т», «Р») соответствуют определенные глубины ($H_П$, H_C, H_H, H_T, H_P). В качестве показателей характерных точек паспорта прочности можно рассматривать значения σ_1 и σ_3, которые соответствуют пределам применимости линейного закона Кулона – Мора, а также значение $\sigma_1 = R_C$. Таким образом, значению $\sigma_1 = R_C$ соответствует глубина H_C, $\sigma_1 = R_П$ (показатель достижения верхнего предела) соответствует глубина $H_П$, а $\sigma_3 = R_P$ соответствует глубина H_P (рис. 5.1).

Из уравнения (5.1) следует, что на определенной глубине должно выявляться условие $\sigma_3 = 0$, т.е.

$$2\gamma H_C = \lambda\sigma_1. \qquad (5.4)$$

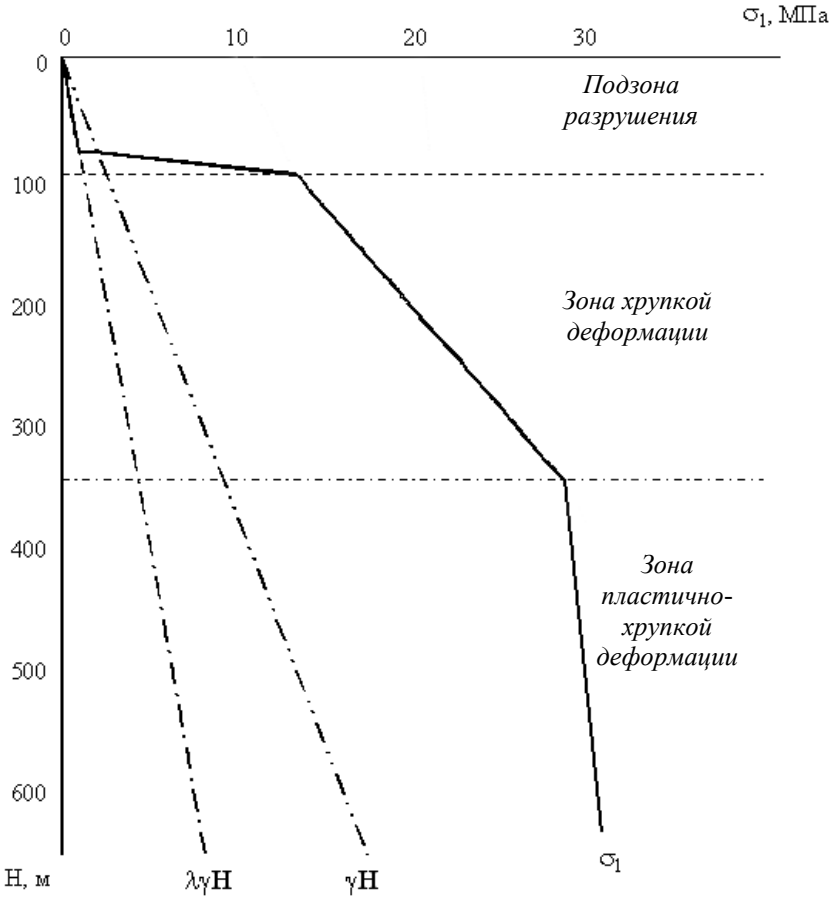

σ1, МПа
0
10
20
30
0
100
200
300
400
500
600
Подзона разрушения
Зона хрупкой деформации
Зона пластично-хрупкой деформации
H, м
λγH
γH
σ1

Рис. 5.1. Изменение значений горизонтальных напряжений и вида деформации по глубине

Ближе к поверхности земли

$$2\gamma H < \lambda\sigma_1, \qquad (5.5)$$

а с ростом глубины и, соответственно, веса горных пород

$$2\gamma H > \lambda\sigma_1. \qquad (5.6)$$

Если $\sigma_3 = 0$, то $\sigma_1 = R_C$ и, следовательно:

$$2\gamma H_C = \lambda R_C, \qquad (5.7)$$

$$H_C = \lambda R_C/2\gamma, \qquad (5.8)$$

$$R_C = 2\gamma H_C/\lambda. \qquad (5.9)$$

Решая совместно уравнения (5.4, 5.9), и учитывая зависимость $R_P = -\lambda R_C/2$,

получим:

$$\sigma_3 = \gamma H + R_P. \qquad (5.10)$$

Отсюда следует, что если $\sigma_3 = R_P$, то $H_P = 0$, т.е. нижняя граница применимости линейного критерия реализуется на поверхности земли.

Учитывая, что на глубине H_C значение $\sigma_3 = 0$, получим

$$R_P = -\gamma H_C. \qquad (5.11)$$

Подставляя выражение (5.11) в (5.10), получаем:

$$\sigma_3 = \gamma(H - H_C), \qquad (5.12)$$

$$H = H_C + \sigma_3/\gamma \qquad (5.13)$$

Следовательно, подставляя соответствующие значения σ_1 и σ_3 в уравнения 5.2, 5.8, 5.13, можно получить значения $H_П$, H_C, H_H, H_T. Во многих случаях удобнее оперировать выражением

$$\overline{H} = H/H_C. \qquad (5.14)$$

Особо следует отметить, что значение величины $\overline{H}$ т должно иметь значение равное 0.5, в соответствии с выражением (4.17). Данное соотношение характерных глубин имеет важное диагностическое значение и позволяет проверить исходные теоретические представления.

Результаты расчетов, выполненные на основании характерных значений геомеханических параметров показывают, что значения H_C достаточно стабильны и обычно составляют примерно 200÷300 м. Напротив, для значений величины $H_П$ характерны очень существенные вариации, связанные с величиной φ. Значения $H_П$, при $\varphi = 10 \div 30^o$ могут превышать тысячу метров, а при $\varphi = 40^o$ $H_П \approx 300 \div 500$ м.

Изменение главных напряжений по глубине определяется значением коэффициента «В» в уравнении (5.3). Эти значения отличаются от единицы:

φ, град	10	20	30	40
B	1.42	2.04	3.0	4.6

Средние значения B варьируют в пределах 2.5÷4.5. В общем случае зависимость σ_1 от H значительно положе ($B > 1$), что и подтверждается фактическими данными (Хаст, 1969; Н.П. Влох, 1994).Обобщенная зависимость, с подстановкой типичных значений, будет иметь вид:

$$\sigma_1 = (10 \div 20) + (2.5 \div 4.5)\gamma H, \text{ МПа} \qquad (4.19)$$

Аналогичные зависимости получены практически для всех железорудных месторождений Урала (Н.П. Влох, 1994).

Таким образом, на основании выполненных исследований можно считать, что верхняя часть земной коры находится в условиях предельно напряженного состояния. Напряженное состояние приповерхностной зоны литосферы, мощностью менее одного километра, описывается линейным законом предельного состояния (законом Кулона – Мора). Выявленные закономерности позволяют прогнозировать распределение значений главных напряжений по глубине геологического разреза в зависимости от свойств горных пород. На основании данных изучения трещин возможно определение геомеханических характеристик конкретного массива.

Вблизи поверхности земли, согласно изложенным выше теоретическим проработкам, должна существовать вертикальная зональность в интенсивности трещиноватости. На глубине $H_П$ начинается развитие массовых тектонических трещин предразрушения, а на поверхности земли процесс образования трещин должен завершаться разрушением массива в связи с достижением предела прочности на растяжение. Массив горных пород проходит последовательно, по мере уменьшения глубины, начиная с $H_П$, все характерные состояния (характерные точки паспорта прочности).

Для характерных глубин должны быть свойственны определенные изменения в углах падения трещин и, особенно, в интенсивности трещиноватости. На глубине H_C должно наблюдаться существенное снижение количества открытых трещин, т.к. $\sigma_3 = 0$. (рис.5.2).

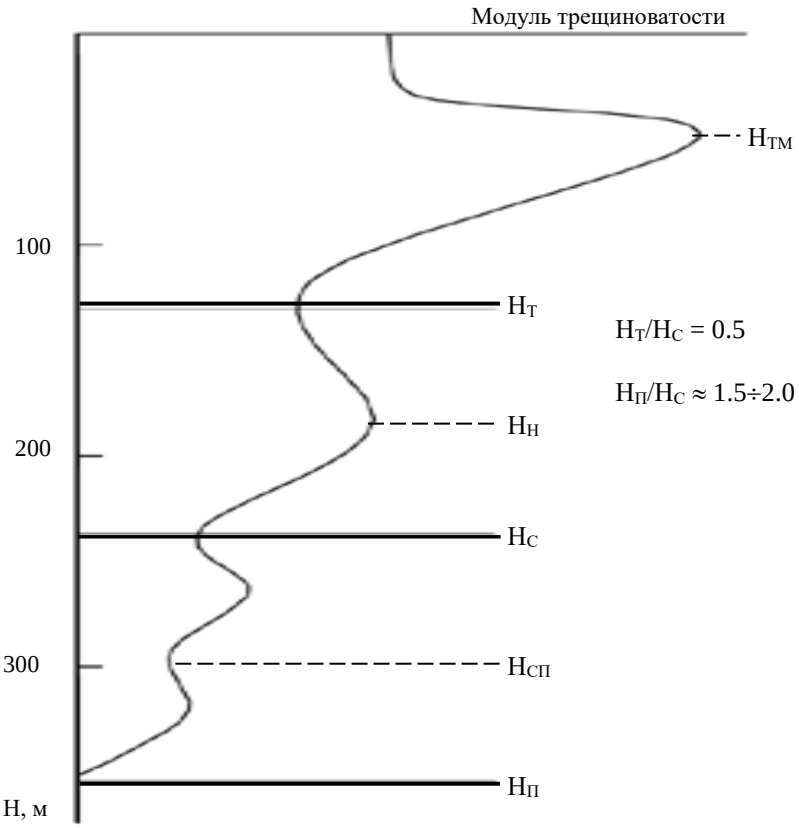

Модуль трещиноватости
$H_{ТМ}$
100
$H_Т$
$H_Т/H_С = 0.5$
$H_П/H_С \approx 1.5 \div 2.0$
$H_Н$
200
$H_С$
300
$H_{СП}$
$H_П$
H, м

Рис. 5.2. Изменение трещиноватости по глубине

Выше глубины $H_Н$ некоторое снижение количества трещин, по сравнению с общей тенденцией к увеличению, должно происходить за счет того, что при $\sigma_Н \le 0$ сколовые трещины образовываться не могут. На глубине $H_Т$ общее количество трещин должно резко возрастать в связи с достижением предела $R_{РТ}$. Указанные особенности должны проявляться при проведении тщательной инженерно-геологической документации или при анализе данных поинтервальных опробований гидрогеологического разреза (см. рис.5.2).

Опираясь на исходную модель, можно ожидать, что количество трещин будет очень существенно возрастать выше глубины $H_Т$ и достигнет максимума на поверхности земли, т.к. значение характерной глубины $H_Р = 0$, но теоретические проработки и фактические данные заставляют полагать, что должна наблюдаться более сложная зависимость. Вблизи поверхности земли должны изменяться геомеханические условия, а также прочностные свойства горных пород. Между глубиной $H_Т$ и поверхностью земли происходит сброс напряжений (разгрузка) за счет разрушения приповерхностных слоев, причем, вероятнее всего, способом изгиба. На графиках трещиноватости, после какого-то максимального значения, фиксируется резкое падение количества трещин (см. рис. 5.2). Глубину, где наблюдается максимальное количество трещин, можно обозначить как $H_{ТМ}$ (глубина максимальной трещиноватости).

При интерпретации данных, в первую очередь, определяются глубины $H_С$ и $H_Т$. Проверка правильности производится с помощью соотношения $\overline{H}_Т \approx 0{,}5$. Далее определяется глубина $H_П$ и рассчитывается $\overline{H}_П$. На основании значения $\overline{H}_П$ рассчитывается значение параметра λ:

$$\lambda = (\overline{H}_П - 1)/(\overline{H}_П + 1). \qquad (5.20)$$

Далее рассчитываются значения углов скола и внутреннего трения на основании уравнения (4.4) и пределы прочности массива на основании выражений (5.9) и (5.11).

Изложенная методика была проверена при определении геомеханических параметров конкретных объектов. Наиболее детальные гидрогеологические, инженерно-геологические и геомеханические исследования были выполнены в породных массивах Ново-Тошемского медноколчеданного месторождения и на месторождениях Краснотурьинского рудного района (В.П. Новиков и

др., 1986, 1990, 1995; Э.И. Афанасиади и др., 1996; А.Д. Сашурин и др., 1995). Анализ полученных результатов с использованием значительного объема разнообразных материалов позволяет считать, что изложенные зависимости правильно описывают инженерно-геологическое состояние породных массивов и позволяют определять достоверные значения геомеханических параметров.

В целом результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- Следует полагать, что приповерхностная часть литосферы является зоной хрупкой деформации земной коры. Напряженно-деформированное состояние этой зоны описывается линейным критерием предельного состояния. Аналитические зависимости, описывающие связь значений главных напряжений с глубиной от поверхности земли и геомеханическими параметрами массива, позволяют анализировать фактические данные и прогнозировать распределение значений главных напряжений в геологическом разрезе.
- Количественные показатели распределения массовых трещин предразрушения в зоне хрупкой деформации, по глубине от поверхности земли, подчиняются определенным закономерностям и зависят от геомеханических параметров массива. На основании данных о распределении открытых трещин по глубине, которые отражают интенсивность трещиноватости, а также, по возможности, учитывая элементы залегания трещин, можно рассчитывать параметры напряженно-деформированного состояния скальных массивов.
- Совокупность достоверных фактических материалов подтверждает правильность исходных теоретических положений. Разработанная на основе теоретических представлений методика расчета основных геомеханических характеристик, позволяет достаточно надежно оценивать значения параметров, определяющих напряженно – деформированное состояние породного массива.

Контрольные вопросы

1. Выражение ЛК ПНС для верхней части земной коры.
2. Связь главных напряжений с характерными глубинами.
3. Изменение главных напряжений по глубине.
4. Изменение трещиноватости по глубине в зоне хрупкой деформации земной коры.

5. Определение геомеханических параметров массива по данным изменения трещиноватости по глубине.

6. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРАТИФИКАЦИИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Фильтрационные свойства скальных массивов определяются раскрытием и количеством, а также степенью взаимосвязи отдельных трещин. Трещиноватость формируется, главным образом, в результате силового воздействия на породные массивы. Скальные массивы, образовавшиеся в палеозое, по мнению ряда исследователей (Б.Е. Антыпко, 1986), давно утратили первичную пористость и трещиноватость. Раскрытие трещин, которые определяют современную проницаемость скальных массивов, произошло в относительно недавнее геологическое время, хотя образоваться они могли в различные геологические эпохи. Их объединяет наличие эффективного раскрытия, которое предопределяет проницаемость самих трещин и, соответственно, массива горных пород.

Раскрытие трещин поддерживается наличием выступов, своеобразных «подпорок», которые не позволяют трещинам сомкнуться. Трещины разного генезиса оказывают на процесс образования «подпорок» различное влияние. Механизм образования выступов заложен в генезисе трещин скола. При сдвиге относительно друг друга берегов трещин, происходит раскрытие тех участков трещин скола, которые образовались по микротрещинам отрыва. При существенном значении амплитуды сдвига, ступенчатый характер трещин скола предопределяет невозможность полного смыкания «берегов» трещин даже при изменении поля напряжений. Одновременно следует отметить, что при значительной величине сдвига возникает вероятность срезания выступов и растирание материала в очень мелкую фракцию. В этом случае трещина теряет проницаемость. Отсюда следует, что проницаемость трещин обеспечивается относительно небольшой величиной смещения берегов трещины относительно друг друга.

Наблюдения показывают, что большинство трещин, возникающих на различных этапах геологической жизни скального массива, заполняются (залечиваются) различными минеральными

образованиями. Кроме того, большинство пород обладают пластичными свойствами, которые при длительном силовом воздействии проявляются практически у всех литологических разновидностей. Наличие пластических свойств у большинства пород, предопределяет, в условиях напряженного состояния, относительно короткий период (в геологическом смысле), существование выступов, обеспечивающих раскрытие трещин.

Анализ указанных факторов приводит к выводу, что проницаемость скального массива поддерживается за счет постоянного обновления (активизации) существующих трещин и образования новых трещин. Активизация может затронуть трещины любого возраста и генезиса, которые являются поверхностями ослабления и имеют благоприятную ориентировку в существующем поле напряжений. В целом следует считать, что проницаемость в скальных массивах формируется и поддерживается за счет современных силовых воздействий, т.е. за счет тектонических напряжений.

Большую роль в формировании проницаемости скального массива играет взаимосвязь отдельных трещин. Трещины предразрушения, которые образуются в условиях предельно напряженного состояния, имеют относительно небольшую протяженность. Необходимо, чтобы количество их было достаточным для образования сети взаимосвязанных трещин. Очень важно, чтобы трещины обладали различной ориентировкой в пространстве, т.е. разными азимутами простирания и углами падения, или, как минимум – различными углами падения при одинаковом простирании. Различные азимуты простирания и углы падения обеспечивают пересечение плоскостей трещин и образование сети взаимосвязанных трещин.

Наряду с общим соответствием зоны приповерхностной трещиноватости (зоны хрупкой деформации) и приповерхностных водоносных образований, детальный анализ фактических материалов позволил выявить ряд особенностей и закономерностей, как в структуре трещиноватости, так и в фильтрационной стратификации скальных массивов. В целом выявилось сложное строение приповерхностной зоны трещиноватости. Хотя фильтрационные свойства связаны с открытыми трещинами, не следует предполагать наличие прямой связи между количеством открытых трещин и свойствами водоносных зон. Связь между указанными

характеристиками носит довольно сложный характер. Нередко можно наблюдать наличие обратной связи между интенсивностью трещиноватости и фильтрационными свойствами. Главная причина этого явления состоит в том, что водопроводимость трещины определяется, главным образом, степенью ее раскрытия. Водопроводимость зависит от кубической степени раскрытия. Например, если сравнивать одну и десять трещин, обладающих одинаковым суммарным раскрытием, то получим, что одиночная трещина обладает водопроводимостью, в 100 раз превышающую суммарную водопроводимость десяти трещин.

Опираясь на понятие деформации, следует представлять, что если деформация на определенном интервале глубин реализуется через образование одной или небольшого количества трещин, то этот интервал будет обладать относительно высокими фильтрационными свойствами. При формировании большего количества трещин, фильтрационные свойства будут заметно снижаться. Кроме количества трещин, большую роль играют относительно небольшие вариации раскрытия. При одинаковом количестве трещин, но при разнице раскрытия трещин в два раза, суммарная водопроводимость будет отличаться почти на порядок (в восемь раз). Следовательно, если геомеханические условия каким-то образом будут способствовать даже небольшим вариациям раскрытия, то эффект может быть достаточно существенным. Эти закономерности необходимо учитывать при анализе фильтрационной стратификации скальных массивов.

При выделении отдельных подзон или слоев в приповерхностной зоне хрупкой деформации следует опираться, в первую очередь, на закономерности изменения трещиноватости по глубине, рассмотренные в предыдущей главе. Для обозначения (названия) отдельных слоёв можно использовать особенности напряжённого состояния (условных вертикальных напряжений) и трещиноватости.

Самую глубокую часть зоны хрупкой деформации занимает подзона условных сжимающих вертикальных напряжений. В подзоне сжимающих вертикальных напряжений развиваются трещины скола, которые обладают эффективным раскрытием. Поэтому здесь формируется водоносный горизонт, обладающий существенными фильтрационными свойствами и имеющий региональное распространение. Этот водоносный горизонт играет роль

регионального дренажа в горноскладчатых областях и, в значительной мере, определяет глубину зоны активного водообмена. Глубина расположения горизонта регионального дренирования варьирует в зависимости от геомеханических свойств горных пород, но для большинства литологических разностей скальных пород составляет, примерно, около трёхсот метров. Мощность этого водоносного горизонта обычно не превышает нескольких десятков метров (рис. 6.1, табл. 6.1).

Вблизи слоя условных нейтральных напряжений, количество трещин снижается. Снижение количества трещин приводит к значительному уменьшению фильтрационных свойств в некотором интервале глубин и определяет формирование относительно водоупорного горизонта. Мощность этого горизонта обычно составляет первые десятки метров.

Выше относительно водоупорного горизонта происходит постепенное нарастание фильтрационных свойств горных пород. Этот интервал разреза занимает несколько десятков метров. Фильтрационные свойства горных пород в этом интервале обычно несколько ниже, чем в водоносном горизонте регионально дренирования. Движение воды происходит по трещинам скола, и поэтому этот интервал разреза можно называть водоносным горизонтом сколовых трещин. В интервале глубин от H_H до H_T количество трещин, особенно пологих, заметно снижается. Это явление, механизм которого рассмотрен в предыдущих разделах, приводит к снижению фильтрационных свойств и формированию относительно водоупорного горизонта.

На определенной глубине (H_T) растягивающие напряжения достигают значений, когда начинается формирование массовых трещин отрыва и, соответственно, общее количество трещин резко увеличивается. Переход от умеренной трещиноватости к более интенсивной хорошо фиксируется на графиках, отражающих количество трещин по интервалам глубин (см. рис. 6.1). Этот переход обычно наблюдается на глубинах 80 ÷ 120 м.

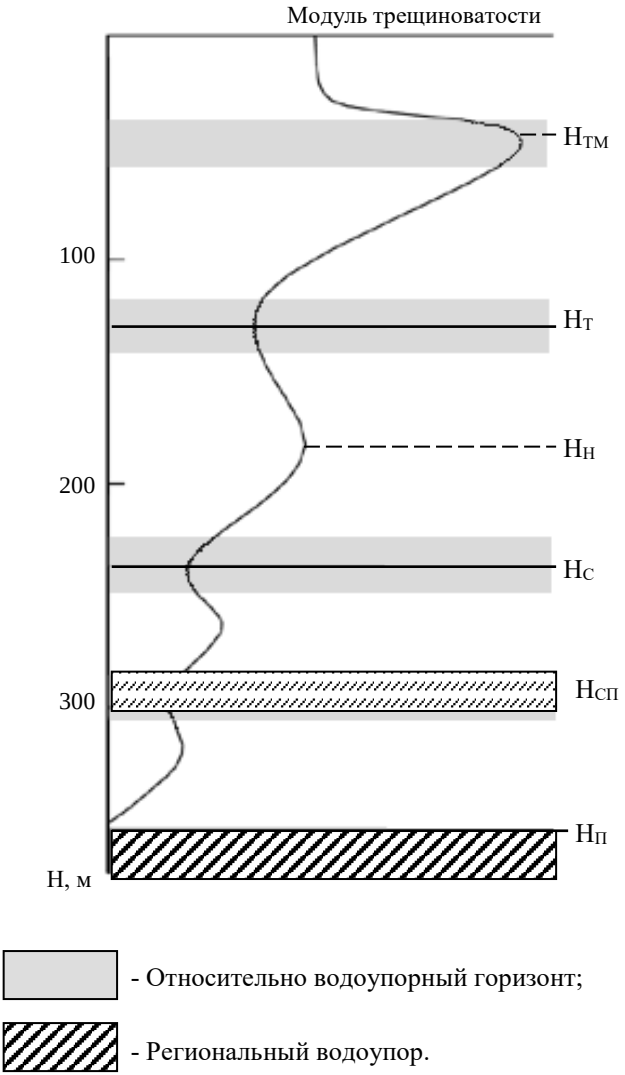


Рис. 6.1. Фильтрационная стратификация скальных массивов

Таблица 6.1

Геомеханическое состояние и фильтрационная стратификация приповерхностной части скальных массивов

Особенности деформирования	Особенности напряженного состояния	Фильтрационная стратификация	Примерная мощность, м	Примерная глубина до подошвы, м
Зона хрупкой деформации	Зона разгрузки	Водоносный горизонт зоны разгрузки	50	50
	Зона условных вертикальных растягивающих напряжений	Относительно водоупорный горизонт	10	60
		Водоносный горизонт трещин отрыва	40	100
		Относительно водоупорный горизонт	20	120
		Водоносный горизонт трещин скола	60	180
	Слой условных нейтральных вертикальных напряжений	Относительно водоупорный горизонт	40	220
	Зона условных вертикальных сжимающих напряжений	Водоносный горизонт зоны сжимающих напряжений	80	300
		Относительно водоупорный горизонт	80	380
Зона переходной деформации		Региональный водоупорный горизонт		

Увеличение количества трещин наблюдается примерно до глубины 50 м, иногда – практически до поверхности земли. В этом интервале глубин развиваются одновременно трещины отрыва и скола, но его особенности связаны с образованием трещин отрыва. Поэтому этот водоносный горизонт можно называть горизонтом трещин отрыва.

Значительное увеличение количества трещин не сопровождается таким же существенным увеличением фильтрационных свойств горных пород в рассматриваемом интервале глубин. Хотя нарастание значений фильтрационных показателей по направлению к поверхности земли продолжается, но скорость этого возрастания даже несколько замедляется (по сравнению с горизонтом сколовых трещин). В верхней части горизонта трещин отрыва обычно фиксируется интервал глубин, который следует рассматривать как относительно водоупорный горизонт. Мощность относительно водоупорного слоя составляет примерно десять метров. Средняя глубина его расположения составляет около 50 метров.

Формирование относительно водоупорного горизонта определяется несколькими взаимосвязанными причинами. Резкое увеличение количества трещин влечет уменьшение их раскрытия, и соответственно, приводит к значительному уменьшению суммарной водопроводимости в этом интервале глубин. Кроме того, выше водоупорного горизонта происходит разгрузка напряжений, и можно предполагать, что здесь возникает зона псевдопластических деформаций.

Зона разгрузки фиксируется резким падением количества трещин и не менее значительным увеличением фильтрационных показателей. Существенное возрастание водопроводимости связано с фактическим нарушением сплошности массива и увеличением раскрытия трещин в условиях относительно низких значений вертикальных сжимающих напряжений.

Таким образом, в горноскладчатых областях, находящихся в напряженном состоянии, вблизи поверхности земли формируется зона хрупкой деформации скальных горных пород. Развитие допредельных массовых трещин, возникающих в зоне хрупкой деформации, определяет формирование системы водоносных и относительно водоупорных горизонтов, имеющих региональное распространение.

Фильтрационные свойства скальных пород определяются наличием открытых трещин, а степень раскрытия трещин зависит от

деформации, которую испытывает породный массив. Связь деформации и водопроводимости позволяет использовать аналитические зависимости для расчетов значений раскрытия трещин и модуля деформации. Последовательность выполнения расчетов можно принять следующей.

Для определенного интервала глубин (ΔH) известны значения водопроводимости (ΔT), количество открытых трещин (n_{TP}) и изменение напряжений в вертикальном направлении ($\Delta\sigma_3$). Опираясь на известное уравнение Буссинеска, связывающее водопроводимость трещины (T_{TP}) и ее раскрытие ($в_{TP}$), определяется среднее раскрытие трещин интервала глубин:

$$в_{TP} = \sqrt[3]{12\nu T_{TP}/g}\,, \qquad (6.1)$$

$$T_{TP} = \Delta T/n_{TP}, \qquad (6.2)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости воды (ν = 0,13 м^2/сут.);

g – ускорение свободного падения (g = 9,81 м/с^2 = 7,32 · 10^{10} м/сут.^{2}).

Далее рассчитывается относительная деформация массива в вертикальном направлении (ε_3):

$$\Delta e = в_{TP} \cdot n_{TP}; \qquad (6.3)$$

$$\Delta\varepsilon_3 = \Delta e/\Delta H. \qquad (6.4)$$

Значение $\Delta\sigma_3$ определяется с помощью уравнения:

$$\Delta\sigma_3 = \lambda R_C/2 \cdot \Delta H/H_C = \lambda\, R_C \cdot \Delta H/2H_C. \qquad (6.5)$$

Располагая значениями $\Delta\varepsilon_3$ и $\Delta\sigma_3$, можно определить величину модуля деформации на рассматриваемом интервале:

$$E = \Delta\sigma_3/\Delta\varepsilon_3. \qquad (6.6)$$

Следует отметить, что предлагаемая методика расчетов позволяет производить не только оценку модуля деформации, опираясь на фильтрационные свойства, но и наоборот, предварительно оценивать водопроводимость отдельных интервалов разреза, исходя из геомеханических параметров породного массива.

Анализ фильтрационной стратификации скальных массивов был выполнен на ряде объектов. Практически во всех случаях подтвердились изложенные закономерности. Детально обработаны данные, представленные в отчете по Ново-Шемурскому месторождению (1986). Наряду с подтверждением теоретических представлений, были выявлен ряд интересных закономерностей.

Например, значения водопроводимости единичной трещины варьируют в относительно узких пределах. В большинстве интервалов значение водопроводимости единичной трещины сохраняется практически постоянным и составляет около 0,1 $м^2$/сут. Очень устойчивые значения характерны для расчетного раскрытия единичной трещины. Для большинства интервалов значение этого параметра сохраняются постоянным и составляют в среднем $1{,}26 \cdot 10^{-4}$ м, т.е. немного больше 0,1 мм.

Опираясь на расчетные значения раскрытия трещин, определены поинтервальные значения модуля деформации. Модуль несколько уменьшается от нижних к верхним интервалам, составляя, в среднем, $6{,}5 \cdot 10^3$ МПа. Полученные в результате расчетов, значения модуля деформации не противоречат значениям, которые характерны для близких, по своему литологическому составу, массивов горных пород (Н.П. Влох, 1994). Можно считать, что предлагаемая расчетная модель, определяющая связь фильтрационных и деформационных параметров, достаточно достоверна и может использоваться в различных целях при изучении и использовании геологической среды.

Изучение массивов карбонатных пород занимает особое место при решении любых гидрогеологических задач. Кроме трещиноватости, в этих массивах практически всегда развиваются карстовые процессы, которые резко увеличивают фильтрационные свойства и оказывают существенное влияние на фильтрационную структуру карбонатного массива. Развиваясь по трещинам, карстовые процессы могут заметно изменять исходную, трещинную в своей основе, фильтрационную стратификацию. Хорошие материалы, позволяющие выполнить детальный гидрогеомеханический анализ, представлены в ряде работ.

Анализ имеющихся материалов по Воронцовскому и Светлинскому золоторудным месторождениям (Э.И. Афанасиади, 1996; В.П. Новиков, 1992) показывает, что фильтрационная стратификация закарстованных известняков примерно соответствует фильтрационной структуре скальных массивов изверженных пород. Достаточно хорошо выделяются водоносные горизонты зон разгрузки, трещин отрыва, трещин скола, зоны сжимающих напряжений.

Детальный анализ фильтрационной структуры массивов известняков показывает, что в ряде случаев относительно водоупорные горизонты выражены слабее, чем в массивах изверженных пород. Это

подтверждает, что карстовые процессы оказывают существенное влияние на формирование фильтрационной стратификации карбонатных массивов. Одновременно следует отметить, что карст развивается подчиняясь исходной трещинной структуре массива. Таким образом, можно считать, что развитие карстовых процессов в значительной степени определяется напряженно-деформируемым состоянием конкретного карбонатного массива.

Таким образом, анализ результатов обработки фактических данных по ряду месторождений Урала позволяет сделать следующие выводы:

- Сеть массовых трещин предразрушения зоны хрупкой деформации земной коры формирует водоносный комплекс приповерхностной трещиноватости, а геомеханические закономерности развития трещин по глубине предопределяют фильтрационную стратификацию водоносного комплекса.
- Особенности изменения характеристик открытых трещин по глубине определяют закономерную фильтрационную стратификацию скального массива. В гидрогеологическом разрезе наблюдается чередование проницаемых и относительно водоупорных зон, которое связано с напряженно-деформированным состоянием массива.
- Аналитические зависимости, определяющие связь фильтрационных параметров и характеристик напряженно-деформированного состояния массива, позволяют производить оценку деформационных характеристик массива, а также прогнозировать фильтрационные свойства отдельных интервалов разреза.
- В массивах карстующихся пород сохраняются основные закономерности фильтрационной стратификации скальных массивов. Относительно водоупорные горизонты контролируют развитие карста на глубину.

Контрольные вопросы

1. Основные закономерности формирования фильтрационных свойств скальных массивов.
2. Влияние количества трещин на водопроводимость определённого интервала разреза.
3. Геомеханическое состояние и фильтрационная стратификация приповерхностной части скальных массивов.

4. Взаимосвязь геомеханических и фильтрационных параметров.
5. Особенности гидрогеомеханической стратификации карбонатных (карстующихся) массивов.

7. ВЗАИМОСВЯЗЬ АКТИВНЫХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ СТРУКТУР С ОРИЕНТИРОВКОЙ ГЛАВНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Одним из главных положений гидрогеомеханики является представление о том, что основное гидрогеологическое значение имеют тектонические структуры, испытывающие активизацию в современном поле напряжений. Данное положение можно расширить на те структуры, которые подвергались активизации в недавнее геологическое время. При этом понятия «современное поле напряжений», «недавнее геологическое время» можно трактовать достаточно свободно, опираясь, в первую очередь, на гидрогеомеханические характеристики конкретных структур. Исходя из этих представлений, необходимо рассмотреть взаимосвязь тектонических структур с полем напряжений, учитывая задачи гидрогеомеханики. Для решения поставленных задач основное значение имеют геолого-структурные методы анализа полей напряжений.

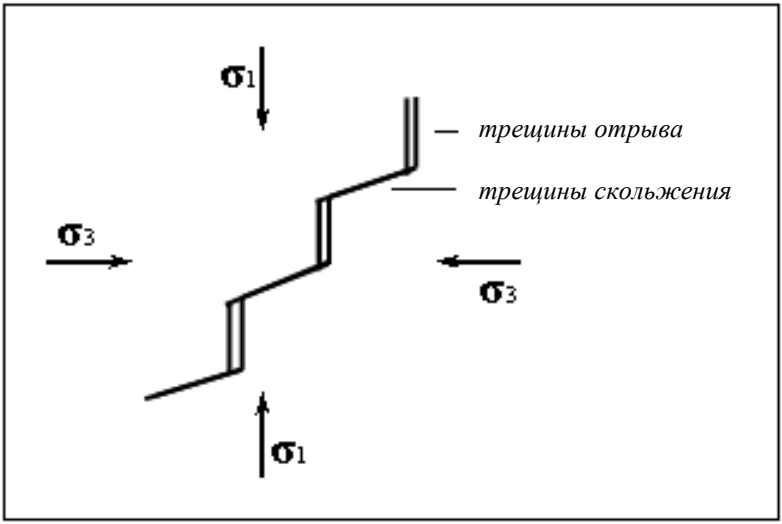
Геолого-структурные методы определения ориентировки осей главных напряжений базируются на изучении деформационных структур (складок, разломов, трещин). Методические приемы решения этой задачи разрабатывались многими учеными. Разработки, предложенные разными авторами, имеют определенные достоинства и недостатки, требуют творческого подхода применительно к конкретной геологической обстановке. Необходимо рассмотреть несколько дополнительных аспектов данной проблемы. Во-первых, следует различать тектонические структуры разрушения и предразрушения. Во-вторых, в породах наряду с трещинами отрыва и скола, развиваются трещины скольжения. Следует также отметить, что кроме механизмов хрупкой деформации, которые примерно одинаково реализуются в отдельных образцах пород и природных скальных

массивах, в земной коре наблюдаются специфические особенности процессов деформации.

Трещины, связанные с генезисом пород, за длительный период геологического существования неоднократно испытывали различные воздействия. Первичные свойства этих трещин давно утрачены и их обновление возможно только под воздействием относительно молодых полей напряжений. В целом следует считать, что массовые допредельные трещины образовались под влиянием относительно недавно существовавших, или существующих сейчас, силовых воздействий. В хрупких, обычно интрузивных породах трещины могут сохраняться значительно дольше, чем в относительно пластичных осадочных породах, например – в известняках. Вместе с тем, можно попытаться обозначить временные рамки для современных силовых трещин. Массовые трещины в массивах горных пород наблюдаются в интервале глубин от поверхности земли до 300÷400 м. Отсюда следует, что возраст этих трещин примерно соответствует возрасту современного рельефа.

Одновременно необходимо полагать, что за период образования рельефа могли происходить неоднократные изменения ориентировки главных напряжений. Новая структура поля напряжений генерировала образование новых систем трещин или обновляла те трещины, которые образовались ранее. Таким образом, в настоящее время могут наблюдаться системы трещин, которые связаны с различной ориентировкой осей главных напряжений.

Трещина скола представляет собой ступенчатую поверхность, состоящую из микротрещин отрыва и микротрещин скольжения. Последние образуют с осью главного максимального напряжения угол примерно 50÷70°. Следует предполагать, что большинство сдвиговых микротрещин образуется по поверхностям пластического скольжения, которые очень часто являются поверхностями ослабления прочности материала. Соотношение свойств хрупкости и пластичности в конкретном материале определяется отношением длин микротрещин отрыва и скольжения, и, как следствие, формирует угол скола. В хрупких породах угол скола составляет 25-30° (рис.7.1).


σ1
трещины отрыва
трещины скольжения
σ3
σ3
σ1

Хрупкая среда *Хрупко-пластичная среда*

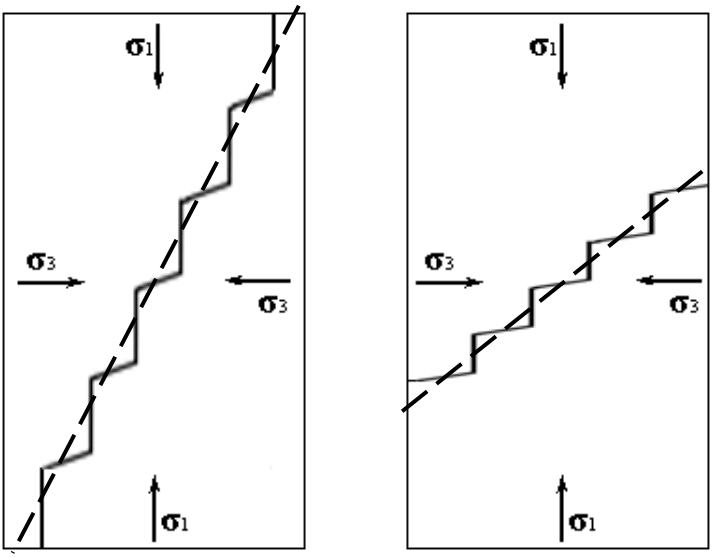


Рис. 7.1. Формирование сколовых трещин

В породах, обладающих пластичными свойствами, трещины отрыва играют подчиненную роль, и угол скола может приближаться к 60÷70°. Материалы, имеющие промежуточные свойства, т.е. примерное равенство хрупких и пластичных свойств, образуют при скалывании угол около 45°, а протяженность микротрещин отрыва и скольжения существенно не отличается.

В целом необходимо отметить, что для хрупкого разрушения скальных горных пород всегда характерно образование массовых трещин предразрушения, которые чаще всего носят сколовый характер. Одновременно следует учитывать сложное, иерархическое строение массивов горных пород, а также значительную длительность геологических процессов. Значительная длительность процессов деформации способствует более широкому проявлению пластичных свойств горных пород. Поэтому, наряду с трещинами скола, существенное распространение получают трещины скольжения.

Разломы представляют собой укрупненную сколовую трещину, но это справедливо, главным образом, для «хрупких» разломов. По мере нарастания глубины происходит постепенный переход от «хрупких» разломов к «хрупко-пластичным». Хрупкое разрушение проявляется в форме маломощного шва, обычно имеющего признаки скольжения и ступенчатого строения. Зона дробления может отсутствовать или имеет малую мощность. Разлом, как правило, образует с осью максимального главного напряжения острый угол (менее 45°). Признаками хрупко-пластичного разрушения являются значительная мощность зоны дробления, более высокая степень дисперсности заполнителя. Эти разломы обычно образуют с осью главного напряжения угол несколько больше 45°. Хрупко-пластичные разломы, образуясь на относительно больших глубинах, обладают более высоким рангом в иерархии тектонических нарушений. Эти разломы, зарождаясь на значительных глубинах, в зоне переходной деформации, прорезают так же и зону хрупкой деформации и, в благоприятных геодинамических условиях проявляют активность вблизи поверхности земли.

Отдельного рассмотрения требуют вопросы, связанные с ориентировкой разломов в пространстве. Направление тектонических движений определяется ориентировкой осей главных напряжений. Положение швов разломов относительно горизонтальной плоскости (субвертикальное или наклонное), предопределяется взаимной ролью

главных напряжений. Взаимная роль главных напряжений понимается как роль соотношения значений главных напряжений и их ориентировки в пространстве. Ось промежуточного напряжения (σ_2) является главной кинематической осью, через которую проходят плоскости всех структур разрушения и предразрушения. Трещины разрыва (отрыва) лежат в плоскостях, которые параллельны плоскости, образуемой осями максимального (σ_1) и промежуточного (σ_2) напряжений, а также перпендикулярны оси σ_3. Плоскости трещин скола и скольжения параллельны оси σ_2 и образуют определенные углы с осями σ_1 и σ_3.

В большинстве горноскладчатых регионов ось σ_1 имеет субгоризонтальную ориентировку. Поле напряжений формируется в результате взаимодействия тектонических и гравитационных сил. Вектор гравитационной силы ориентирован практически строго вертикально. Учитывая, что главные напряжения должны быть взаимно перпендикулярны, необходимо признавать, что вертикальное положение одного из главных векторов предопределяет горизонтальное положение двух других. Таким образом, при анализе полей напряжений следует опираться на представления о довольно строгой, горизонтальной и вертикальной, ориентировке осей главных напряжений.

Значение главного напряжения, ориентированного вертикально, формируется, в значительной степени, за счет веса столба горных пород. Соответственно, вертикальное главное напряжение имеет минимальное значение вблизи поверхности земли, и с глубиной постоянно увеличивается. Следует полагать, что на какой-то глубине вертикальное напряжение имеет значение, превышающее значение двух других главных напряжений. Таким образом, можно предположить, что вертикальное напряжение, от поверхности земли в глубину, последовательно играет роль минимального главного напряжения, промежуточного главного напряжения и максимального главного напряжения.

Изменение роли вертикального напряжения влечет изменение ориентировки структур разрушения и смену направлений тектонических подвижек по глубине, предопределяет формирование трех основных геодинамических этажей. Верхний этаж характеризуется вертикальной ориентировкой минимального главного напряжения и, соответственно, горизонтальным положением осей

максимального и промежуточного напряжений. В пределах этого этажа существуют условия для формирования структур разрушения типа надвигов или взбросов (рис. 7.2).

Средний (промежуточный) геодинамический этаж характеризуется промежуточным значением вертикального главного напряжения. Вертикальное положение главной кинематической оси предопределяет субвертикальное положение плоскостей разломов, которые формируются в пределах этого геодинамического этажа. Главные структуры разрушения являются сдвигами, но возможно, в благоприятных условиях, формирование и раздвигов. Структуры промежуточного геодинамического этажа формируются, преимущественно, в пластично-хрупкой среде. Соответственно угол, который образуют сдвиги с осью главного напряжения, несколько больше, чем значение угла характерного для хрупкого разрушения.

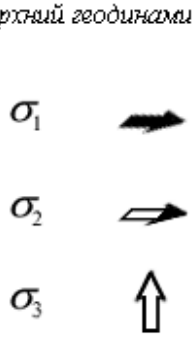
Нижний геодинамический этаж характеризуется вертикальным положением оси главного максимального напряжения. На участках сочленения крупных тектонических структур с различными градиентами вертикальных тектонических движений, могут образовываться разломы типа сбросов. Сочетание благоприятных условий может приводить к образованию горстов и грабенов. Тектонические структуры, связанные с вертикальными тектоническими движениями обычно имеют региональный характер и локализуются в определенных зонах.

Вблизи поверхности земли, в зоне разгрузки тектонических напряжений, напряжения в породном массиве формируются под действием веса горных пород. Здесь целесообразно выделять приповерхностный геодинамический этаж. Примерная мощность этажа составляет 50 м.

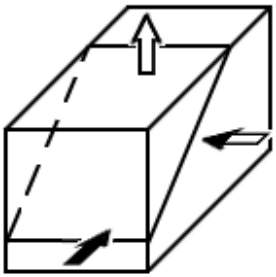
Положение границ между геодинамическими этажами по глубине, и, соответственно, мощность геодинамических этажей, примерно оценено по литературным и фактическим данным, а также по результатам теоретического анализа (рис. 7.3).

Генетическая связь видов тектонических структур с определёнными геодинамическими этажами соответствует классификации типов разломообразования, обоснованной в ряде работ (E. Anderson, 1951; Л.А. Назарова, 1999). В основе этого соответствия лежат аналогичные представления о роли пространственной ориентировки главных напряжений.

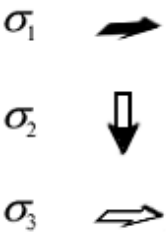
Верхний геодинамический этаж



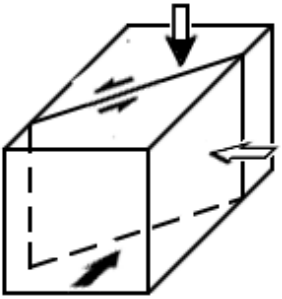
НАДВИГ



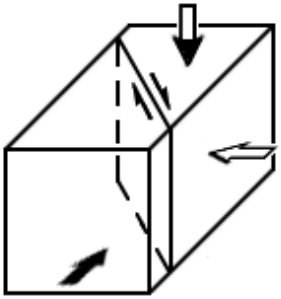
Промежуточный (средний) геодинамический этаж



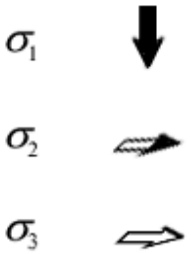
ЛЕВЫЙ СДВИГ



ПРАВЫЙ СДВИГ



Нижний геодинамический этаж



СБРОС

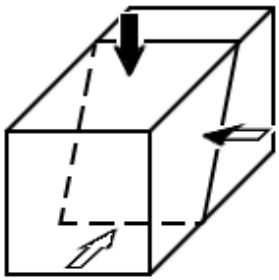
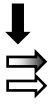


Рис. 7.2. Влияние напряженного состояния на структуру разломов

Геодинами-ческий этаж	Ориентировка напряжений	Особенности напряженного состояния зоны	Примерная мощность, м	Основные структуры разрушения
Приповерх-ностный		Зона разгрузки тектонических напряжений $\sigma_1=\gamma H$	50	Оползни
Верхний		σ_3	150	Надвиги, взбросы
		σ_3	500	
Средний (Проме-жуточный)		$\sigma_2\approx\gamma H$	5000	Сдвиги
Нижний		$\sigma_1=\gamma H$	Не определена	Сбросы

Обозначение напряжений

Максимальное сжимающее		Промежуточное		Минимальное		Литостатическое
σ_1		σ_2		σ_3		γH

Вертикальное			Горизонтальное			Сжимающее	Растягивающее

Рис. 7.3. Геодинамическая этажность земной коры

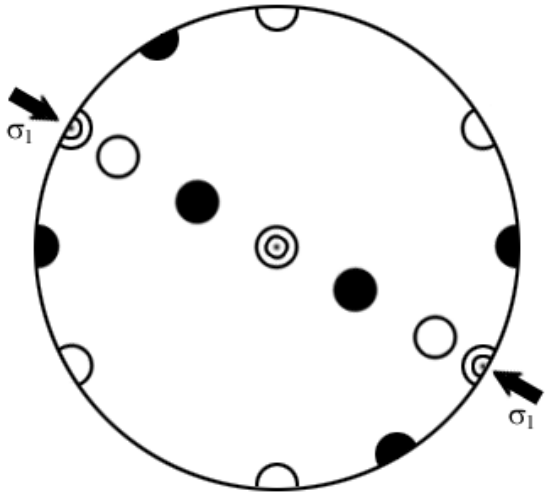
Разнообразие и иерархичность геологических структур создает предпосылки для разработки и применения достаточно разнообразных методических приемов, направленных на определение ориентировки осей главных напряжений.

Массовые допредельные трещины, являясь структурами предразрушения, имеют широкое развитие в приповерхностной зоне хрупкой деформации. В зоне хрупкой деформации, расположенной в пределах верхнего геодинамического этажа, отражается, в первую очередь, поле напряжений этого этажа. В связи с горизонтальным положением осей главных напряжений, и вертикальной ориентацией минимального главного напряжения, здесь развиваются наклонные, реже субгоризонтальные трещины.

Субгоризонтальные трещины по генезису являются трещинами отрыва, а наклонные, преимущественно, трещинами скола. Первичная стадия образования трещин скола проявляется в возникновении трещин пластического скольжения, которые очень часто, на стадии предразрушения, имеют самостоятельное значение. Для этих трещин характерны углы падения примерно 60÷70°. Для трещин скола, которые образуются в результате слияния микротрещин отрыва и скольжения, характерны углы падения 25÷35°.

В связи с большой продолжительностью тектонических процессов, микротрещины пластического скольжения получают преимущественное развитие по сравнению с микротрещинами отрыва. В результате этого, трещины скола нередко имеют завышенные, по сравнению с теоретическими величинами, значения углов падения (до 40-50°). Азимут падения трещин скола и скольжения совпадает с ориентировкой оси максимального главного напряжения.

На круговой диаграмме трещины отрыва, скола и скольжения образуют пояс трещин, совпадающий с направлением действия главного максимального напряжения. В случаях, когда хорошо выражены все системы трещин, генерация трещин верхнего геодинамического этажа состоит из пяти систем. Система трещин отрыва, имеющая субгоризонтальное залегание, должна занимать центральную часть диаграммы. Эта система трещин редко фиксируется при геологической документации. Относительно пологие трещины скола (25-45°) могут образовывать две системы. Крутые трещины скольжения (60-70°), также могут быть представлены двумя системами (рис.7.4).



Вертикальные системы трещин наносятся в азимутах простирания.

Наклонные системы трещин наносятся в азимутах падения.

– система трещин скольжения (сдвига);

– система трещин отрыва;

– система трещин скола.

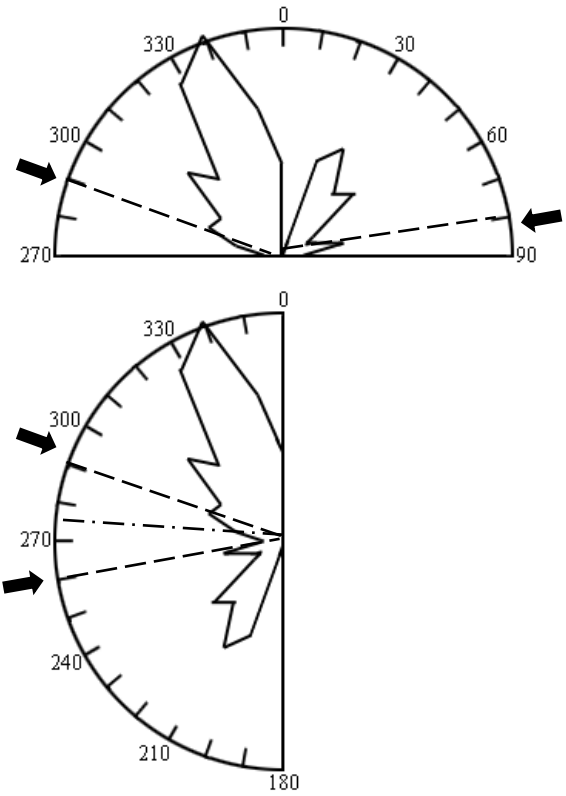
Рис. 7.4. Возможные системы трещин предразрушения в поле напряжений верхней части земной коры

В связи с иерархичностью строения верхней части земной коры, в зоне хрупкой деформации получают отражение тектонические деформации промежуточного геодинамического этажа. Вертикальное положение главной кинематической оси (оси главного промежуточного напряжения) предопределяет субвертикальное положение плоскостей всех генетических видов трещин связанных с этим этажом. В благоприятных условиях могут выявляться пять систем трещин. Эти системы трещин имеют тот же генезис и примерно те же угловые величины отклонения от плоскости $\sigma_1\sigma_2$, как и системы трещин генерации верхнего геодинамического этажа (рис. 7.5).

Главная особенность, которую необходимо учитывать при анализе субвертикальных трещин, состоит в том, что плоскость $\sigma_1\sigma_2$, совпадающая с положением плоскости трещин отрыва, соответствует простиранию оси максимального главного напряжения. Соответственно, для выполнения совместного анализа данных по наклонным и вертикальным трещинам, следует наносить системы вертикальных трещин в азимутах простирания, а наклонных – в азимутах падения (см. рис. 7.4).

Таким образом, опираясь на исходные теоретические положения, и используя дополнительные методические приемы, можно значительно повысить качество определения ориентировки осей главных напряжений по данным измерений трещиноватости.

Тектонические структуры разрушения (разломы) отражают воздействие тех полей напряжений, которые привели к их образованию. Поэтому положение в прстрансве разломов следует использовать для выявления ориентировки осей главных напряжений. Основная роль в решении этой задачи должна отводиться структурам разрушения верхнего геодинамического этажа – надвигам (взбросам). Ведущая роль надвигов в реконструкции полей напряжений объясняется двумя причинами. Во-первых, надвиги являются структурами верхнего геодинамического этажа, и глубина их развития ограничивается сотнями метров. С учетом непрерывной денудации, надвиг не может быть древним геологическим образованием, а может только наследовать элементы древних геологических структур. Следовательно, возраст надвига, как правило, не старше возраста основных элементов рельефа, и, соответственно, ориентировка надвига отражает воздействие молодых полей напряжений.



Интервал глубин 250 ÷400 м

- линия действия напряжения;

- ось симметрии;

- направление действия напряжения.

Рис. 7.5. Ориентировка субвертикальных трещин.

Ново-Тошемское медноколчеданное месторождение. Северный Урал

Во-вторых, простирание шва надвига должно быть практически строго перпендикулярно оси главного максимального напряжения, что значительно облегчает геометрические построения и интерпретацию результатов.

Изучение тектонических структур, генетически связанных с промежуточным геодинамическим этажом (сдвигов и раздвигов), имеет ряд особенностей. Единичный сдвиг для реконструкции полей напряжений требует применения угловой поправки, которая не может быть строго определена. Можно применять диапазон угловых поправок, например – 30° и 45°, но такой подход позволяет оценить только примерный азимут воздействия главного напряжения. Кроме того, необходимо знать кинематику движения, т.е. знак движения (левый или правый).

Значение угловой поправки для оценки ориентировки максимального главного напряжения следует принимать, исходя из мощности разлома. Для маломощных сдвигов среднее значение угловой поправки можно принимать 30°-40°, а для зон смятия и рассланцевания – около 60°. Совместный анализ сдвигов и надвигов повышает достоверность определения ориентировки главных напряжений.

При развитии трещин в современном поле напряжений наследуются ослабленные зоны и поверхности, связанные с генезисом горных пород и общей геологической структурой (включая тектонические нарушения) породного массива. Чаще всего будут наследоваться только те ослабленные поверхности, которые имеют ориентацию достаточно близкую к благоприятным направлениям и плоскостям. Благоприятными плоскостями следует считать такие, которые диктуются современным полем напряжений.

В зависимости от свойств породного массива, он может иметь «короткую» или достаточно «длинную» геологическую память, т.е. сохранять в современном поле напряжений открытые трещины, связанные с другими силовыми воздействиями. Следует также ожидать, что если массив горных пород находится в условиях напряженного состояния, реакция на силовое воздействие будет происходить практически всегда. Современные силовые трещины будут всегда фиксироваться при внимательном изучении породного массива, а наследственные трещины будут менять свои характеристики в зависимости от своей ориентировки и свойств горных пород.

На ряде геологических объектов, упомянутых в предыдущих разделах, была определена ориентировка осей главных напряжений. Сравнительный анализ данных прямых измерений ориентировки осей напряжений, выполненных специалистами ИГД УрО РАН в породных массивах Краснотурьинского рудного района, с результатами определений с помощью предлагаемых в данной работе методических приемов, показал хорошее соответствие.

В целом можно сделать следующие выводы:

- При анализе тектонических структур необходимо учитывать различия в механизме образования структур предразрушения (массовых трещин) и структур разрушения (разломов). При образовании трещин большую роль могут играть процессы, связанные с этапом пластической деформации.
- В земной коре существуют четыре геодинамических этажа, которые различаются пространственной ориентировкой главных нормальных напряжений. Ориентировка главных напряжений предопределяет формирование различных видов тектонических структур, которые отличаются по направлениям тектонических движений.
- Реологическая расслоенность земной коры, которая выражается в наличии, в вертикальном разрезе, зон хрупкой, пластично-хрупкой, хрупко-пластической и пластичной деформации отражается в морфологии тектонических структур в зависимости от глубины их заложения.
- В качестве главных теоретических положений, определяющих основные методические подходы к анализу тектонических структур, следует рассматривать закономерности процесса деформации, строгую ориентировку осей главных напряжений относительно горизонтальной плоскости, наличие геодинамических этажей и их иерархическую подчиненность.
- В качестве основного методического приема позволяющего достаточно достоверно оценивать ориентировку оси главного максимального напряжения по данным изучения трещиноватости, следует применять нанесенные на круговую диаграмму залегания наклонных трещин в азимутах падения, а субвертикальных трещин – в азимутах простирания.
- Основными тектоническими структурами, позволяющими определить ориентировку осей напряжений в современную

геологическую эпоху, являются надвиги (взбросы). Простирание этих структур ориентировано перпендикулярно направлению оси максимального главного напряжения.

- В процессе анализа данных, отражающих ориентировку трещин и разломов, следует внимательно анализировать степень влияния древних геологических структур на ориентировку открытых трещин и разломов.
- Анализ трещиноватости позволяет определить основные направления действия главного максимального напряжения и разделить главные и вспомогательные направления. Отсутствие субвертикальных трещин, относящихся к определенному направлению, позволяет связывать данное направление с особенностями поля напряжений верхнего геодинамического этажа. Полученные угловые соотношения между трещинами отрыва, скола и скольжения, хорошо соответствуют теоретическим представлениям.

Контрольные вопросы

1. Обоснование необходимости изучения ориентировки главных напряжений при решении гидрогеомеханических задач.
2. Особенности гидрогеомеханического подхода при анализе полей напряжений.
3. Угловые соотношения плоскостей трещин и разломов с осями главных напряжений.
4. Ориентировка осей главных напряжений относительно горизонтальной плоскости.
5. Геодинамическая этажность земной коры.
6. Методика использования данных по трещиноватости при анализе полей напряжений.
7. Методика использования ориентировки разломов при анализе полей напряжений.

8. ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФИЛЬТРАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Гидрогеологические свойства скальных массивов в значительной степени определяются наличием и свойствами тектонических нарушений. Обводненные разломы представляют собой

самостоятельные гидрогеологические структуры, которые нередко относительно слабо связаны со свойствами породного массива. Несмотря на относительную самостоятельность фильтрационных свойств тектонических нарушений от литологического состава вмещающих пород, физико-механические характеристики и степень растворимости горных пород оказывают значительное влияние на формирование гидрогеологических свойств разломов. Степень раскрытия и проницаемость нарушений в более хрупких породах обычно более значительны, чем в пластичных, а разломы в карстующихся породах бывают весьма водообильны. Многими авторами признается большое значение неотектонической активизации разломов, но фильтрационная структура разломов, а также роль их ориентировки в поле современных напряжений практически не оценивается. Необходимо рассмотреть основные закономерности, определяющие гидрогеологические свойства тектонических нарушений.

Факторы, которые определяют гидрогеологические свойства и фильтрационную структуру разломов, следует разделить на две группы. В первую группу можно включить геологические факторы, а ко второй отнести геомеханические факторы. Указанное деление носит довольно условный характер, т.к. геологические и геомеханические факторы очень тесно связаны. Несмотря на условность предлагаемого деления, оно позволяет глубже разобраться в рассматриваемой проблеме.

Среди геологических факторов необходимо отметить литологический состав пород, возраст разлома, степень неотектонической активизации разлома, амплитуду относительного смещения берегов разлома и отражение разлома на геологических картах. Литологический состав пород определяет, какие процессы будут развиваться в зоне разлома по тектоническим трещинам. Карст, в карбонатных породах, увеличивает фильтрационные свойства разломов. Мелкодисперсные, глинистые разности пород, которые образуются в результате выветривания и тектонических процессов, кольматируют трещины. Более пластичные породы склонны «залечивать» трещины, а хрупкие, жесткие литологические разности, наоборот, будут достаточно долго сохранять раскрытие трещин.

Большинство горных пород подвержено, в течение длительных промежутков времени, пластическому деформированию. Поэтому

относительно молодые разломы должны иметь более высокие фильтрационные свойства. Но первичный возраст разлома может не иметь решающей роли, т.к. в процессе геологической истории тектонические нарушения могут подвергаться многократному подновлению. Вероятнее всего, что преимущество, с гидрогеологических позиций, получают те разломы, которые активны сейчас или были активны в недавнее геологическое время.

Степень относительного смещения берегов тектонических нарушений должна определять уровень дробления материала, заполняющего шов разлома. Большое смещение геологических границ обычно предопределяет высокую степень дробления в зоне тектонического шва, и, нередко, глинистый (водоупорный) характер заполнителя. Отсутствие смещения по разлому чаще всего связано с хрупким типом деформации и относительно молодым возрастом разлома. Соответственно, эти разломы могут обладать высокими фильтрационными свойствами. Необходимо отметить, что молодые разломы, которые не отличаются выраженным смещением берегов, очень часто не отражаются на геологических картах. Поэтому для выявления водоносных зон, связанных с такими разломами, следует использовать специальные методы. Хорошие результаты дает применение геоморфологического анализа и геофизических методов.

В группу геомеханических факторов можно включить следующие показатели: физический механизм формирования проницаемых зон; связь процессов активизации и образования новых разломов с современным полем напряжений; вид деформации в зоне разлома (хрупкая, переходная, пластичная); строение (структура) тектонической зоны; гидрогеомеханические особенности различных типов разломов (сдвигов, надвигов).

Тектонический шов в большинстве тектонических структур является укрупненной сколовой трещиной, которая объединяет трещины отрыва и скольжения, которые, в свою очередь, могут по размерам составлять несколько иерархических уровней. Тектонический шов (сколовая трещина) имеет ступенчатое строение. Смещение берегов в начальной стадии происходит за счет относительно сдвига противоположных берегов разлома по трещинам скольжения. При этом происходит раскрытие трещин отрыва.

На начальной стадии образования разлома смещение берегов относительно друг друга практически отсутствует. Поэтому разломы,

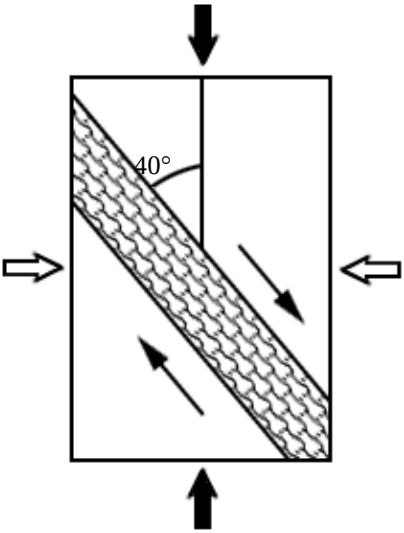
которые находятся на этой стадии развития, очень часто не отражаются на геологических картах. Тектонический шов может иметь в этих случаях прерывистую структуру участков повышенной проницаемости.

Следующая стадия развития разломов наблюдается в тех случаях, когда амплитуда смещения превышает размер «ступеньки». При этом ступенчатая поверхность одного берега должна как бы прыгать и тереться по ступенчатой поверхности противоположного берега разлома. В этих случаях, чаще всего, силы трения превышают прочность «ступенек». Происходит разрушение выступов на ступенчатой поверхности. При дальнейшем смещении обломки нередко выполняют вращательное движение, и в зоне тектонического шва степень раздробленности заполнителя нарастает.

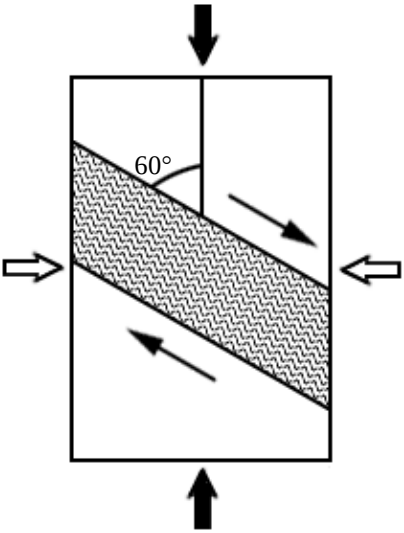
Мощность тектонического шва, заполненного раздробленными обломками пород, зависит от многих факторов, которые определяют размер «ступенек». При прочих равных условиях, чем выше пластичность пород, вмещающих разлом, тем больше мощность тектонической зоны. При умеренной амплитуде смещения, когда заполнитель шва находится на стадиях растрескивания крупных глыб или представляет собой тектоническую брекчию, зона разлома обладает высокими фильтрационными свойствами и является водоносной зоной.

При значительной амплитуде смещения берегов разлома степень дисперсности заполнителя тектонического шва может быть очень высокой и приближаться по своим свойствам к водоупорным породам. В этих случаях зона разлома будет представлять линейную водоупорную зону (рис. 8.1).

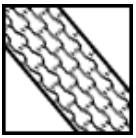
Независимо от степени раздробленности, высокая проницаемость водоносных зон не может сохраняться длительное время (в геологическом смысле). В результате кольматации, физико-химических явлений и развития пластических деформаций будет происходить снижение фильтрационных свойств зоны разлома.



Пластично-хрупкая деформация

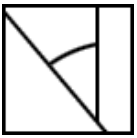


Хрупко-пластичная деформация



– водоносная зона;

– водоупорная зона;



– значение угла скола.

Рис. 8.1. Влияние типа деформации на проницаемость разлома

Следует считать, что без периодической активизации, которая должна выражаться в новых движениях по разлому, высокая проницаемость сохраняться не будет. Отсюда следует, что основное гидрогеологическое значение должны иметь тектонические нарушения, которые активны в настоящее геологическое время. Потенциальную активность разломов можно оценить, анализируя его положение в поле современных напряжений.

При геомеханическом анализе гидрогеологической роли разломов, в качестве важного фактора выступает вид деформации, который проявляется при формировании тектонического нарушения. При преобладании процессов хрупкой деформации, тектонический шов имеет небольшую мощность и относительно невысокую общую проницаемость. Если при образовании разлома преобладают процессы пластического деформирования, зона тектонического шва имеет значительную мощность и в ней образуется полоса пластического смятия пород. Проницаемость зон пластического смятия также невелика.

Основное гидрогеологическое значение имеют швы разломов, в которых проявлялась переходная, как правило, пластично-хрупкая деформация. Для этих разломов характерна мощность в первые десятки метров. Характерный угол скола для этих разломов составляет в твердых породах 35–45°. Для тектонического шва «хрупких» разломов угол скола несколько меньше указанных значений, а мощность на порядок ниже. В зонах «хрупких» разломов большее значение имеют трещины оперения.

Пластичная разломная зона образует, как правило, более мощную полосу. Кроме того, в этом случае угол между разломом и осью максимального главного напряжения обычно составляет более 50° и может достигать 60°. Открытые трещины оперения могут отсутствовать или быть представлены значительно слабее, чем в тех разломах, где преобладает хрупкая деформация. На конкретных объектах прослеживается тесная корреляционная зависимость между мощностью разлома и углом, который шов разлома образует с осью главного напряжения.

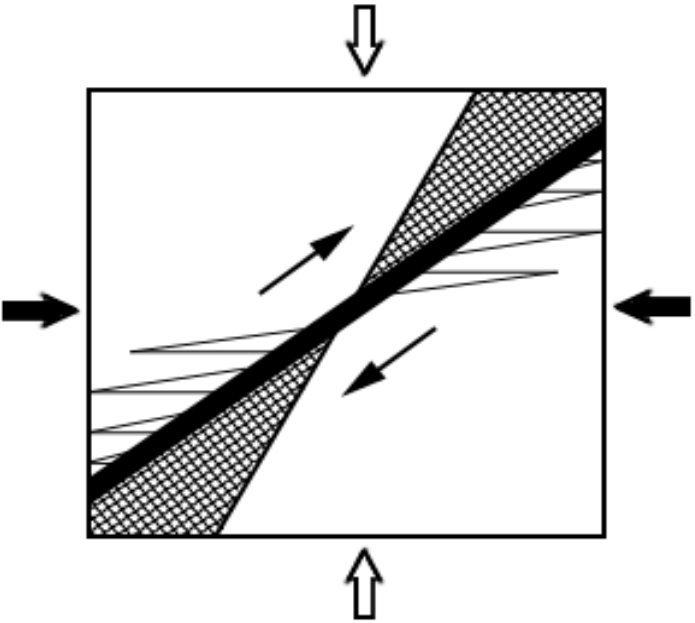
Зона породного массива, окружающего разлом, имеет довольно сложное строение. Кроме тектонического шва, важное гидрогеологическое значение имеют приразломные зоны, которые обладают характерной структурой и подчиняются определенным

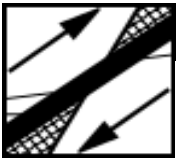
геомеханическим закономерностям. В процесс деформации вовлекаются определенные участки скального массива, прилегающие к разлому. Подвижка по разлому в пределах породного блока формирует зоны относительного сжатия и растяжения. В зонах растяжения трещины оперения раскрываются и, соответственно, формируют зоны повышенной проницаемости. В зонах сжатия происходит противоположенный процесс. Сочетание процессов сжатия и растяжения предопределяет формирование вблизи разлома участков с различной проницаемостью (рис.8.2).

Наряду с общими геомеханическими и геологическими закономерностями формирования сдвигов и надвигов, эти типы разломов имеют существенные гидрогеологические особенности.

Надвиги, как правило, являются молодыми тектоническими образованиями, которые развиваются вблизи поверхности земли и, преимущественно, в зоне хрупкой деформации. Кроме тех особенностей, которые характерны для «хрупких» разломов, надвиги обладают особыми гидрогеологическими свойствами. Важное значение имеет зона повышенной трещиноватости, которая возникает перед фронтальной частью шва надвига. Возникновение этой зоны определяется развитием участка растягивающих деформаций. В нижней, глубинной части надвига также возникает зона растяжения. Приповерхностная зона трещиноватости имеет существенную ширину перед фронтом надвига и значительную мощность по глубине, которая может достигать ста и более метров.

Сдвиги, являясь структурами промежуточного геодинамического этажа, формируются в условиях, где развивается хрупко-пластичная или пластично-хрупкая деформация. Сдвиговой шов, как правило, имеет мощность от нескольких метров до первых сотен метров. Небольшая мощность обычно характерна для сдвигов, развивающихся в условиях преобладания хрупкой деформации. Значительная мощность сдвига обычно связана с преимущественным проявлением пластичной деформации. Важное гидрогеологическое значение должны иметь сдвиги, формирующиеся в условиях пластично-хрупкой деформации. Мощность этих разломов, примерно, составляет от первых десятков до ста метров. Сдвиговой шов образует с осью максимального главного напряжения угол в 35-45°.



 – тектонический разлом и направление движения берегов;

– зона растяжения – зона высокой проницаемости;

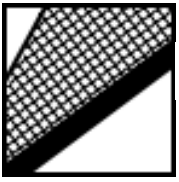
 – зона сжатия – зона низкой проницаемости.

Рис. 8.2. Структура проницаемости приразломных зон

Кроме геологических и геомеханических факторов, в формировании фильтрационной структуры скальных массивов нередко проявляются региональные закономерности. При выполнении гидрогеомеханического анализа на ряде месторождений полезных ископаемых, расположенных на Урале, были выявлены устойчивые особенности фильтрационной структуры породных массивов. Водоносные зоны, при сведении их ориентировки (простирания) на розу диаграмму, образуют до шести лучей. Угловой интервал между лучами имеет довольно постоянное значение и составляет в среднем 30° (рис. 8.3).

По степени выраженности выделяются пары коротких, средних и длинных лучей. Геомеханический анализ заставляет считать, что в формировании водоносных разломов принимают участие два направления действия максимального главного напряжения. Каждое направление формирует свою систему сдвигов и надвигов, в результате чего фильтрационная структура скальных массивов имеет довольно строгий геометрический рисунок. Дальнейшее изучение особенностей гидрогеологического строения скальных массивов позволит уточнить региональные гидрогеомеханические закономерности и установить возможность их распространения на другие регионы.

По результатам изучения гидрогеологической роли разломов, можно сделать следующие выводы:

- Основное гидрогеологическое значение должны иметь тектонические нарушения, которые активны в настоящее геологическое время. Потенциальную активность разломов можно оценить, анализируя его положение в поле современных напряжений. В свою очередь, ориентировка осей главных напряжений может быть определена на основании результатов изучения положения в пространстве тектонических нарушений и систем трещин.
- Основным процессом, определяющим приоткрывание тектонического шва и повышенную проницаемость разломов, является сдвиг берегов тектонических нарушений относительно друг друга. Поэтому основное гидрогеологическое значение имеют разломы сдвигового генезиса (сдвиги и надвиги). Раздвиги, чаще всего, входят в систему оперения сдвигов.

Роза-диаграмма водоносных зон относительно оси симметрии

Кинематическая схема

Геодинамическая схема

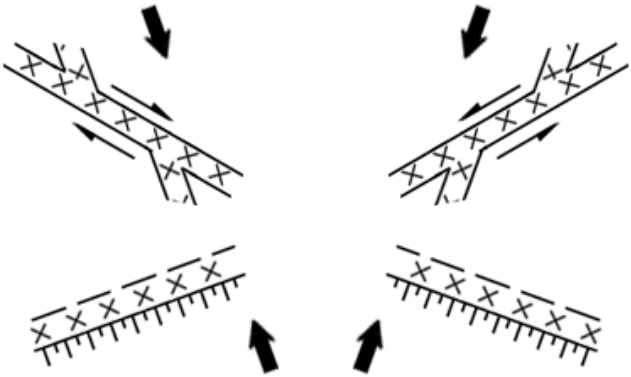


Рис. 8.3. Структура водоносных разломов в скальном массиве

- В зоне разлома, который формируется с преобладанием процесса хрупкой деформации, возникают участки сжатия и растяжения. В зонах сжатия проницаемость снижается, а в зонах растяжения, в связи с раскрытием трещин, фильтрационные свойства породного массива возрастают.
- Соотношение значений главных напряжений предопределяет, какой тип деформации (хрупкая или пластичная) будет преобладать при образовании разлома. Преобладание хрупкой деформации ведет к возникновению открытых трещин. Преобладание пластичной деформации может привести к образованию водоупорной зоны.
- Кроме геомеханических факторов, степень проницаемости пород в зоне разлома зависит от величины смещения по разлому, литологического состава пород, возраста разлома и ряда других факторов.
- Наряду с общими закономерностями, гидрогеологические свойства сдвигов и надвигов имеют существенные особенности. Надвиги, как правило, являются относительно молодыми и "хрупкими" разломами. Сдвиги могут иметь различный возраст и широкий диапазон деформационных и, соответственно, гидрогеологических характеристик.
- В плане и в разрезе разломы имеют особое гидрогеологическое строение, которое определяется структурой трещинного пространства и соотношением зон сжатия и растяжения. Строение водоносных зон проявляется в структурах рельефа.

Контрольные вопросы

1. Геологические факторы, влияющие на гидрогеологические свойства разломов.
2. Геомеханические факторы, определяющие свойства разломов.
3. Гидрогеомеханические особенности хрупких, пластично-хрупких и хрупко-пластичных разломов.
4. Строение и свойства приразломных зон.
5. Гидрогеомеханические особенности надвигов и сдвигов.
6. Гидрогеомеханические особенности фильтрационной структуры скальных массивов в Уральском регионе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данное учебное пособие основано, главным образом, на опыте профессиональной работы и результатах научных исследований автора. В ходе выполненных исследований сформировались главные теоретические положения, основные задачи и предмет исследований нового научного направления на стыке гидрогеологии и инженерной геологии. В соответствии с выполненными ранее работами (В.А. Мироненко, В.М. Шестаков, 1974), данное научное направление получило название «Гидрогеомеханика скальных массивов».

Основным предметом гидрогеомеханики скальных массивов являются геомеханические процессы, происходящие под воздействием, главным образом, тектонических сил в условиях напряженно-деформированного состояния земной коры, и определяющие формирование фильтрационной структуры массивов горных пород.

Основной целью изучения дисциплины «Гидрогеомеханика» является формирование представлений о геологической среде как о саморегулирующейся геомеханической системе, находящейся в условиях естественного предельного равновесия. Наряду с реализацией основной цели дисциплины, предполагается достижение понимания единства наук и дисциплин, раскрывающих законы развития и поведения геологической среды, взаимообусловленность инженерно-геологических и гидрогеологических свойств массивов горных пород.

Отличительной особенностью гидрогеомеханики является детальный анализ геомеханических процессов, предшествующих разрушению и определяющих формирование массовых систем трещин в горных породах. Подземные воды рассматриваются в гидрогеомеханике в качестве универсального индикатора, позволяющего изучить как естественную, так и техногенную структуру скальных массивов.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Мироненко В.А., Шестаков В.М.* Основы гидрогеомеханики. М.: Недра, 1974. – 296 с.

2. *Шестаков В.М.* Гидрогеомеханика: Учебное пособие. – М.: Из-во МГУ, 1998. – 72 с.

3. *Гудман Р.* Механика скальных пород. М.: Стройиздат, 1987. – 232 с.

4. *Влох Н.П.* Управление горным давлением на подземных рудниках. – М.: Недра, 1994. - 207 с.

5. *Крапивин В.Н.* Основы механики скальных пород. Учебное пособие. Л.: Из-во ЛГИ, 1989. – 97 с.

6. *Петухов И.М., Батугина И.М.* Геодинамика недр. – М.: Недра, 1996. - 217 с.

7. *Пиотровская Т.Ю.* Неотектонический анализ в инженерной геологии и при поисках полезных ископаемых. М.: Недра,1987. - 134 с.

8. *Ставрогин А.Н., Тарасов Б.Г.* Экспериментальная физика и механика горных пород. – СПб.: Наука, 2001. – 343 с.

9. *Степанов В.М.* Введение в структурную гидрогеологию. – М.: Недра, 1989. - 229 с.

10. *Шихин Ю.С.* Геологическое картирование и оценка рудоносности разрывных нарушений. – М.: Недра, 1992. – 229 с.

Сергей Николаевич Тагильцев

ОСНОВЫ ГИДРОГЕОМЕХАНИКИ СКАЛЬНЫХ МАССИВОВ

Учебное пособие по дисциплине «Гидрогеомеханика»
для студентов специальности 21.05.02 специализации – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания»

Корректура кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии
Оформление выполнено инженером Булатовой Н.С.,
лаборантом Тагильцевым В.С.

Подписано в печать .02.2014 г.
Бумага писчая. Формат бумаги 60·84 1/16
Печ. л. 5.4. Уч.-изд.л. 4.75. Тираж 200 экз. Заказ №

Лаборатория педагогики
620144, Екатеринбург, Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники

МИНОБРНАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Уральский Государственный Горный Университет

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

ОДОБРЕНО:
Зав. кафедрой ГИГГ

_____ С.Н. Тагильцев

«_13_» __апреля_ 2019 г.

Парфенова Л.П.

ПРАКТИКУМ

по Горнопромышленной гидрогеологии

для студентов специальности
21.05.02 «Прикладная геология»
специализации "Поиски и разведка подземных вод и инженерно - геологические изыскания"

Екатеринбург

2017

Задача № 1

Рссчитать вертикальный дренаж разрезной траншеи. Напорный водоносный горизонт приурочен к известнякам, залегающих в почве пластообразной залежи полезного ископаемого. Дренаж состоит из линейного ряда взаимодействующих водопонижающих скважин совершенного типа. Водопонижающие скважины расположены на нерабочем борту разрезной траншеи (рис. 56)

Задано: k=12 м/сут=0,5 м/ч; m = 25 м; H = 80 м; Sc = 50 м; r = 0,15 м; 2g = 200 м; R = 3800 м; L = 1600 м.

Решение:

$$n = \frac{1600}{200} + 1 = 8 + 1 = 9 \text{ шт.}$$

Определяем коэффициент короткости при нечетном числе дрен в ряду по формуле:

$$\lambda = \frac{(2 \cdot 9 + 1)\left[\ln \frac{100}{3{,}14 \cdot 0{,}15} + \frac{3{,}14 \cdot 3800}{200}\right]}{9\left[\ln \frac{3800}{0{,}15} + \sum_{i=1}^{i=9} 2 \ln \frac{3800^2}{200^2}\right]} = 3{,}68.$$

Дебит каждой водопонижающей скважины линейного ряда определяем по формуле:

$$Q_0' = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 0{,}5 \cdot 25 \cdot 50}{\ln \frac{100}{3{,}14 \cdot 0{,}15} + \frac{3{,}14 \cdot 3800}{2 \cdot 100}} = 60{,}3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

или с учетом короткости ряда:

$$Q''_0 = 60{,}3 \cdot 3{,}68 = 222 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Величину остаточного столба воды между скважинами ряда (рис. 56, точка А) определяем по формуле (v.21) для краевых участков при А = 1,6

(см. рис. 17 при $\frac{\sigma}{r_c} = 667$) и

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{200}{3800}\,1{,}6} \approx 0{,}92;$$

Для центрального участка (рис 56 точка Б) величину остаточного столба посередине между скважинами ряда определяем по формуле (V.6) подставляя в нее значения А = 1,6 и Альфа = 0,92, получим

$$H_a = 80 - \left[50\left(1 - 0{,}22\,\frac{200}{3800}\right)0{,}918\right] = 34{,}6 \text{ м}.$$

Величину остаточного столба воды в 300 м от ряда, т.е. на оси траншеи (см рис. 56, точка В), определяем по формуле (V.20), для краевых участков и при Х = 300м, А = 1,6, Альфа = 0,92 и Альфа = 3,68:

$$H_x = 80 - \left[50\left(1 - \frac{300}{3800}\right)0{,}92\,\frac{1}{3\,68}\right] = 68{,}55 \text{ м}.$$

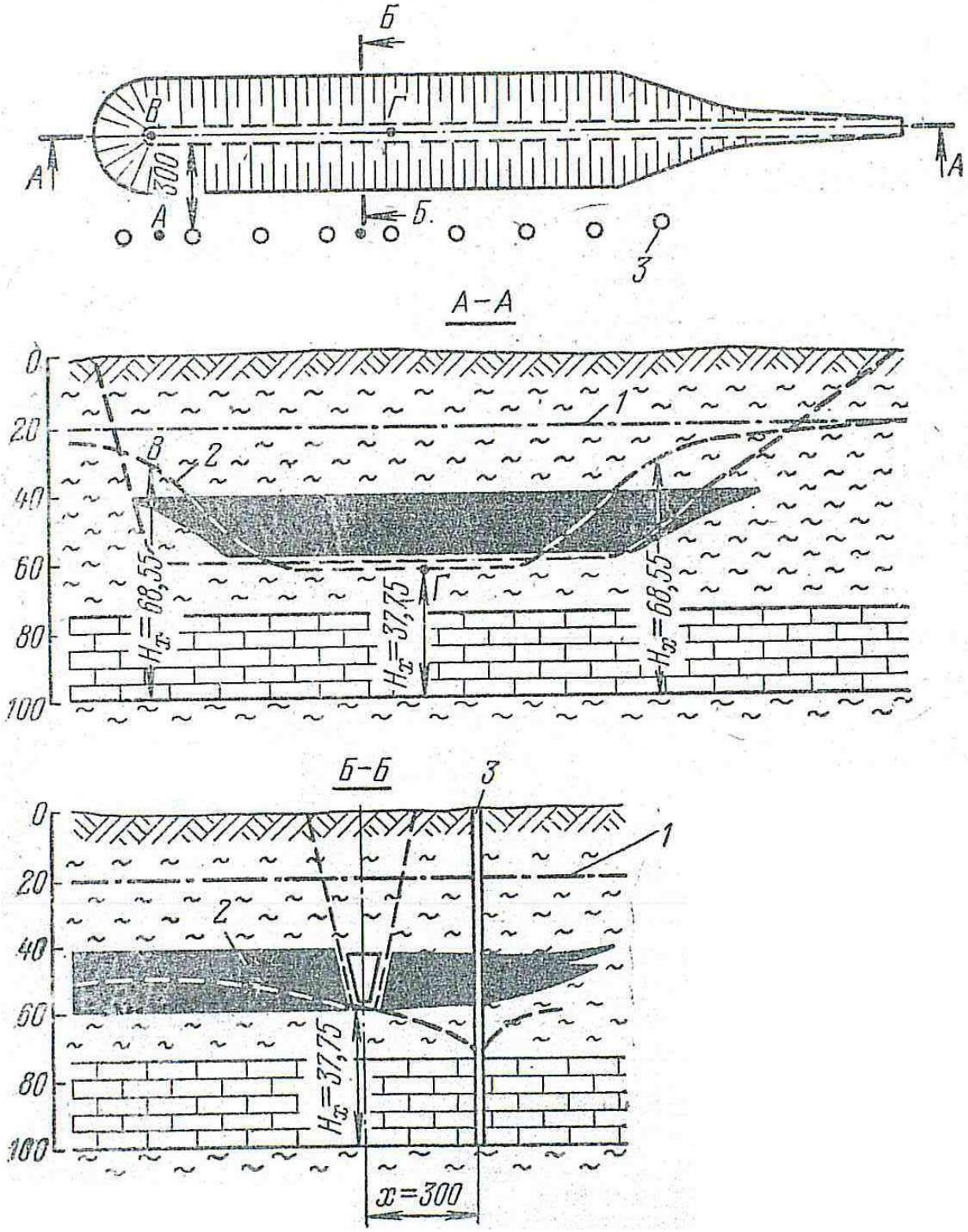


Рис. 56 Схема к расчету линейного ряда водопонижающих скважин:

1- статический уровень подземных вод, 2 – пониженный уровень подземных вод при работе водопонижающих скважин; 3 – водопонижающие скважины

Величину остаточного столба воды в 300 м от центральной части ряда (см. рис. 56, точка Г) определяем по формуле (V.5) и при x = 300 м, A = 1,6 и Альфа = 0,92

$$H_a = 80 - \left[50\left(1 - 0{,}22\frac{200}{3800}\right)0{,}92\frac{1}{3{,}68}\right] = 67{,}68 \text{ м.}$$

$$H_x = 80 - \left[50\left(1 - \frac{300}{3800}\right)0{,}918\right] = 37{,}75 \text{ м.}$$

Задача № 2

На карьере № 4 Волчанского буроугольного месторождения угольный пласт средней мощностью 20 м залегает в виде мульды протяженностью 1,5 км, шириной 0,5 км. Над пластом залегают песчаники. В пласте угля и песчаниках заключен безнапорный водоносный горизонт. Уровень воды понижается линейным рядом из пяти водопонижающих скважин, расположенных по продольной оси мульды, причем производительность каждой из них равна 60 $м^3$/ч.

Требуется определить время, необходимое для снижения уровня подземных вод на 1 м ниже почвы разрезной траншеи (точка М на рис. 1). Столб воды над почвой траншеи - равен 11 м.

З а д а н о : $к_1$ (угля) = 18,5 м/сут; k_2 (песчаников) = 3 м/сут;

М (угля) = 20 м; H_e = 75 м; в точке М H_e = 20 м; длина линейного ряда скважин *L* = 1000 м; площадь мульды *F* — 750 000 $м^2$; r = 320 м; μ = 0,05 (для угля и песчаника);. $Q_{сум}$ = 60*5 = 300 $м^3$/ч = 7200 $м^3$/сут; в точке *M* S = 12 м.

Р е ш е н и е . Рассматриваемая линейная установка водопонижающих скважин работает в условиях безнапорного кругового «закрытого» пласта. Радиус кругового пласта [см. формулу (11.21)]

$$R = \sqrt{\frac{750000}{3,14}} = 498 \text{ м.}$$

Проводим линейный ряд скважин к кольцевой системе, приведенный радиус которой

$$r_0 = \frac{L}{4} = \frac{1000}{4} = 250 \text{ м.}$$

Приведенное расстояние точки М, в которой определяется понижение уровня подземных вод, до центра кольцевой системы определяется по формуле (V.119)

$$r^* = 1{,}1 * 320 = 352 \text{ м.}$$

Дренажная система несколько смещена относительно центра круговое пласта, но поскольку это смещение незначительно, его можно не учитывать и вести расчет по формуле **(V**.118), предварительно определив средневзвешенный коэффициент фильтрации водоносных пород (при этом обводненная мощность песчаников равна 75 - 20 =55 м):

$$k_{ср} = \frac{k1m1 + k2m2}{m1 + m2} = \frac{18{,}5 * 20 + 3{,}0 * 55}{20 + 55} = 7{,}15 \text{ м/сут}$$

и коэффициент уровнепроводности

$$a = \frac{kh_S}{\mu} = \frac{7{,}15 * 41{,}5}{0{,}05} = 5{,}95*10^3 \text{ м}^2\text{/сут,}$$

где

$$h_S = \frac{75 + 8}{2} = 41{,}5 \text{ м.}$$

Задаваясь различными величинами времени, например t = 40 сут, по формуле (V.118) определяем величину остаточного столба воды в точке М (см. рис. 1).

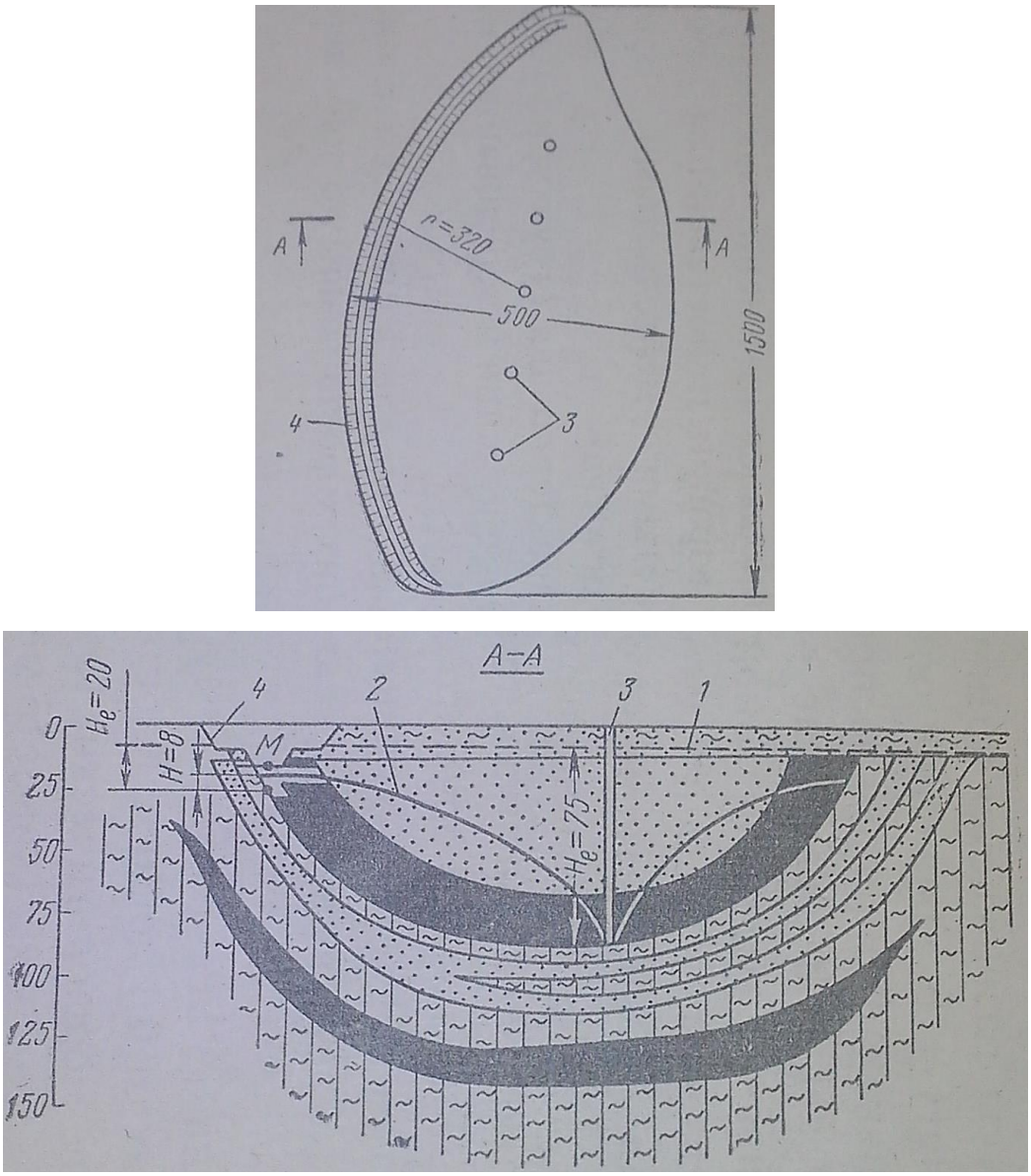


Рис. 1. Схема к расчету вертикального линейного совершенного дренажа при работе в безнапорном круговом «закрытом» пласте:

1 - статический уровень подземных вод; ***2*** - сниженный уровень подземных вод при работе водопонижающих скважин в течение 81 сут; 3 – водопонижающие скважины; ***4*** - разрезная траншея

Дренажная система несколько смещена относительно центра круговое пласта, но поскольку это смещение незначительно, его можно не учитывать и вести расчет по формуле **(V**.118), предварительно определив средневзвешенный коэффициент фильтрации водоносных пород (при этом обводненная мощность песчаников равна 75 - 20 =55 м):

$$k_{ср}=\frac{k1m1+k2m2}{m1+m2}=\frac{18,5*20+3,0*55}{20+55}=7,15 \text{ м/сут}$$

и коэффициент уровнепроводности

$$a=\frac{kh_S}{\mu}=\frac{7,15*41,5}{0,05}=5,95*10^3 \text{ м}^2/\text{сут},$$

где

$$h_S=\frac{75+8}{2}=41,5 \text{ м}.$$

Задаваясь различными величинами времени, например t = 40 сут, но формуле (V.118) определяем величину остаточного столба воды в точке М (см. рис. 1).

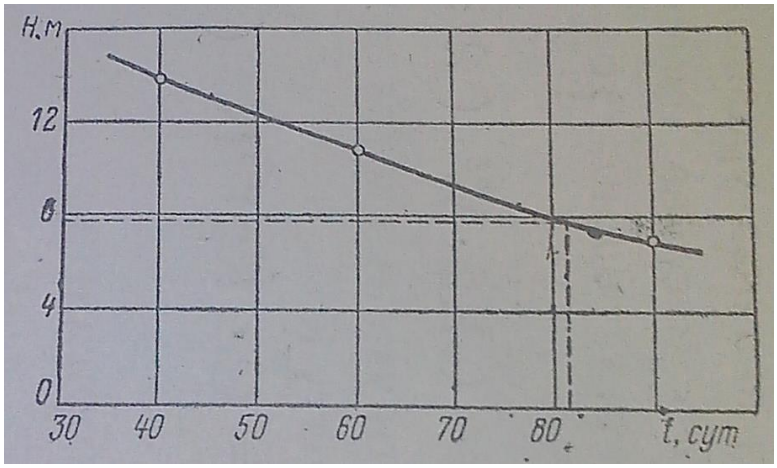


Рис. 2. Зависимость остаточного столба воды от времени H = f(t)

Причем по рекомендациям Ф. М. Бочевера [12] принимаем входящую в эту формулу величину H = 0,8*H_e = 0,8-75 = 60 м. Тогда при t — 40 сут

$$H = 20 - \frac{7200}{3,14 * 7,15 * 60} * \frac{5,95 * 60 * 10^3}{498^2} - \frac{7200}{2 * 3,14 * 7,15 * 60} * 2,3 \lg\frac{498}{352} = 13,19 \text{ м.}$$

Аналогичным образом произведены расчеты при t = 60 и t = 90 сут и получены значения H в точке M соответственно 10,82 и 7,04 м. По этим данным построен график зависимости H от t (рис. 2), из которого видно, что для достижения требуемого понижения уровня подземных вод в точке M, соответствующего величине остаточного столба воды 8 м, потребуются 81 сут.

Задача № 3

Рассчитать вертикальный двухлинейный дренаж для понижения уровня воды в песках ниже дна разрезной траншеи карьера (рис. 59) и оценить противосуффозионную устойчивость песчаных откосов в начальный период эксплуатации карьера. Дренаж состоит из двух симметрично расположенных взаимодействующих рядов водопонижающих скважин совершенного типа при их работе в неограниченном пласте в безнапорных условиях. Скважины располагаются вдоль рабочего и нерабочего бортов карьера. Расстояние между ними в ряду равно 80 м. Столб воды над дном траншеи составляет 16 м; дренаж участка требуется осуществить не более чем за 6 мес.

З а д а н о : k = 6,16 м/сут; $h = H$ = 25 м; H_Q = 1 м; 2σ = 80 м; B = 500 м; h_0 = 8 м; μ= 0,2; $L_1 = L_2$ = 1200 м; $l_1 = l_2$ = 600 м; $y_1 = y_2$ = 250 м; r_C = 0,1 м; t = 180 сут; φ= 37°.

Р е ш е н и е

Вначале определяем суммарное количество воды, которое необходимо откачать, чтобы в течение 6 мес на участке разрезной траншеи

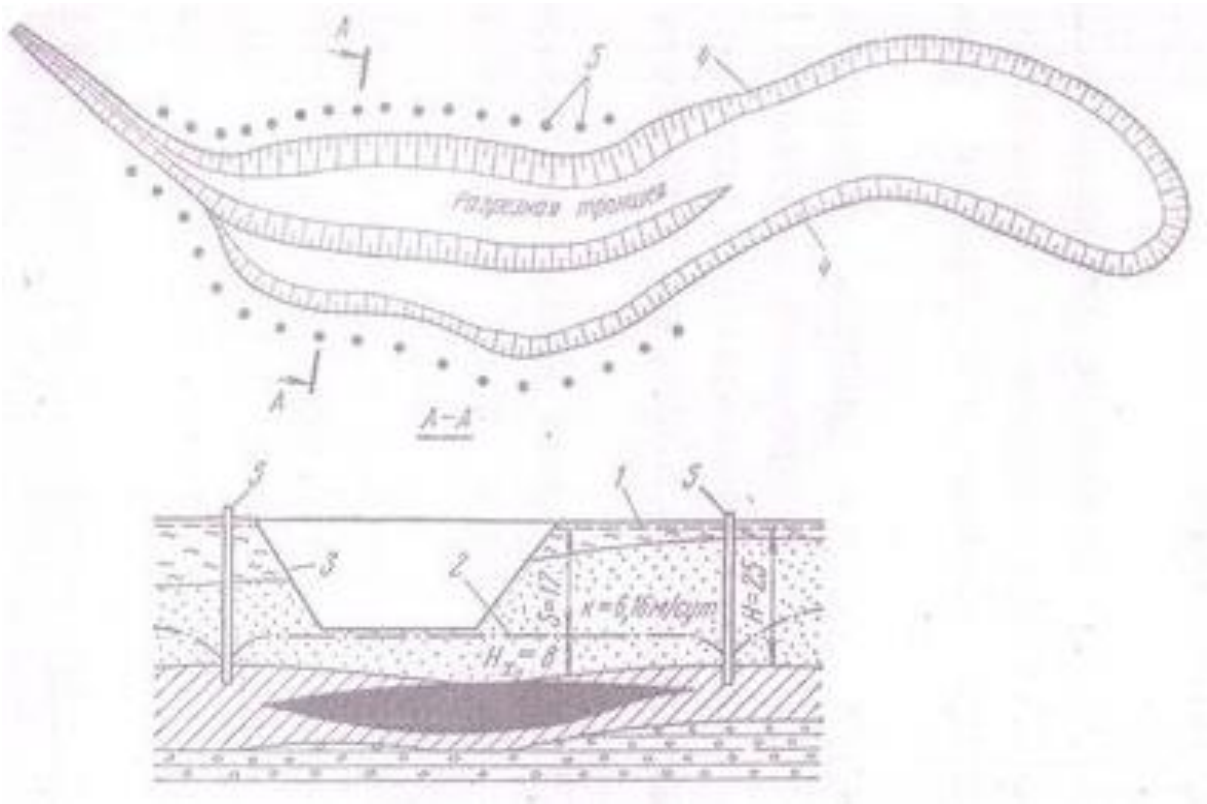


Рис. 59. Схема к расчету двухлинейной совершенной дренажной системы при работе ее о безнапорном неограниченном пласте:

1 - статический уровень надугольного водоносного горизонта; *2* - сниженный уровень надугольного водоносного горизонта через 6 мес. после включения в работу водопонижающих скважин; *3* - контур разрезной траншеи; *4* - граница карьера к моменту сдаси его в эксплуатацию; *5* - водопонижающие скважины

снизить уровень подземных вод в песках на 17 м, т. е. на 1 м ниже ее дна. Для этого предварительно определяем

$$h\text{ср} = \frac{\text{h} + \text{h}_0}{2} = \frac{25+8}{2} = 16{,}5м$$

Коэффициент уровнепроводности:

$$a = \frac{6{,}16 \cdot 16{,}5}{0{,}2} = 510м^2 / сут;$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = \frac{a \cdot t}{l^2} = \frac{510 \cdot 180}{600^2} = 0{,}255;$$

$$y_1 = y_2 = \frac{y}{l} = \frac{250}{600} = 0{,}415.$$

По графику (см. рис. 20) находим

$$\overline{R} = \overline{R_1} = \overline{R_2} = 0{,}9;$$

$$\overline{l_1} = \overline{l_2} = \frac{l}{L} = \frac{600}{1200} = 0{,}5.$$

Тогда по формуле (V.78) $R_{СУМ} = \overline{R_1} \cdot \overline{l_1} + \overline{R_2} \cdot \overline{l_2} = 0{,}9 \cdot 0{,}5 + 0{,}9 \cdot 0{,}5 = 0{,}9.$

Определяем по формуле (V.24) суммарное количество воды, которое должны откачивать все скважины водопонижающей установки

$$Q_{СУМ} = \frac{2 \cdot 3{,}14 \cdot 6{,}16(2 \cdot 25 - 17)17}{0{,}9} = 24100 м^3/сут = 1004 м^3/ч.$$

В каждом ряду закладывают по $n = \frac{1200}{80} + 1 = 16$ скважин. Следовательно, для снижения уровня подземных вод на 17 м в течение 6 мес каждая скважина должна эксплуатироваться с дебитом

$$Q_0' = \frac{1004}{32} = 31{,}4 м^3/ч.$$

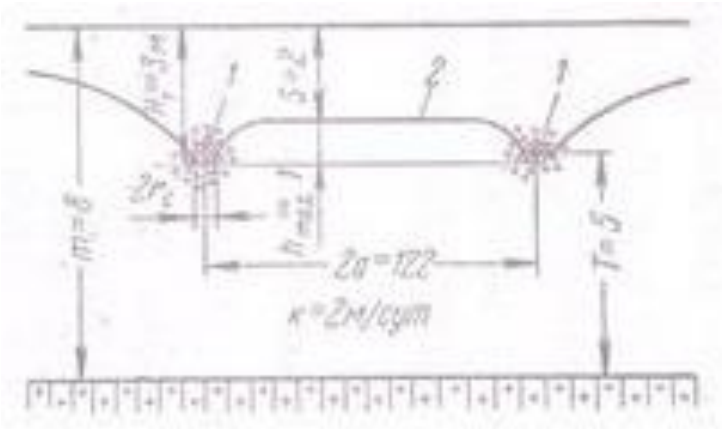


Рис. 60. Схема к расчету площадного (систематического) горизонтального несовершенного дренажа:
1 - осушители; *2* — сниженный уровень подземных вод при работе дренажа.

Для оценки противосуффозионной устойчивости песчаных уступов в начальный период эксплуатации карьера предварительно найдем допустимую высоту высачивания подземных вод на откосах $h_{0Л}$ по формуле (II.34) и условное заложение откоса m_0 по формуле (II.32):

$$h_{ОЛ} = \frac{2}{\sqrt{6,16}} = 0,81м;$$

$$m_0 = \frac{3,2}{tg37} = 4,2$$

Затем по формуле (II.35) рассчитаем допустимую глубину подземного потока на контуре водопонижающих скважин

$$h_д = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,81 \cdot 250 - 0,81^2(4,2 - 0,5)}{4,2 + 0,5}} = 9,3$$

Как видно, расчетная допустимая глубина подземного потока на 1,3 м превышает глубину потока, обеспечиваемую 32 водопонижающими скважинами, т. е. двухлинейная установка скважин при дальнейшей работе обеспечивает также противосуффозионную устойчивость откосов в начальный период эксплуатации карьера.

Задача № 4

Требуется рассчитать площадной систематический горизонтальный дренаж для осушения основания внутренних отвалов на марганцовом карьере, расположенных на участке размером 380 х 1000 м в кровле подрудных песков. Осушители несовершенного типа в соответствии с гипсометрией кровли этих песков закладываются по длине участка со сбросом воды в собиратель, расположенный в торце участка.

Задано: к = 2 м/сут; m = 8 м; H_1 = 3 м; S =2м; Т=5м; r_c = 0,3 м; ш =0,005.

Решение.

Предварительно находим

$$h_{max} = H_1 - S = 3 - 2 = 1 \text{ м};$$

$$E = 1{,}47 \lg \frac{1}{\sin \frac{3{,}14 \cdot 0{,}3}{5}} = 1{,}11;$$

$$E = 2 \cdot 1{,}11 = 2{,}22.$$

Для установления барражного эффекта завесы найдем предварительно начальный градиент фильтрации I_0 по формуле и расстояние от центра карьера до внешней стенки завесы r_1 из выражения

$$I_0 = \frac{0{,}566}{\sqrt{0{,}007}} = 6{,}7;$$

$$r_1 = 500 + 0{,}5 = 500{,}5 \text{ м}.$$

При этом общий и удельный проскок воды через барражную завесу по формулам

$$Q = \frac{3{,}14 \cdot 9\,(20^2 - 0{,}67^2 - 2 \cdot 6{,}7 \cdot 10{,}35 \cdot 0{,}5)}{\frac{9 \cdot 0{,}5}{0{,}007 \cdot 577} + \ln \frac{2000}{500}} = 4440 \text{ м}^3/\text{сут} = 185 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$q = \frac{4440}{2 \cdot 3{,}14 \cdot 500} = 1{,}4 \text{ м}^3/(\text{сут} \cdot \text{м});$$

сниженная глубина потока у внешней стенке барражной завесы h_1 по формуле

$$h_1 = \sqrt{20^2 - \frac{20^2 - 0{,}67^2 - 2 \cdot 6{,}7 \cdot 10{,}35 \cdot 0{,}5}{\ln \frac{2000}{500} + \frac{9 \cdot 0{,}5}{0{,}007 \cdot 577}} \ln \frac{2000}{500{,}5}} = 13{,}5 \text{ м};$$

сниженная глубина потока у внутренней стенке завесы h_{111} равна по условию допустимой глубине потока на этом контуре $h_д$ т.е. 4,4м.

Для сработки статических запасов в пределах барражного контура рассчитаем суммарный дебит водопонижающих скважин по формуле, задаваясь сроком их работы 4мес.

$$Q = \frac{3{,}14 \cdot 0{,}1 \cdot 577^2 \cdot 20 \cdot 9\,(20 - 4{,}4)}{20 \cdot 9 \cdot 120 - 0{,}15 \cdot 0{,}1 \cdot 577^2} = 17\,700 \text{ м}^3/\text{сут} = 740 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Такой дебит могут обеспечить 15 водопонижающих скважин с производительностью по 50м^3/ч каждая.

Таким образом, завеса шириной 0,5 м с коэффициентом фильтрации заполнителя 0,007м/сут позволяет снизить высоту высачивания на песчаных откосах до 0,67 м и удельный приток в карьер до 1,4м^3/(сут м); при этом глубина потока за внешней и внутренней стенками завесы составит соответственно 13,5 и 4,4 м. Сработка статических запасов воды внутри барражного контура может быть обеспечена 15 водопонижающими скважинами с суммарным дебитом 740 м^3/ч, работающий в течении 4 мес.

Задача № 6

СНиП 2.04.03-85 "Канализация, наружные сети и сооружея"

$$Q_{\text{н.д}} = 1000 \cdot h_{\text{д}} \cdot \alpha \cdot F, \qquad \left[\frac{\text{м}^2}{\text{сут}}\right]$$

$Q_{\text{н.д.}}$ - приток в карьер;
$h_{\text{д}}$ - норма среднегодовых атмосферных осадков;
α - коэффициент поверхностного стока. α зависит от свойств покровных отложений: скальные 0,8-0,9; глинистые 0,5-0,7;
F - водосборная площадь карьера, км^2.

$h_{\text{д}}$ - для проектных расчетов берется из СНиП 23-01-99 "Строительная климатология"

Балансовая площадь - площадь выделенная по рельфу.

Нормальный приток талых вод

β - коэффициент учитывающий удаление снега из карьера. Принимается 0,5;
$h_{\text{с}}$ - среднегодовое количество твердых осадков;
$t_{\text{с}}$ - продолжительность интенсивного снеготаянья, [час]

Нормальный приток ливневых вод

$$Q_{л} = q \cdot \alpha \cdot F \cdot \eta, \qquad \left[\frac{м^3}{час}\right]$$

$$q = \frac{360 \cdot 20^n \cdot q_{20}(1 + C\ lgP)}{t_{л}^n}$$

q - средняя интенсивность ливневого дождя [м^3/час с 1 км^2];

η - коэффициент простераемости дождя по СНиП 2.04.03-85;

q_{20} - интенсивность ливневого дождя в течении 20 минут и повторяемостью P=1;

$t_л$ - продолжительность ливневого дождя в часах;

n, C - параметры, зависящие от географического положения карьера. СНиП 2.04.03-85

Пример.

Проектируется карьер со следующими параметрами:

- глубина 30 м;
- площадь лицензированного контура 75 000 м^2;
- разрез: покровные отложения суглинков до 5 м. Ниже скальные породы
- место расположения Челябинская область.

$h'_д$ = 435 мм - для март - октябрь, $h'_д$ = 104 мм - для ноябрь - март

$h_д$ = 539 мм

$h_с$ = 104 мм

$t_с$ = 15 сут

$$Q_{т} = \frac{0{,}5 \cdot 0}{}$$

Для Челябинской области q= 2080 [мм/км^2]

Если площадь > 1 км^2, то η = 1 (по Балашову)

$$Q_{л} = 208 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}075 \cdot 1 = 78 \left[\frac{м^3}{час}\right]$$

Водопритоки за счет поверхностных вод

$Q_{н.д.}$	$Q_{т.}$	$Q_{л.}$
55,4 м/сут	130 $м^3$/сут	78 $м^3$/час

На основании сравнения полученных результатов обосновывается выбор насосного оборудования: с учетом круглогодичной нормальной работы и с учетом аварийной ситуаций.

Задача № 7

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.02 «ПРИКЛАДНАЯ ГЕОЛОГИЯ»

Специализация № 2
Поиски и разведка подземных вод
и инженерно-геологические изыскания

Автор: Гуман О. М., д.г-м.н.

Одобрены на заседании кафедры Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии	Рассмотрены методической комиссией Факультета геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Тагильцев С. Н.	Бондарев В.И.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 29 от 21.09.2021	Протокол № 2 от 07.10.2021
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Оглавление

АННОТАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ....3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....3
2. МЕСТО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ ООП ВО....3
3. ПОРЯДОК ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....4
4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....5
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....8
6. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ГИДРОГЕОЛОГИИ....14
7. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ....15
8. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И РАБОТ ПО ГЕОЭКОЛОГИИ 17
9. ПРЕЗЕНТАЦИИ....17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (РАБОТУ)....19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....23
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ШТАМПА....24

АННОТАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

Методические указания по составлению выпускной квалификационной работы (ВКР) подготовлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», специализация «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Государственная итоговая аттестация - защита ВКР - предполагает написание ВКР в соответствии с требованиями, предъявляемыми к такого рода работам специалистами, защиту ВКР на заседании комиссии ГАК под руководством ведущих производственников отрасли в регионе.

В процессе формирования специалиста дипломное проектирование играет большую роль, завершая процесс обучения в университете.

Методические указания содержат требования к содержанию ВКР, к их оформлению, к презентационным материалам, к порядку выполнения.

ВКР состоит из пяти частей: общей, специальной, проектной, экономической, охрана труда при выполнении запроектированных работ.

ВКР состоит из трех частей: общей, специальной, результативной.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цели работы – выявление и закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в университете, при составлении ВКР и оценка степени подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства.

Задачи работы:

1. Систематизация и расширение теоретических и практических знаний студентов по специальности и применение этих знаний при решении конкретных научных, производственных или экономических задач.
2. Приобретение практических навыков составления проектов (работ) по специальности.
3. Обучение основным приемам и методам проектирования, защиты результатов своей деятельности.
4. Приобретение опыта в составлении презентаций по теме ВКР.

2. МЕСТО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Выполнение ВКР относится к модулю Б.3.- «Государственная итоговая аттестация» основной образовательной программы по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

3. ПОРЯДОК ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Выполнение ВКР начинается с выдачи дипломного задания по форме, приведенной в приложении 1. Тема дипломного проекта (работы)выбирается студентом-дипломником совместно с руководителем – преподаватель выпускающей кафедры, утверждается заведующим выпускающей кафедры, закрепление за студентом темы дипломного проекта (работы) оформляется приказом ректора. В приказ включаются только студенты полностью закончившие теоретический курс обучения, сдавшие все экзамены, зачеты и курсовые проекты, предусмотренные учебным планом и программой обучения.

Темы ВКР должны носить научно-производственный характер и проект по степени обоснования и объему должен быть максимально приближен к проектам производственных организаций (или научно-техническим отчетам). В отдельных случаях, студентам, имеющим склонность к научным исследованиям, проект может быть заменен исследовательской работой. Эта форма ВКР наиболее трудоемкая, но в то же время более творческая и интересная, она способствует подготовке научных сотрудников, исследователей в различных областях знаний.

В исследовательской работе должны рассматриваться вопросы экономики, производиться расчеты оптимального варианта, определяться экономическая целесообразность применения новых методов. Экономическая целесообразность работы подтверждается справкой из производственных организаций, заинтересованных в результатах данной работы.

В ходе подготовки ВКР студент имеет возможность консультироваться с преподавателями кафедр техники и технологии разведки, геофизики, экономики. Список преподавателей-консультантов предоставляется студентам в начале процесса подготовки ВКР. По результатам консультаций составляются соответствующие разделы ВКР. Оценка и подпись преподавателя-консультанта должны быть приведены в задании на выполнение ВКР (приложение 1).

В течение первой недели дипломник разрабатывает и представляет руководителю календарный план работы над проектом на весь период дипломирования. Два раза в процессе дипломирования студент обязан отчитываться перед руководителем о ходе дипломного проектирования. В случае неподготовленности дипломника решается вопрос о продолжении процесса дипломирования или о допуске его к защите. Студен не выполнивший дипломный проект в срок по неуважительной причине отчисляется из университета за неуспеваемость, имеет право восстановиться в университете и защитить дипломный проект на следующий год. По окончанию университета ему выдается справка.

Законченный и набранный на компьютере, на одной стороне стандартного листа писчей бумаги ВКР подписывается дипломником и вместе с графическими приложениями и заключениями консультантов (по геофизическому, производственному и экономическому разделам), представляется на подпись ответственному руководителю ВКР, который ее оценивает.

Далее ВКР утверждается заведующим кафедрой и передается на отзыв представителям производства.

Ежегодно выпускающая кафедра подготавливает список рецензентов из специалистов профильных организаций, который утверждается ректором университета. Ответственный за дипломирование на выпускающей кафедре за четыре дня до защиты ВКР направляет студентов к внешним рецензентам.

После положительной оценки ВКР рецензентом, она передается для защиты в Государственную аттестационную комиссию (ГАК).

Во время публичной защиты дипломник должен в лаконичной форме (в течение 15 мин.) доложить основные вопросы, разработанные в каждой части (разделе) ВКР. Доклад должен начинаться с названия темы и цели проектирования. После краткого исторического обзора состояния вопроса, рассматриваемого в проекте, освещаются основные разделы выполненной работы. Более подробно дипломник должен остановиться на рассмотрении специальной части ВКР. Доклад заканчивается подробным анализом технико-экономических показателей проектируемых работ. Во время доклада необходимо постоянно обращаться к демонстрационной графике и представленной к защите коллекции образцов пород.

После доклада члены ГАКа задают вопросы, на которые нужно отвечать кратко, но исчерпывающе полно, тщательно продумав ответ. Также в сжатой форме должен быть построен ответ дипломника на замечания рецензента.

Государственная аттестационная комиссия на закрытом заседании рассматривает отзывы руководителя, рецензента, от производства, консультантов и после обсуждения результатов защиты выносит решение об оценке проекта (в случае разногласий между членами комиссии, вопрос решается голосованием) и присвоении квалификации горного инженера по специальности 21.05.02 Прикладная геология, специализация подготовки Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

В отдельных случаях ГАК может рекомендовать ВКР или их отдельные части для использования в промышленности или для опубликования в печати.

Студенту, получившему при защите неудовлетворительную оценку, разрешается повторная защита в следующую сессию, но на другую тему. Студент, не защитивший ВКР и в следующую сессию получает свидетельство об окончании университета с перечнем сданных дисциплин, но без присуждения квалификации горного инженера-геолога.

Все исходные материалы для выполнения ВКР, а также негативы фотографий и микрофотографий, шлифы и полировки, каменный материал и др. студент обязан сдать на кафедру, ВКР сдается в архив института на бумаге и на кафедру на цифровом носителе информации в конверте, на котором подписывается название ВКР, год, группа, ФИО студента, выполнившего ВКР.

4 ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ВКР

ВКР оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001. Структурные элементы дипломного проекта следующие:

- титульный лист;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- общий раздел;
- специальный раздел;
- проектный раздел;
- экономический раздел;
- безопасность жизнедеятельности;
- заключение;
- список использованных источников;
- список текстовых приложений
- список графических (внетекстовых) приложений

Страницы текста ВКР должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листах формата А3.

При написании текста должны быть поля: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм.

Текст ВКР делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов пишут симметрично тексту прописными буквами, без подчеркивания. Перенос слов в заголовках не допускается, в конце страницы заголовки не помещают, точка в конце заголовка не ставится. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой в конце. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например: 2.3. (третий подраздел второго раздела); более дробные подразделения нумеруются в пределах разделов и подразделов, например 2.3.1. и т.д. (между цифрами и в конце номера ставятся точки). Страницы текста нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в верхнем правом углу. Титульный лист, дипломное задание входят в общую нумерацию, но номер страницы на них не ставят. Иллюстрации (таблицы, графики, рисунки), которые расположены на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц .

Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В правом верхнем углу таблицы, перед ее заголовком помещается надпись «Таблица 2.1» (первая таблица второго раздела). При переносе части таблицы на другую страницу пишется «Продолжение табл. 2.1». Таблицу помещают в тексте сразу за первым упоминанием о ней. Если в одной и той же графе таблицы приводятся целые числа и числа с десятичными знаками, следует соответственно в целых числах дополнительно после запятой проставлять нули. Одинаковые цифры заменять кавычками не допускается. Отсутствие данных отмечается прочерком в графе.

Все иллюстрации в тексте именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Например: Рис. 2.1 (первый рисунок второго раздела). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке.

Иллюстрации располагают после первой ссылки на них. Образец оформления:

Гидравлические насосы

а – коловратный; б – шестеренчатый

1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – цилиндр; 4 – лопатки; 5 – выходной патрубок; 6 – пружина лопаток; 7 – шестерни; 8 – шарик; 9 – пружина клапана

рис. 2.1.

Формулы вписываются в текст с использованием кнопок вставка - формула. Формулы следует выделять из текста свободными строками, если уравнение не вмещается в одной строке, оно может быть перенесено после знаков равенства и знаков (+), (-), (х), (:). Пояснения значений символов в формулах следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают словом «где» без двоеточия.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенные точкой. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например, (3.1) – первая формула третьего раздела.

Ссылки в тексте на источники литературы допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку литературы, выделяя в квадратные скобки; ссылки на иллюстрации – указывается соответствующие номер иллюстрации, например: рис. 2.1. Аналогично даются ссылки на формулы: «… в формуле (3.1)…» и таблицы, например, «…в табл. 2.1 …». Если ссылки даются на таблицы, иллюстрации и др., помещенные в другом разделе текста, то указывается: «… см. табл. 1.3».

При оформлении списка литературы по каждому изданию указывается фамилия и инициалы автора (авторов), точное название, место издания, наименование издательства, год издания, количество страниц. Для журнальной статьи указываются фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год выпуска, номер журнала, страницы, занимаемые в журнале статьей. Список литературы должен включать только издания, использованные в работе, т.е. те, которые цитировались, на которые делались ссылки или которые послужили основой для формулирования точки зрения студента. Все цифры, цитаты и чертежи, заимствованные из литературных источников, следует снабдить обязательными ссылками на источник с полным описанием издания в списке использованной литературы. Список использованной литературы составляется в строго приоритетном порядке, начиная с нормативных правовых актов федерального уровня, индивидуальных и коллективных монографий, научных статей и т.д.- Вначале в алфавитном порядке указывается опубликованная отечественная литература, затем

рукописная и в конце списка – иностранная литература. Для каждого литературного источника приводятся данные: номера по порядку, фамилия и инициалы автора, полное наименование работы, место издания, название издательства, год и повторность издания, объем в страницах, для рукописей указывается место хранения.

Все приложенные к ВКР чертежи на отдельных листах по своим форматам, условным обозначениям, раскраске, шрифтам и масштабам должны соответствовать существующим стандартам (представлять чертежи на листах произвольного размера не разрешается). Штампы на чертежах выполняются согласно приложению 3. Все графические приложения должны быть выполнены лично автором проекта, категорически запрещается передавать их выполнение другим лицам. При размещении карт в презентацию рекомендуется выполнить масштабирование рисунка в виде масштабной линейки. В конце дипломного проекта приводится список графических приложений.

ВКР должны быть переплетены, переплет жесткий, записаны на диск в формате pdf или doc, dwg.

До сдачи на рецензирование заведующий кафедры назначает инженера кафедры для проверки текста дипломного проекта по программе «Антиплагиат». На бланки дипломного задания инженер ставит свою подпись.

5. СОДЕРЖАНИЕ ВКР

Титульный лист оформляется по образцу, приложение 2.

Реферат должен содержать:

сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей отчета, количестве использованных источников;

перечень ключевых слов;

текст реферата.

[из п. 5.3.2 ГОСТ 7.32-2001]

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста ВКР, которые в наибольшей мере характеризуют ее содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые [из п. 5.3.2.1 ГОСТ 7.32-2001]

Текст реферата должен отражать:

объект исследования или разработки;

цель работы;

метод или методологию проведения работы;

результаты работы;

основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;

степень внедрения;

рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов НИР;

область применения;

экономическую эффективность или значимость работы;
прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Структура ВКР следующая:

- содержание;
- введение;
- общий раздел;
- специальный раздел;
- проектный раздел;
- экономический раздел;
- безопасность жизнедеятельности;
- заключение;
- список использованных источников;
- список текстовых приложений
- список графических (внетекстовых) приложений.

Содержание помещается в начале дипломного проекта (после дипломного задания). В нем указываются все разделы, подразделы и пр., имеющие самостоятельные заголовки. Указывается только страница, на которой начинается соответствующий раздел, подраздел.

Введение начинается с географического и административного положения района работ, полное наименование дипломного проекта с указанием цели запроектированных работ. Кратко описывается методика ранее проведенных работ, оцениваются их результаты, полнота исследований. Рассматриваются задачи, которые необходимо решить в результате проектируемых работ. Указывается организация, где студент проходил преддипломную практику, освещается характер работ, выполненных студентом самостоятельно. Указывается фамилия руководителей практики от производства и от кафедры (или факультета). В качестве иллюстрации к введению должна быть приложена мелкомасштабная обзорная карта (географическая или геологическая), на которую наносятся границы запроектированных работ.

Общий раздел включает физико-географическое описание района работ, геологическую, геофизическую, гидрогеологическую и инженерно-геологическую изученность, геологическое строение, гидрогеологические условия, инженерно-геологические условия, геоэкологические условия района проектируемых работ.

Физико-географическое описание начинается с характеристики административного положения участка проектируемых работ и экономики района.

Далее идет характеристика рельефа, где отмечается степень расчлененности рельефа, наиболее характерные абсолютные и относительные отметки поверхности, превышения основных форм рельефа над долинами рек (глубина вреза), описывается перечень террас, степень обнаженности и дренированности района работ.

Гидрографическая характеристика включает описание рек и озер, сведения о величине поверхностного стока (коэффициенты и модуль стока, объем стока), о качестве поверхностных вод, о водоохранных зонах, категории водотока или водоема.

В характеристике климатических условий приводятся следующие данные: температура воздуха, атмосферные осадки, влажность воздуха, атмосферное давление, господствующее направление ветров. Испарение и испаряемость, глубина сезонного промерзания, наличие многолетней мерзлоты, ее распространение, мощность, характер появления на поверхности земли. Все фактические данные по климату, как правило, приводятся в виде таблиц, графиков среднегодовых и среднемесячных значений за многолетний период.

Промышленно-экономическая характеристика включает данные о населенности района работ, обеспеченности предприятий местной рабочей силой, о путях сообщения, , об энергетической базе и топливных ресурсах, о водоснабжении района работ, о развитии промышленности и сельского хозяйства, , о перспективах дальнейшего развития экономики района исследований.

Иллюстрациями к этой главе могут быть гипсометрическая карта или схема, аэрокосмоснимки, фотографии, графики, рисунки, зарисовки.

Геологическая, геофизическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая, геоэкологическая изученность включает краткий перечень основных исследований, проводившихся в районе работ. Дается краткий обзор каждого вида изученности, приводится критический анализ основных работ, основные результаты и возможность использования их при проектировании.

Глава сопровождается картограммой изученности, таблицей с основными результатами прошлых работ, схемами и т.п.

Геологическое строение включает описание стратиграфии и литологии, тектоники, геоморфологии, истории геологического развития, полезные ископаемые.

В разделе стратиграфия и литология приводится описание развитых в районе работ пород (от древних к молодым). Интрузивные образования и коры выветривания описываются отдельно в конце раздела. Для каждого стратиграфического подразделения указывается распространение, условия залегания, характеристика контактов, состав, крупность и форма минеральных образований, обломков, характер цемента, особенности пространственного изменения фаций и мощности, геохимические данные, фауна и флора.

Для скальных и полускальных пород особое внимание уделяется описанию трещиноватости (генезис, степень раскрытия, глубина и закономерность распространения), кавернозность, наличие заполнителя, количественные характеристики трещиноватости пород (модуль трещиноватости, модуль кусковатости, блочность, % раздробленного материала, RQD).

Для четвертичных отложений обязательным является описание генезиса, гранулометрического состава, состояния.

Глава иллюстрируется геологической картой, сводной стратиграфической колонкой, геологическими разрезами, фотографиями шлифов, образцов, обнажений, керна, диаграммами трещиноватости, зарисовками.

Тектоника начинается с привязки участка работ к крупным тектоническим структурам. дается тектоническое районирование, описываются развитые на участке работ структуры, их размеры и возраст, складчатые и разрывные нарушения, тектоническая трещиноватость. Характеризуется практическое значение тектоники

района для формирования коллекторских свойств или степени прочности горных пород, на активизацию физико-геологических процессов. Отмечается наличие и роль новейшей тектоники, современных тектонических движений, землетрясений в хозяйственном освоении территории.

Глава сопровождается тектонической схемой района (в тексте), диаграммами трещиноватости, зарисовками, фотографиями.

Геоморфология. В главе приводится систематическое описание всех выделенных на карте генетических типов и форм рельефа, условий их образования с характеристикой зависимости форм рельефа от состава пород, геолого-структурных и гидрогеологических особенностей района.

Большое внимание уделяется описанию неотектонических процессов, проявляющихся в районе. Подробно описываются речные долины, ледниковые и водно-ледниковые формы, указывается количество и типы террас, их ширина, высота и характер поверхности. Отмечается влияние геоморфологии района на глубину залегания, условия питания, циркуляции и разгрузки подземных вод.

В заключение дается краткое представление об истории развития рельефа и гидрографической сети, выводы о новейших тектонических движениях, и типе, характере, амплитудах, пространственной связи с древними структурами.

Описания иллюстрируются в тексте зарисовками, схемами, профилями долин, междуречий, фотографиями и аэрофотоснимками.

Глава сопровождается геоморфологической картой с нанесением на нее условными знаками современных физико-геологических явлений.

История геологического развития. В этой главе, на основе изложенного в предыдущих главах материала, описываются по отдельным этапам, от более древних к молодым, все стороны геологического развития исследованного района (осадко-накопление, тектоника, магматизм, метаморфизм, процессы континентального выветривания и т.д.), На основании фациально-литологического и тектонического анализов геологического разреза в исторической последовательности и взаимосвязи проводится восстановление физико-географической обстановки, условий седиментации и их изменений во времени. Глава должна явиться обоснованием для понимания современной картины гидрогеологических условий, развития физико-геологических процессов и особенностей физико-механических свойств пород.

Полезные ископаемые. В настоящем разделе дается краткая характеристика месторождений и проявлений полезных ископаемых на изучаемой площади, перспективы поисков и разведки месторождений (рудных, нерудных, техногенных полезных ископаемых, строительных материалов), роль гидрогеологических и гидрогеохимических методов в поисках полезных ископаемых.

Гидрогеологические условия. Если ВКР посвящена гидрогеологическим исследованиям, то настоящая глава должна быть изложена наиболее полно.

Описание гидрогеологических условий начинается с указания приуроченности района к определенной гидрогеологической структуре, водонапорной системе в соответствии с районированием России. Далее проводится конкретное описание

гидрогеологии района или участка работ, которое начинается с характеристики общей гидрогеологической стратификационной схемы, а затем производится детальное описание всех выделенных водоносных зон, комплексов и горизонтов в стратиграфической последовательности (от молодых к более древним) в следующем порядке:

1) приуроченность водоносных комплексов и горизонтов к тем или иным геологическим образованиям, их распространение, литологический состав, характер залегания и мощность, одновременно указывается наличие водоупорных горизонтов и подгоризонтов, их выдержанность в геологическом разрезе;

2) физические и водные свойства горных пород по данным лабораторных и полевых исследований;

3) гидравлический характер горизонтов, величины напоров, положение пьезометрической или свободной поверхности подземных вод;

4) фильтрационные свойства водоносных пород, расчет коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровне- и пьезопроводности, анализ зависимости дебитов от понижений;

5) характеристика водообильности водоносных горизонтов, комплексов, зон, определяемая фактическими данными по дебитам скважин, родников, колодцев;

6) химический, бактериологический и газовый состав подземных вод и оценка их пригодности для различных нужд народного хозяйства, агрессивность подземных вод;

7) области и условия питания, движения и разгрузки подземных вод, распространение напоров, особенности режима уровней, температуры и химического состава по данным сезонных, годовых и многолетних наблюдений;

8) взаимосвязь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водоемами;

9) практическое значение водоносного горизонта, сведения о запасах подземных вод, их восполняемости, об особенностях эксплуатации (для минеральных вод дается характеристика эксплуатации, каптажа, годовые изменения температуры, дебита, химического и газового состава).

В таком же порядке описываются все другие имеющиеся типы гидрогеологических подразделений как относительно водоупорные, так и водоупорные.

Кроме описания водоносных горизонтов, также в стратиграфической последовательности, в единой схеме описания всех выделенных подразделений характеризуются водоупорные породы, их литологический и гранулометрический состав, водные и физические свойства пород, фациальная изменчивость по простиранию и в вертикальном разрезе, изменения мощности, степень изолированности водоносных горизонтов друг от друга, от влияния поверхностных вод. При наличии такового, дается наиболее детальное описание регионального водоупора (водоупоров).

Отдельно описываются водопроницаемые, но практически безводные породы, указывается их распространение, мощность, фильтрационная способность, степень засоления. Кратко излагаются вопросы технологии и экономической эффективности использования подземных вод в народном хозяйстве, вопросы их охраны от загрязнения или истощения; описывается неблагоприятное влияние подземных вод на развитие

физико-геологических процессов и на условия строительства сооружений или эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Глава сопровождается гидрогеологической картой, гидрогеологическими разрезами, графиками химического состава воды и результатов опытных работ, геолого-гидрогеологической колонкой.

Инженерно-геологические условия. При составлении ВКР, связанной с решением инженерно-геологических задач, основной в разделе является настоящая глава.

В главе «инженерно-геологические условия» дается привязка описываемого участка к определенному инженерно-геологическому региону, области или району, согласно инженерно-геологическому районированию РФ. Достаточно подробно рассматриваются факторы, определяющие инженерно-геологические условия:

1) структурное положение и характер нарушенности горных пород тектоническими процессами;

2) геоморфологическое положение района (характер склонов и водоразделов, крутизна склонов);

3) инженерно-геологическая характеристика основных групп горных пород по инженерно-геологической классификации (физико-механические и водные свойства, степень выветривания, текстурно-структурные особенности, характер связей, анизотропия) по ГОСТ 25100. Более подробная характеристика дается специфическим грунтам в соответствии с СП 47.13330.

4) инженерно-геологические процессы и явления (факторы, определяющие их возникновение, приуроченность к различным формам рельефа, сезонность их действия, влияние на хозяйственное освоение территории, проектирование и строительство различных сооружений); описываются согласно СП 47.13330.

5) влияние климата на условия строительства в описываемом районе (глубина промерзания и оттаивания, количество атмосферных осадков, сезонность их выпадения);

6) гидрогеологические условия строительства в районе (уровень залегания грунтовых вод, наличие верховодки, агрессивность подземных вод).

В главе приводятся примеры влияния физико-геологических процессов на инженерные сооружения и на условия строительства в районе. Рассматриваются вопросы защиты инженерных сооружений от разрушения или примеры неблагоприятного воздействия сооружения на геологическую обстановку.

Глава сопровождается инженерно-геологической картой с колонкой и разрезами, фотоснимками, зарисовками, схемами. Основные показатели физико-механических свойств рекомендуется сводить в таблицу (размерность всех показателей должна приводится в системе «СИ»).

Геоэкологические условия. Кратко характеризуются природные и техногенные факторы, неблагоприятно влияющие на состояние окружающей среды района. Дается общий перечень актуальных для данного района направлений охраны природной среды (нерациональная разработка полезного ископаемого, загрязнение атмосферы, почв, грунтов, открытых водоемов и подземных вод, нарушение ландшафта и баланса территории и др.).

Указывается, какие конкретные меры охраны природы должны быть связаны со строительством и эксплуатацией народнохозяйственного объекта, которому посвящена тема ВКР.

В качестве примеров можно привести:

1) мероприятия по предотвращению загрязнений подземных вод при их эксплуатации, при искусственном пополнении запасов, при захоронении отходов и пр.;

2) мероприятия по борьбе с засолением и эрозией почв, с засолением подземных вод при орошении;

3) мероприятий для закрепления неустойчивых территорий, по предотвращению возникновения неблагоприятных физико-геологических процессов, мелиорация слабых грунтов;

4) мероприятия по сохранению устойчивости мерзлоты при строительстве в северных районах;

5) мероприятия по предотвращению подтопления территории.

Отмечаются вопросы охраны окружающей среды, актуальные непосредственно при ведении геологоразведочных работ, при инженерно-экологических изысканиях; указывается, что эти вопросы будут детально рассмотрены в специальной и проектной частях.

Основные документы, которыми следует руководствоваться: Градостроительный кодекс РФ, Закон РФ «О недрах» (от 08.02.95), Водный Кодекс РФ (от 18.10.95), Земельный кодекс РФ, Лесной кодекс РФ, СП 47.13330 и другие документы.

Глава сопровождается инженерно-экологической картой (современной или прогнозируемой) с фотоснимками, зарисовками, схемами.

В заключении по общей части ВКР оценивается полнота тех сведений, которые характеризуют район, и указываются вопросы, требующие выяснения в процессе проектируемых работ в зависимости от вида изысканий или исследований.

Специальная часть является весьма важным разделом проекта (работы), отражающим главное направление ВКР в целом и дающим научное и производственное обоснование проектируемых работ в районе исследованиям. В первых главах специальной части приводятся и анализируются результаты гидрогеологических,и инженерно-геологических и геоэкологических работ, выполненных на конкретном участке для обоснования объема проектируемых работ на конкретном объекте. В состав специальной части включается специальная глава, которая носит исследовательский или расчетный характер и является самостоятельной работой студента-дипломника.

В соответствии с темой ВКР схема построения текста специальной части различна.

Графика к специальной главе в каждом случае обсуждается с руководителем ВКР и может быть самого разнообразного содержания.

6. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ВКР ПО ГИДРОГЕОЛОГИИ

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки пресных подземных вод для целей водоснабжения города (поселка), комбината и т.п.

Гидрогеологическая разведка и режимные наблюдения при освоении … месторождения (указывается вид полезного ископаемого).

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки с целью осушения … месторождения (карьера, подземных горных выработок).

Гидрогеологические условия … и гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.

Гидрогеологические прогнозы в связи с отработкой … месторождения (указывается вид полезного ископаемого). Оценка ожидаемых водопритоков, обоснование дренажных мероприятий.

Гидрогеологические условия … и проект разведки минеральных вод на … участке.

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки промышленных вод на … участке.

Гидрогеологические условия … и гидродинамическое (технико-экономическое) обоснование оптимального варианта (водозабора) дренажа или расположения эксплуатационных скважин при отработке месторождений полезных ископаемых способом ПВ.

Гидрогеологические условия … и проект исследований на … массиве орошения.

Задачи мелиоративной гидрогеологии (прогноз режима подземных вод в районах мелиорации, обоснование мелиоративных систем).

Гидрогеологические условия и проект исследований при гидротехническом, гражданском и дорожном строительстве (оценка водопритоков и строительные котлованы, оценка фильтрационных потерь из водохранилищ и др.).

Гидрогеологические условия … района и оценка возможности захоронения промышленных стоков.

Гидрогеологические условия … района и обоснование схемы искусственного восполнения подземных вод на … месторождении.

Проблемы охраны и рационального использования подземных вод (прогноз процессов антропогенного загрязнения, обоснование зон санитарной охраны водозаборов и др.).

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки пресных подземных вод в районе распространения многолетней мерзлоты для целей водоснабжения.

Гидрогеологические условия … и проект исследования наледей как источника водоснабжения … (указывается объект).

7. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ВКР ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Общая инженерно-геологическая характеристика территории … и проект проведения государственной инженерно-геологической съемки на указанной территории в масштабе …

Инженерно-геологическая характеристика территории … (указывается наименование будущего города, промузла, промрайона) и проект изысканий для для подготовки документов территориального планирования.

Инженерно-геологическая характеристика … района и проект изысканий для выбора площадки строительства … (указывается объект).

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект в … районе) и проект изысканий в нем.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект изысканий для реконструкции объекта капитального стриотельства.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект исследований для уточнения имеющихся данных.

Предварительный расчет устойчивости откоса (котлована, карьера, подмываемого склона) и проект изысканий для уточнения имеющихся данных.

Предварительный расчет динамики (указывается изучаемый процесс) в … районе и проект изысканий и обоснования мер борьбы с … (указываются последствия неблагоприятного процесса).

Предварительный расчет … (указывается инженерно-геологический процесс) и проект дополнительных изысканий для разработки защитных мероприятий.

Требования к инженерно-геологическим условиям возведения … (наименование уникального сооружения), оценки возможных пунктов строительства и проект изысканий на … конкурентоспособных участках … (указываются участки).

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается наименование объекта) и проект специальных исследовательских работ … (указывается предмет исследований).

Инженерно-геологические условия участка … (указывается наименование и местоположение аварийного сооружения) и проект изысканий для обоснования методики ликвидации аварийного состояния сооружений.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект изысканий для обоснования методики закрепления слабых грунтов.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект режимных наблюдений и документации … (котлованов, тоннелей и т.п.) в процессе строительства.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект, район) и проект наблюдений при эксплуатации сооружения с целью защиты его от неблагоприятных процессов.

Типизация инженерно-геологических условий … района.

Изучение изменчивости факторов инженерно-геологических условий территории.

Проект проведения государственной мерзлотной съемки … территории в масштабе …

Мерзлотные и инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект, район) и проект наблюдений за состоянием массива грунтов с целью предотвращения деградации мерзлоты в основании сооружения.

Требования к качеству грунта земляного сооружения … (указывается объект, район) и проект геотехнического контроля в процессе строительства.

Требования к свойствам закрепляемого слабого грунта (указывается район, объект) и проект наблюдений за качеством выполняемых работ.

Инженерно-геологическая характеристика территории … (города, промузла, промрайона) и проект изучения изменений природной обстановки в процессе строительного основания территории.

8. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ВКР ПО ГЕОЭКОЛОГИИ

Краткая характеристика природных и антропогенных условий и геоэкологическая съемка территории … (М 1:10000 – 1:20000).

Краткая характеристика природных и антропогенных условий , проект комплексного мониторинга окружающей среды объекта.

Краткая характеристика природных и антропогенных услови , проект инженерно-экологический изысканий для подготовки документов территориального планирования.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий для выбора площадок строительства.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий при подготовке проектной документации

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий при строительстве зданий и сооружений.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий , проект инженерно-экологический изысканий при рекультивации нарушенных земель.

Проект литогеохимической съемки М 1:10000 – 1:50000 с целью оценки экологического состояния окружающей среды.

Проект снеговой съемки М 1:10000 – 1:50000.

Проект литогидрогеохимической съемки донных отложений М 1:50000 – 1:200000.

Геоэкологические исследования при различных видах инженерной деятельности.

Радиоактивное загрязнение геологической среды.

Оптимальные условия складированы твердых бытовых и промышленных отходов в конкретных геологических условиях.

Комплексный мониторинг окружающей (геологической) среды.

Геоэкологическое районирование территории.

Приведенные перечни не охватывают всего многообразия задач гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований, в связи с чем тема ВКР может быть сформулирована иначе.

9 ПРЕЗЕНТАЦИИ

Презентация ВКР выполняется с использованием программы Microsoft PowerPoint (полное название — Microsoft Office PowerPoint, от англ. power point — убедительный доклад) — программа подготовки презентаций и просмотра презентаций, являющаяся частью Microsoft Office и доступная в редакциях для операционных систем Microsoft Windows и macOS. Материалы, подготовленные с помощью PowerPoint предназначены для отображения на большом экране — через проектор, либо телевизионный экран большого размера.

Программа MS PowerPoint является специализированным средством автоматизации для создания и оформления презентаций, призванных наглядно представить работы исполнителя группе других людей. Программа обеспечивает разработку электронных документов особого рода, отличающихся комплексным мультимедийным содержанием и особыми возможностями воспроизведения. MS PowerPoint позволяет разрабатывать следующие документы:

- презентации, рассчитанные на распечатку на прозрачной пленке с целью их демонстрации через оптический проектор;
- презентации, рассчитанные на распечатку на 35-мм диапозитивной фотопленке с целью их демонстрации через оптический слайд-проектор;
- презентации, рассчитанные на воспроизведение через компьютерный проектор;
- материалы презентации для автономного показа на экране компьютера;
- материалы презентации для публикации в сетевом окружении с последующим автономным просмотром;
- материалы презентации для рассылки по электронной почте с последующим автономным просмотром адресатами;
- материалы презентации для распечатки на бумаге с целью последующей раздачи.

Любой документ MS PowerPoint представляет собой набор отдельных, но взаимосвязанных кадров, называемых слайдами. Каждый слайд в документе имеет собственный уникальный номер, присваиваемый по умолчанию в зависимости от места слайда. Последовательность слайдов в документе линейная. Слайды могут содержать объекты самого разного типа, например: фон, текст, таблицы, графические изображения и т.д. При этом на каждом слайде присутствует как минимум один объект - фон, который является обязательным элементом любого слайда.

Презентации являются обязательным приложением к ВКР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР (исследовательская работа)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

КАФЕДРА ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

«Утверждаю»
Зав.кафедрой ГИГГ,
проф. _____С. Н. Тагильцев
«___»_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР)

Студенту
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема ВКР:
утверждена приказом по университету № ___/___ от «____» _____20 ___ г.

2. Срок сдачи студентом ВКР "__" _____ 20___ г.
3. Исходные данные для выполнения ВКР: фондовая и опубликованная литература, материалы производственной практики.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки:
4.1. Общий раздел. …

4.2. Специальный раздел …
Цель исследований
Задачи исследований
Методы исследований
4.3.Результаты исследований
Внедрение исследований (со справкой от предприятия)

4.3. Экономический раздел
Расчет экономической эффективности от внедрения выполненных исследований

5. Графический материал

Геологическая карта района работ

Инженерно-геологическая или гидрогеологическая карта

Инженерно-геологические или гидрогеологические разрезы

Материалы, иллюстрирующие выполненные исследования

6. Консультанты по разделам дипломного проекта (работы)

Фамилия И.О. консультанта	Место работы, должность, ученая степень, звание	Раздел ВКР	Оценка консультанта, подпись
Макарова С.В.	Профессор каф. Экономики и менеджмента, канд. Эконом.наук, доцент	Экономический раздел	хорошо

Ф.И.О. руководителя ВКР
Оценка руководителя ВКР _____
7. График выполнения ВКР

Наименование раздела ВКР	
Общий раздел	15.03.2017
Специальный раздел	15.04.2017
Проектный раздел	10.05.2017
Экономический раздел	31.05.2017
Безопасность жизнедеятельности	31.05.2017

Дата выдачи задания «____» _____ 20___ г.

Руководитель ВКР
_____(подпись)

Задание на выполнение ВКР получил
_____(подпись)

Проверено по программе «Антиплагиат»_____

Примечание: Задание оформляется в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой выдается студенту и подшивается к печатной версии ВКР.

ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВКР
(при составлении проекта экологических, гидрогеологических, инженерно-геологических изысканий)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

КАФЕДРА ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

«Утверждаю»
Зав.кафедрой ГИГГ, проф.
_____С. Н. Тагильцев
«___»_____ 20___ г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР)

Студенту
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема ВКР
утверждена приказом по университету № ___/___ от «____» _____20 ___ г.

2. Срок сдачи студентом ВКР 01 июня 2017 г.
3. Исходные данные для ВКР: фондовая и опубликованная литература, материалы производственной практики.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки:
4.1. Общий раздел. …

4.2. Специальный раздел …

4.3. Проектный раздел. …

4.4. Экономический раздел Сметная стоимость проектируемых работ

4.5. Безопасность жизнедеятельности. …

5. Графический материал

Геологическая карта района работ

Инженерно-геологическая или гидрогеологическая карта
Инженерно-геологические или гидрогеологические разрезы
Схема (или карта) проектируемых работ
Лист к спецглаве (обязательно заполняется название листа)
Лист к проектной части (обязательно заполняется название листа)
Основные экономические показатели проектируемых работ

6. Консультанты по разделам ВКР

Фамилия И.О. консультанта	Место работы, должность, ученая степень, звание	Раздел ВКР	Оценка консультанта, подпись
1	2	3	4
Кралина Л.И.	Доцент кафедры ТТР	Буровые работы	хорошо
Кузин А.В.	Доцент кафедры Геофизики, канд.геол-мин.наук, доцент	Геофизические исследования	
Макарова С.В.	Профессор каф. Экономики и менеджмента, канд. Эконом.наук, доцент	Экономический раздел	

Ф.И.О. руководителя ВКР
Оценка руководителя ВКР _____

7. График выполнения ВКР

Наименование раздела ВКР	
Общий раздел	15.03.2017
Специальный раздел	15.04.2017
Проектный раздел	10.05.2017
Экономический раздел	31.05.2017
Безопасность жизнедеятельности	31.05.2017

Дата выдачи задания «____» _____ 20___ г.

Руководитель ВКР
_____(подпись)

Задание по ВКР получил
_____(подпись)

Проверено по программе «Антиплагиат»_____
Примечание: Задание оформляется в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой выдается студенту и подшивается к печатной версии ВКР.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ВКР

Министерство науки и образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО Уральский государственный горный университет

Институт геологии и геофизики

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ГИГ

_____С.Н.Тагильцев

«___» _____ 20___ г.

_____

(наименование выпускной квалификационной работы)

_____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Пояснительная записка

Руководитель ВКР

_____

(Фамилия И.О.)

_____

(подпись)

«___»_____ 20___ г.

Разработал студент гр. _____ _____

(Фамилия И.О.)

_____

(подпись)

«___» _____ 200 __ г.

Екатеринбург

20___ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ШТАМПА

МИНОБРНАУКИ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу
_____ С.А. Упоров

О.М.Гуман

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО СОСТАВЛЕНИЮ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.02

Б.3. Государственная итоговая аттестация

(указывается шифр и вид по учебному плану)

Направление (специальность) подготовки **21.05.02** Прикладная геология

Профиль (специализация) подготовки Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Квалификация (степень) выпускника горный инженер геолог
(бакалавр, магистр)

Форма обучения очная, заочная

Факультет Геологии и геофизики

Выпускающая(ие) кафедра(ы) Гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии (ГИГГ)

Екатеринбург, 2017 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ....3
1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....3
2. МЕСТО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ ООП ВО....3
3. ПОРЯДОК ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ....4
4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....5
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....8
6. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ГИДРОГЕОЛОГИИ....14
7. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ....15
8. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И РАБОТ ПО ГЕОЭКОЛОГИИ 17
9. ПРЕЗЕНТАЦИИ....17
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (РАБОТУ)....19
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА....23
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ШТАМПА....24

АННОТАЦИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

Методические указания по составлению дипломных проектов (работ)подготовлены в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», специализация «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания». Государственная итоговая аттестация - защита дипломного проекта (работы)- предполагает написание дипломного проекта (работы) в соответствии с требованиями, предъявляемыми к такого рода работам специалистами, защиту дипломного проекта (работы) на заседании комиссии ГАК под руководством ведущих производственников отрасли в регионе.

В процессе формирования специалиста дипломное проектирование играет большую роль, завершая процесс обучения в университете.

Методические указания содержат требования к содержанию дипломных проектов (работ), к их оформлению, к презентационным материалам, к порядку дипломного проектирования.

Дипломный проект состоит из пяти частей: общей, специальной, проектной, экономической, охрана труда при выполнении запроектированных работ.

Дипломная работа состоит из трех частей: общей, специальной, результативной.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Цели дипломного проектирования – выявление и закрепление теоретических и практических знаний, полученных студентами в университете, при составлении дипломного проекта (работы) и оценка степени подготовленности студента к самостоятельной работе в условиях современного производства.

Задачи дипломного проектирования:

1. Систематизация и расширение теоретических и практических знаний студентов по специальности и применение этих знаний при решении конкретных научных, производственных или экономических задач.
2. Приобретение практических навыков составления проектов (работ) по специальности.
3. Обучение основным приемам и методам проектирования, защиты результатов своей деятельности.
4. Приобретение опыта в составлении презентаций по теме дипломного проекта (работы).

2. МЕСТО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дипломное проектирование относится к модулю Б.3.- «Государственная итоговая аттестация» основной образовательной программы по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», специализации «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания».

3. ПОРЯДОК ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Дипломное проектирование начинается с выдачи дипломного задания по форме, приведенной в приложении 1. Тема дипломного проекта (работы)выбирается студентом-дипломником совместно с руководителем – преподаватель выпускающей кафедры, утверждается заведующим выпускающей кафедры, закрепление за студентом темы дипломного проекта (работы) оформляется приказом ректора. В приказ включаются только студенты полностью закончившие теоретический курс обучения, сдавшие все экзамены, зачеты и курсовые проекты, предусмотренные учебным планом и программой обучения.

Темы дипломных проектов должны носить научно-производственный характер и проект по степени обоснования и объему должен быть максимально приближен к проектам производственных организаций (или научно-техническим отчетам). В отдельных случаях, студентам, имеющим склонность к научным исследованиям, дипломный проект может быть заменен дипломной работой. Эта форма дипломного проектирования наиболее трудоемкая, но в то же время более творческая и интересная, она способствует подготовке научных сотрудников, исследователей в различных областях знаний.

В дипломной работе должны рассматриваться вопросы экономики, производиться расчеты оптимального варианта, определяться экономическая целесообразность применения новых методов. Экономическая целесообразность дипломной работы подтверждается справкой из производственных организаций, заинтересованных в результатах данной работы.

В ходе дипломирования студент имеет возможность консультироваться с преподавателями кафедр техники и технологии бурения, геофизики, экономики. Список преподавателей-консультантов предоставляется студентам в начале процесса дипломирования. По результатам консультаций составляются соответствующие разделы дипломных проектов. Оценка и подпись преподавателя-консультанта должны быть приведены в дипломном задании (приложение 1).

В течение первой недели дипломник разрабатывает и представляет руководителю календарный план работы над проектом на весь период дипломирования. Два раза в процессе дипломирования студент обязан отчитываться перед руководителем о ходе дипломного проектирования. В случае неподготовленности дипломника решается вопрос о продолжении процесса дипломирования или о допуске его к защите. Студен не выполнивший дипломный проект в срок по неуважительной причине отчисляется из университета за неуспеваемость, имеет право восстановиться в университете и защитить дипломный проект на следующий год. По окончанию университета ему выдается справка.

Законченный и набранный на компьютере, на одной стороне стандартного листа писчей бумаги дипломный проект подписывается дипломником и вместе с графическими приложениями и заключениями консультантов (по геофизическому, производственному и экономическому разделам), представляется на подпись ответственному руководителю проекта, который оценивает его.

Далее дипломный проект утверждается заведующим кафедрой и передается на отзыв представителям производства.

Ежегодно выпускающая кафедра подготавливает список рецензентов из специалистов профильных организаций, который утверждается ректором университета. Ответственный за дипломирование на выпускающей кафедре за четыре дня до защиты дипломного проекта направляет студентов к внешним рецензентам.

После положительной оценки дипломного проекта рецензентом он передается для защиты в Государственную аттестационную комиссию (ГАК).

Во время публичной защиты дипломник должен в лаконичной форме (в течение 15 мин.) доложить основные вопросы, разработанные в каждой части (разделе) дипломного проекта (работы). Доклад должен начинаться с названия темы и цели проектирования. После краткого исторического обзора состояния вопроса, рассматриваемого в проекте, освещаются основные разделы выполненной работы. Более подробно дипломник должен остановиться на рассмотрении специальной части проекта. Доклад заканчивается подробным анализом технико-экономических показателей проектируемых работ. Во время доклада необходимо постоянно обращаться к демонстрационной графике и представленной к защите коллекции образцов пород.

После доклада члены ГАКа задают вопросы, на которые нужно отвечать кратко, но исчерпывающе полно, тщательно продумав ответ. Также в сжатой форме должен быть построен ответ дипломника на замечания рецензента.

Государственная аттестационная комиссия на закрытом заседании рассматривает отзывы руководителя, рецензента, от производства, консультантов и после обсуждения результатов защиты выносит решение об оценке проекта (в случае разногласий между членами комиссии, вопрос решается голосованием) и присвоении квалификации горного инженера по специальности 21.05.02 Прикладная геология, профиль (специализация) подготовки Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

В отдельных случаях ГАК может рекомендовать дипломные проекты или их отдельные части для использования в промышленности или для опубликования в печати.

Студенту, получившему при защите неудовлетворительную оценку, разрешается повторная защита в следующую сессию, но на другую тему. Студент, не защитивший дипломного проекта и в следующую сессию получает свидетельство об окончании института с перечнем сданных дисциплин, но без присуждения квалификации инженера.

Все исходные материалы для дипломного проекта, а также негативы фотографий и микрофотографий, шлифы и полировки, каменный материал и др. студент обязан сдать на кафедру, дипломный проект сдается в архив института на бумаге и на кафедру на диске или другом внешнем накопителе USB в конверте, на котором подписывается название дипломного проекта (работы), год, группа, ФИО студента, выполнившего дипломный проект (работу).

4. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Дипломный проект оформляется в соответствии с ГОСТ 7.32-2001.

Структурные элементы дипломного проекта следующие:

- титульный лист;
- реферат;
- содержание;
- введение;
- общий раздел;
- специальный раздел;
- проектный раздел;
- экономический раздел;
- безопасность жизнедеятельности;
- заключение;
- список использованных источников;
- список текстовых приложений
- список графических (внетекстовых) приложений

Страницы текста диплома должны соответствовать формату А4 по ГОСТ 9327. Допускается представлять иллюстрации, таблицы и распечатки с ЭВМ на листах формата А3.

При написании текста должны быть поля: левое – не менее 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – по 20 мм.

Текст дипломного проекта делят на разделы, подразделы, пункты. Заголовки разделов пишут симметрично тексту прописными буквами, без подчеркивания. Перенос слов в заголовках не допускается, в конце страницы заголовки не помещают, точка в конце заголовка не ставится. Разделы должны иметь порядковую нумерацию в пределах всей работы и обозначаться арабскими цифрами с точкой в конце. Введение и заключение не нумеруются. Подразделы нумеруются арабскими цифрами в пределах каждого раздела, например: 2.3. (третий подраздел второго раздела); более дробные подразделения нумеруются в пределах разделов и подразделов, например 2.3.1. и т.д. (между цифрами и в конце номера ставятся точки). Страницы текста нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в верхнем правом углу. Титульный лист, дипломное задание входят в общую нумерацию, но номер страницы на них не ставят. Иллюстрации (таблицы, графики, рисунки), которые расположены на отдельных страницах, включаются в общую нумерацию страниц .

Таблицы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. В правом верхнем углу таблицы, перед ее заголовком помещается надпись «Таблица 2.1» (первая таблица второго раздела). При переносе части таблицы на другую страницу пишется «Продолжение табл. 2.1». Таблицу помещают в тексте сразу за первым упоминанием о ней. Если в одной и той же графе таблицы приводятся целые числа и числа с десятичными знаками, следует соответственно в целых числах дополнительно после запятой проставлять нули. Одинаковые цифры заменять кавычками не допускается. Отсутствие данных отмечается прочерком в графе.

Все иллюстрации в тексте именуются рисунками и нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела. Например: Рис. 2.1 (первый рисунок второго раздела). Иллюстрации должны быть расположены так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота текста или с поворотом по часовой стрелке.

Иллюстрации располагают после первой ссылки на них. Образец оформления:

Гидравлические насосы

а – коловратный; б – шестеренчатый

1 – корпус; 2 – входной патрубок; 3 – цилиндр; 4 – лопатки; 5 – выходной патрубок; 6 – пружина лопаток; 7 – шестерни; 8 – шарик; 9 – пружина клапана

рис. 2.1.

Формулы вписываются в текст с использованием кнопок вставка - формула. Формулы следует выделять из текста свободными строками, если уравнение не вмещается в одной строке, оно может быть перенесено после знаков равенства и знаков (+), (-), (х), (:). Пояснения значений символов в формулах следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают словом «где» без двоеточия.

Формулы нумеруются арабскими цифрами в пределах раздела. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы в разделе, разделенные точкой. Номер указывается с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках, например, (3.1) – первая формула третьего раздела.

Ссылки в тексте на источники литературы допускается приводить в подстрочном примечании или указывать порядковый номер по списку литературы, выделяя в квадратные скобки; ссылки на иллюстрации – указывается соответствующие номер иллюстрации, например: рис. 2.1. Аналогично даются ссылки на формулы: «… в формуле (3.1)…» и таблицы, например, «…в табл. 2.1 …». Если ссылки даются на таблицы, иллюстрации и др., помещенные в другом разделе текста, то указывается: «… см. табл. 1.3».

При оформлении списка литературы по каждому изданию указывается фамилия и инициалы автора (авторов), точное название, место издания, наименование издательства, год издания, количество страниц. Для журнальной статьи указываются фамилия и инициалы автора, название статьи, название журнала, год выпуска, номер журнала, страницы, занимаемые в журнале статьей. Список литературы должен включать только издания, использованные в работе, т.е. те, которые цитировались, на которые делались ссылки или которые послужили основой для формулирования точки зрения студента. Все цифры, цитаты и чертежи, заимствованные из литературных источников, следует снабдить обязательными ссылками на источник с полным описанием издания в списке использованной литературы. Список использованной литературы составляется в строго приоритетном порядке, начиная с нормативных правовых актов федерального уровня, индивидуальных и коллективных монографий, научных статей и т.д.- Вначале в алфавитном порядке указывается опубликованная отечественная литература, затем

рукописная и в конце списка – иностранная литература. Для каждого литературного источника приводятся данные: номера по порядку, фамилия и инициалы автора, полное наименование работы, место издания, название издательства, год и повторность издания, объем в страницах, для рукописей указывается место хранения.

Все приложенные к проекту чертежи на отдельных листах по своим форматам, условным обозначениям, раскраске, шрифтам и масштабам должны соответствовать существующим стандартам (представлять чертежи на листах произвольного размера не разрешается). Штампы на чертежах выполняются согласно приложению 3. Все графические приложения должны быть выполнены лично автором проекта, категорически запрещается передавать их выполнение другим лицам. При размещении карт в презентацию рекомендуется выполнить масштабирование рисунка в виде масштабной линейки. В конце дипломного проекта приводится список графических приложений.

Дипломный проект (работа) должны быть переплетены, переплет жесткий, записаны на диск в формате pdf или doc, dwg.

До сдачи на рецензирование заведующий кафедры назначает инженера кафедры для проверки текста дипломного проекта по программе «Антиплагиат». На бланки дипломного задания инженер ставит свою подпись.

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Титульный лист оформляется по образцу, приложение 2.

Реферат должен содержать:

сведения об объеме отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей отчета, количестве использованных источников;

перечень ключевых слов;

текст реферата.

[из п. 5.3.2 ГОСТ 7.32-2001]

Перечень ключевых слов должен включать от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста отчета, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые [из п. 5.3.2.1 ГОСТ 7.32-2001]

Текст реферата должен отражать:

объект исследования или разработки;

цель работы;

метод или методологию проведения работы;

результаты работы;

основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики;

степень внедрения;

рекомендации по внедрению или итоги внедрения результатов НИР;

область применения;

экономическую эффективность или значимость работы;
прогнозные предположения о развитии объекта исследования.

Структура дипломного проекта следующая:

- содержание;
- введение;
- общий раздел;
- специальный раздел;
- проектный раздел;
- экономический раздел;
- безопасность жизнедеятельности;
- заключение;
- список использованных источников;
- список текстовых приложений
- список графических (внетекстовых) приложений.

Содержание помещается в начале дипломного проекта (после дипломного задания). В нем указываются все разделы, подразделы и пр., имеющие самостоятельные заголовки. Указывается только страница, на которой начинается соответствующий раздел, подраздел.

Введение начинается с географического и административного положения района работ, полное наименование дипломного проекта с указанием цели запроектированных работ. Кратко описывается методика ранее проведенных работ, оцениваются их результаты, полнота исследований. Рассматриваются задачи, которые необходимо решить в результате проектируемых работ. Указывается организация, где студент проходил преддипломную практику, освещается характер работ, выполненных студентом самостоятельно. Указывается фамилия руководителей практики от производства и от кафедры (или факультета). В качестве иллюстрации к введению должна быть приложена мелкомасштабная обзорная карта (географическая или геологическая), на которую наносятся границы запроектированных работ.

Общий раздел включает физико-географическое описание района работ, геологическую, геофизическую, гидрогеологическую и инженерно-геологическую изученность, геологическое строение, гидрогеологические условия, инженерно-геологические условия, геоэкологические условия района проектируемых работ.

Физико-географическое описание начинается с характеристики административного положения участка проектируемых работ и экономики района.

Далее идет характеристика рельефа, где отмечается степень расчлененности рельефа, наиболее характерные абсолютные и относительные отметки поверхности, превышения основных форм рельефа над долинами рек (глубина вреза), описывается перечень террас, степень обнаженности и дренированности района работ.

Гидрографическая характеристика включает описание рек и озер, сведения о величине поверхностного стока (коэффициенты и модуль стока, объем стока), о качестве поверхностных вод, о водоохранных зонах, категории водотока или водоема.

В характеристике климатических условий приводятся следующие данные: температура воздуха, атмосферные осадки, влажность воздуха, атмосферное давление, господствующее направление ветров. Испарение и испаряемость, глубина сезонного промерзания, наличие многолетней мерзлоты, ее распространение, мощность, характер появления на поверхности земли. Все фактические данные по климату, как правило, приводятся в виде таблиц, графиков среднегодовых и среднемесячных значений за многолетний период.

Промышленно-экономическая характеристика включает данные о населенности района работ, обеспеченности предприятий местной рабочей силой, о путях сообщения, , об энергетической базе и топливных ресурсах, о водоснабжении района работ, о развитии промышленности и сельского хозяйства, , о перспективах дальнейшего развития экономики района исследований.

Иллюстрациями к этой главе могут быть гипсометрическая карта или схема, аэрокосмоснимки, фотографии, графики, рисунки, зарисовки.

Геологическая, геофизическая, гидрогеологическая, инженерно-геологическая, геоэкологическая изученность включает краткий перечень основных исследований, проводившихся в районе работ. Дается краткий обзор каждого вида изученности, приводится критический анализ основных работ, основные результаты и возможность использования их при проектировании.

Глава сопровождается картограммой изученности, таблицей с основными результатами прошлых работ, схемами и т.п.

Геологическое строение включает описание стратиграфии и литологии, тектоники, геоморфологии, истории геологического развития, полезные ископаемые.

В разделе стратиграфия и литология приводится описание развитых в районе работ пород (от древних к молодым). Интрузивные образования и коры выветривания описываются отдельно в конце раздела. Для каждого стратиграфического подразделения указывается распространение, условия залегания, характеристика контактов, состав, крупность и форма минеральных образований, обломков, характер цемента, особенности пространственного изменения фаций и мощности, геохимические данные, фауна и флора.

Для скальных и полускальных пород особое внимание уделяется описанию трещиноватости (генезис, степень раскрытия, глубина и закономерность распространения), кавернозность, наличие заполнителя, количественные характеристики трещиноватости пород (модуль трещиноватости, модуль кусковатости, блочность, % раздробленного материала, RQD).

Для четвертичных отложений обязательным является описание генезиса, гранулометрического состава, состояния.

Глава иллюстрируется геологической картой, сводной стратиграфической колонкой, геологическими разрезами, фотографиями шлифов, образцов, обнажений, керна, диаграммами трещиноватости, зарисовками.

Тектоника начинается с привязки участка работ к крупным тектоническим структурам. дается тектоническое районирование, описываются развитые на участке работ структуры, их размеры и возраст, складчатые и разрывные нарушения, тектоническая трещиноватость. Характеризуется практическое значение тектоники

района для формирования коллекторских свойств или степени прочности горных пород, на активизацию физико-геологических процессов. Отмечается наличие и роль новейшей тектоники, современных тектонических движений, землетрясений в хозяйственном освоении территории.

Глава сопровождается тектонической схемой района (в тексте), диаграммами трещиноватости, зарисовками, фотографиями.

Геоморфология. В главе приводится систематическое описание всех выделенных на карте генетических типов и форм рельефа, условий их образования с характеристикой зависимости форм рельефа от состава пород, геолого-структурных и гидрогеологических особенностей района.

Большое внимание уделяется описанию неотектонических процессов, проявляющихся в районе. Подробно описываются речные долины, ледниковые и водно-ледниковые формы, указывается количество и типы террас, их ширина, высота и характер поверхности. Отмечается влияние геоморфологии района на глубину залегания, условия питания, циркуляции и разгрузки подземных вод.

В заключение дается краткое представление об истории развития рельефа и гидрографической сети, выводы о новейших тектонических движениях, и типе, характере, амплитудах, пространственной связи с древними структурами.

Описания иллюстрируются в тексте зарисовками, схемами, профилями долин, междуречий, фотографиями и аэрофотоснимками.

Глава сопровождается геоморфологической картой с нанесением на нее условными знаками современных физико-геологических явлений.

История геологического развития. В этой главе, на основе изложенного в предыдущих главах материала, описываются по отдельным этапам, от более древних к молодым, все стороны геологического развития исследованного района (осадко-накопление, тектоника, магматизм, метаморфизм, процессы континентального выветривания и т.д.), На основании фациально-литологического и тектонического анализов геологического разреза в исторической последовательности и взаимосвязи проводится восстановление физико-географической обстановки, условий седиментации и их изменений во времени. Глава должна явиться обоснованием для понимания современной картины гидрогеологических условий, развития физико-геологических процессов и особенностей физико-механических свойств пород.

Полезные ископаемые. В настоящем разделе дается краткая характеристика месторождений и проявлений полезных ископаемых на изучаемой площади, перспективы поисков и разведки месторождений (рудных, нерудных, техногенных полезных ископаемых, строительных материалов), роль гидрогеологических и гидрогеохимических методов в поисках полезных ископаемых.

Гидрогеологические условия. Если дипломный проект (работа) посвящен гидрогеологическим исследованиям, то настоящая глава должна быть изложена наиболее полно.

Описание гидрогеологических условий начинается с указания приуроченности района к определенной гидрогеологической структуре, водонапорной системе в соответствии с районированием России. Далее проводится конкретное описание

гидрогеологии района или участка работ, которое начинается с характеристики общей гидрогеологической стратификационной схемы, а затем производится детальное описание всех выделенных водоносных зон, комплексов и горизонтов в стратиграфической последовательности (от молодых к более древним) в следующем порядке:

1) приуроченность водоносных комплексов и горизонтов к тем или иным геологическим образованиям, их распространение, литологический состав, характер залегания и мощность, одновременно указывается наличие водоупорных горизонтов и подгоризонтов, их выдержанность в геологическом разрезе;

2) физические и водные свойства горных пород по данным лабораторных и полевых исследований;

3) гидравлический характер горизонтов, величины напоров, положение пьезометрической или свободной поверхности подземных вод;

4) фильтрационные свойства водоносных пород, расчет коэффициентов фильтрации, водопроводимости, уровне- и пьезопроводности, анализ зависимости дебитов от понижений;

5) характеристика водообильности водоносных горизонтов, комплексов, зон, определяемая фактическими данными по дебитам скважин, родников, колодцев;

6) химический, бактериологический и газовый состав подземных вод и оценка их пригодности для различных нужд народного хозяйства, агрессивность подземных вод;

7) области и условия питания, движения и разгрузки подземных вод, распространение напоров, особенности режима уровней, температуры и химического состава по данным сезонных, годовых и многолетних наблюдений;

8) взаимосвязь водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водоемами;

9) практическое значение водоносного горизонта, сведения о запасах подземных вод, их восполняемости, об особенностях эксплуатации (для минеральных вод дается характеристика эксплуатации, каптажа, годовые изменения температуры, дебита, химического и газового состава).

В таком же порядке описываются все другие имеющиеся типы гидрогеологических подразделений как относительно водоупорные, так и водоупорные.

Кроме описания водоносных горизонтов, также в стратиграфической последовательности, в единой схеме описания всех выделенных подразделений характеризуются водоупорные породы, их литологический и гранулометрический состав, водные и физические свойства пород, фациальная изменчивость по простиранию и в вертикальном разрезе, изменения мощности, степень изолированности водоносных горизонтов друг от друга, от влияния поверхностных вод. При наличии такового, дается наиболее детальное описание регионального водоупора (водоупоров).

Отдельно описываются водопроницаемые, но практически безводные породы, указывается их распространение, мощность, фильтрационная способность, степень засоления. Кратко излагаются вопросы технологии и экономической эффективности использования подземных вод в народном хозяйстве, вопросы их охраны от загрязнения или истощения; описывается неблагоприятное влияние подземных вод на развитие

физико-геологических процессов и на условия строительства сооружений или эксплуатации месторождений полезных ископаемых.

Глава сопровождается гидрогеологической картой, гидрогеологическими разрезами, графиками химического состава воды и результатов опытных работ, геолого-гидрогеологической колонкой.

Инженерно-геологические условия. При составлении дипломного проекта, связанного с решением инженерно-геологических задач, основной в разделе является настоящая глава.

В главе «инженерно-геологические условия» дается привязка описываемого участка к определенному инженерно-геологическому региону, области или району, согласно инженерно-геологическому районированию РФ. Достаточно подробно рассматриваются факторы, определяющие инженерно-геологические условия:

1) структурное положение и характер нарушенности горных пород тектоническими процессами;

2) геоморфологическое положение района (характер склонов и водоразделов, крутизна склонов);

3) инженерно-геологическая характеристика основных групп горных пород по инженерно-геологической классификации (физико-механические и водные свойства, степень выветривания, текстурно-структурные особенности, характер связей, анизотропия) по ГОСТ 25100. Более подробная характеристика дается специфическим грунтам в соответствии с СП 47.13330.

4) инженерно-геологические процессы и явления (факторы, определяющие их возникновение, приуроченность к различным формам рельефа, сезонность их действия, влияние на хозяйственное освоение территории, проектирование и строительство различных сооружений); описываются согласно СП 47.13330.

5) влияние климата на условия строительства в описываемом районе (глубина промерзания и оттаивания, количество атмосферных осадков, сезонность их выпадения);

6) гидрогеологические условия строительства в районе (уровень залегания грунтовых вод, наличие верховодки, агрессивность подземных вод).

В главе приводятся примеры влияния физико-геологических процессов на инженерные сооружения и на условия строительства в районе. Рассматриваются вопросы защиты инженерных сооружений от разрушения или примеры неблагоприятного воздействия сооружения на геологическую обстановку.

Глава сопровождается инженерно-геологической картой с колонкой и разрезами, фотоснимками, зарисовками, схемами. Основные показатели физико-механических свойств рекомендуется сводить в таблицу (размерность всех показателей должна приводится в системе «СИ»).

Геоэкологические условия. Кратко характеризуются природные и техногенные факторы, неблагоприятно влияющие на состояние окружающей среды района. Дается общий перечень актуальных для данного района направлений охраны природной среды (нерациональная разработка полезного ископаемого, загрязнение атмосферы, почв, грунтов, открытых водоемов и подземных вод, нарушение ландшафта и баланса территории и др.).

Указывается какие конкретные меры охраны природы должны быть связаны со строительством и эксплуатацией народнохозяйственного объекта, которому посвящена тема дипломного проекта.

В качестве примеров можно привести:

1) мероприятия по предотвращению загрязнений подземных вод при их эксплуатации, при искусственном пополнении запасов, при захоронении отходов и пр.;

2) мероприятия по борьбе с засолением и эрозией почв, с засолением подземных вод при орошении;

3) мероприятий для закрепления неустойчивых территорий, по предотвращению возникновения неблагоприятных физико-геологических процессов, мелиорация слабых грунтов;

4) мероприятия по сохранению устойчивости мерзлоты при строительстве в северных районах;

5) мероприятия по предотвращению подтопления территории.

Отмечаются вопросы охраны окружающей среды, актуальные непосредственно при ведении геологоразведочных работ, при инженерно-экологических изысканиях; указывается, что эти вопросы будут детально рассмотрены в специальной и проектной частях.

Основные документы, которыми следует руководствоваться: Градостроительный кодекс РФ, Закон РФ «О недрах» (от 08.02.95), Водный Кодекс РФ (от 18.10.95), Земельный кодекс РФ, Лесной кодекс РФ, СП 47.13330 и другие документы.

Глава сопровождается инженерно-экологической картой (современной или прогнозируемой) с фотоснимками, зарисовками, схемами.

В заключении по общей части дипломного проекта оценивается полнота тех сведений, которые характеризуют район, и указываются вопросы, требующие выяснения в процессе проектируемых работ в зависимости от вида изысканий или исследований.

Специальная часть является весьма важным разделом проекта (работы), отражающим главное направление дипломного проекта в целом и дающим научное и производственное обоснование проектируемых работ в районе исследованиям. В первых главах специальной части приводятся и анализируются результаты гидрогеологических,и инженерно-геологических и геоэкологических работ, выполненных на конкретном участке для обоснования объема проектируемых работ на конкретном объекте. В состав специальной части включается специальная глава, которая носит исследовательский или расчетный характер и является самостоятельной работой студента-дипломника.

В соответствии с темой дипломного проекта схема построения текста специальной части различна.

Графика к специальной главе в каждом случае обсуждается с руководителем проектирования и может быть самого разнообразного содержания.

6. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ГИДРОГЕОЛОГИИ

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки пресных подземных вод для целей водоснабжения города (поселка), комбината и т.п.

Гидрогеологическая разведка и режимные наблюдения при освоении … месторождения (указывается вид полезного ископаемого).

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки с целью осушения … месторождения (карьера, подземных горных выработок).

Гидрогеологические условия … и гидрогеохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых.

Гидрогеологические прогнозы в связи с отработкой … месторождения (указывается вид полезного ископаемого). Оценка ожидаемых водопритоков, обоснование дренажных мероприятий.

Гидрогеологические условия … и проект разведки минеральных вод на … участке.

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки промышленных вод на … участке.

Гидрогеологические условия … и гидродинамическое (технико-экономическое) обоснование оптимального варианта (водозабора) дренажа или расположения эксплуатационных скважин при отработке месторождений полезных ископаемых способом ПВ.

Гидрогеологические условия … и проект исследований на … массиве орошения.

Задачи мелиоративной гидрогеологии (прогноз режима подземных вод в районах мелиорации, обоснование мелиоративных систем).

Гидрогеологические условия и проект исследований при гидротехническом, гражданском и дорожном строительстве (оценка водопритоков и строительные котлованы, оценка фильтрационных потерь из водохранилищ и др.).

Гидрогеологические условия … района и оценка возможности захоронения промышленных стоков.

Гидрогеологические условия … района и обоснование схемы искусственного восполнения подземных вод на … месторождении.

Проблемы охраны и рационального использования подземных вод (прогноз процессов антропогенного загрязнения, обоснование зон санитарной охраны водозаборов и др.).

Гидрогеологические условия … и проект предварительной (детальной) разведки пресных подземных вод в районе распространения многолетней мерзлоты для целей водоснабжения.

Гидрогеологические условия … и проект исследования наледей как источника водоснабжения … (указывается объект).

7. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ

Общая инженерно-геологическая характеристика территории … и проект проведения государственной инженерно-геологической съемки на указанной территории в масштабе …

Инженерно-геологическая характеристика территории … (указывается наименование будущего города, промузла, промрайона) и проект изысканий для для подготовки документов территориального планирования.

Инженерно-геологическая характеристика … района и проект изысканий для выбора площадки строительства … (указывается объект).

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект в … районе) и проект изысканий в нем.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект изысканий для реконструкции объекта капитального стриотельства.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект исследований для уточнения имеющихся данных.

Предварительный расчет устойчивости откоса (котлована, карьера, подмываемого склона) и проект изысканий для уточнения имеющихся данных.

Предварительный расчет динамики (указывается изучаемый процесс) в … районе и проект изысканий и обоснования мер борьбы с … (указываются последствия неблагоприятного процесса).

Предварительный расчет … (указывается инженерно-геологический процесс) и проект дополнительных изысканий для разработки защитных мероприятий.

Требования к инженерно-геологическим условиям возведения … (наименование уникального сооружения), оценки возможных пунктов строительства и проект изысканий на … конкурентоспособных участках … (указываются участки).

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается наименование объекта) и проект специальных исследовательских работ … (указывается предмет исследований).

Инженерно-геологические условия участка … (указывается наименование и местоположение аварийного сооружения) и проект изысканий для обоснования методики ликвидации аварийного состояния сооружений.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект изысканий для обоснования методики закрепления слабых грунтов.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается район, объект) и проект режимных наблюдений и документации … (котлованов, тоннелей и т.п.) в процессе строительства.

Инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект, район) и проект наблюдений при эксплуатации сооружения с целью защиты его от неблагоприятных процессов.

Типизация инженерно-геологических условий … района.

Изучение изменчивости факторов инженерно-геологических условий территории.

Проект проведения государственной мерзлотной съемки … территории в масштабе …

Мерзлотные и инженерно-геологические условия строительства … (указывается объект, район) и проект наблюдений за состоянием массива грунтов с целью предотвращения деградации мерзлоты в основании сооружения.

Требования к качеству грунта земляного сооружения … (указывается объект, район) и проект геотехнического контроля в процессе строительства.

Требования к свойствам закрепляемого слабого грунта (указывается район, объект) и проект наблюдений за качеством выполняемых работ.

Инженерно-геологическая характеристика территории … (города, промузла, промрайона) и проект изучения изменений природной обстановки в процессе строительного основания территории.

8. ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И РАБОТ ПО ГЕОЭКОЛОГИИ

Краткая характеристика природных и антропогенных условий и геоэкологическая съемка территории … (М 1:10000 – 1:20000).

Краткая характеристика природных и антропогенных условий , проект комплексного мониторинга окружающей среды объекта.

Краткая характеристика природных и антропогенных услови , проект инженерно-экологический изысканий для подготовки документов территориального планирования.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий для выбора площадок строительства.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий при подготовке проектной документации

Краткая характеристика природных и антропогенных условий, проект инженерно-экологический изысканий при строительстве зданий и сооружений.

Краткая характеристика природных и антропогенных условий , проект инженерно-экологический изысканий при рекультивации нарушенных земель.

Проект литогеохимической съемки М 1:10000 – 1:50000 с целью оценки экологического состояния окружающей среды.

Проект снеговой съемки М 1:10000 – 1:50000.

Проект литогидрогеохимической съемки донных отложений М 1:50000 – 1:200000.

Геоэкологические исследования при различных видах инженерной деятельности.

Радиоактивное загрязнение геологической среды.

Оптимальные условия складированы твердых бытовых и промышленных отходов в конкретных геологических условиях.

Комплексный мониторинг окружающей (геологической) среды.

Геоэкологическое районирование территории.

Приведенные перечни не охватывают всего многообразия задач гидрогеологических, инженерно-геологических и геоэкологических исследований, в связи с чем тема дипломного проекта может быть сформулирована иначе.

9. ПРЕЗЕНТАЦИИ

Презентация дипломного проекта выполняется с использованием программы Microsoft PowerPoint (полное название — Microsoft Office PowerPoint, от англ. power point — убедительный доклад) — программа подготовки презентаций и просмотра презентаций, являющаяся частью Microsoft Office и доступная в редакциях для операционных систем Microsoft Windows и macOS. Материалы, подготовленные с помощью PowerPoint предназначены для отображения на большом экране — через проектор, либо телевизионный экран большого размера.

Программа MS PowerPoint является специализированным средством автоматизации для создания и оформления презентаций, призванных наглядно представить работы исполнителя группе других людей. Программа обеспечивает разработку электронных документов особого рода, отличающихся комплексным мультимедийным содержанием и особыми возможностями воспроизведения. MS PowerPoint позволяет разрабатывать следующие документы:

- презентации, рассчитанные на распечатку на прозрачной пленке с целью их демонстрации через оптический проектор;
- презентации, рассчитанные на распечатку на 35-мм диапозитивной фотопленке с целью их демонстрации через оптический слайд-проектор;
- презентации, рассчитанные на воспроизведение через компьютерный проектор;
- материалы презентации для автономного показа на экране компьютера;
- материалы презентации для публикации в сетевом окружении с последующим автономным просмотром;
- материалы презентации для рассылки по электронной почте с последующим автономным просмотром адресатами;
- материалы презентации для распечатки на бумаге с целью последующей раздачи.

Любой документ MS PowerPoint представляет собой набор отдельных, но взаимосвязанных кадров, называемых слайдами. Каждый слайд в документе имеет собственный уникальный номер, присваиваемый по умолчанию в зависимости от места слайда. Последовательность слайдов в документе линейная. Слайды могут содержать объекты самого разного типа, например: фон, текст, таблицы, графические изображения и т.д. При этом на каждом слайде присутствует как минимум один объект - фон, который является обязательным элементом любого слайда.

Презентации являются обязательным приложением к дипломному проекту.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ФОРМА ЗАДАНИЯ НА ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ (РАБОТУ)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

КАФЕДРА ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

«Утверждаю»
Зав.кафедрой ГИГ, проф.
_____С. Н. Тагильцев
«___»_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
НА ДИПЛОМНУЮ РАБОТУ

Студенту
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема дипломного проекта (работы)
утверждена приказом по университету № ___/___ от «____» _____20 ___ г.

2. Срок сдачи студентом дипломного проекта (работы) 01 июня 2017 г.
3. Исходные данные к дипломному проекту (работе): фондовая и опубликованная литература, материалы производственной практики.
4. Содержание расчетно-пояснительной записки:
4.1. Общий раздел. …

4.2. Специальный раздел …
Цель исследований
Задачи исследований
Методы исследований
4.3.Результаты исследований
Внедрение исследований (со справкой от предприятия)

4.3. Экономический раздел Расчет экономической эффективности от внедрения выполненных исследований

5. Графический материал

Геологическая карта района работ

Инженерно-геологическая или гидрогеологическая карта

Инженерно-геологические или гидрогеологические разрезы

Материалы, иллюстрирующие выполненные исследования

6. Консультанты по разделам дипломного проекта (работы)

Фамилия И.О. консультанта	Место работы, должность, ученая степень, звание	Раздел дипломного проекта (работы)	Оценка консультанта, подпись
Макарова С.В.	Профессор каф. Экономики и менеджмента, канд. Эконом.наук, доцент	Экономический раздел	хорошо

Ф.И.О. руководителя дипломного проекта (работы)
Оценка руководителя дипломной работы _____
7. График выполнения дипломного проекта (работы)

Наименование раздела дипломного проекта (работы)	
Общий раздел	15.03.2017
Специальный раздел	15.04.2017
Проектный раздел	10.05.2017
Экономический раздел	31.05.2017
Безопасность жизнедеятельности	31.05.2017

Дата выдачи задания «____» _____ 20___ г.

Руководитель дипломного проекта (работы)
_____(подпись)

Задание по дипломному проектированию получил
_____(подпись)

Проверено по программе «Антиплагиат»_____

Примечание: Задание оформляется в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой выдается студенту и подшивается к расчетно-пояснительной записке.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

КАФЕДРА ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

«Утверждаю»
Зав.кафедрой ГИГ, проф.
_____С. Н. Тагильцев
«___»_____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ
ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Студенту
(фамилия, имя, отчество полностью)

1. Тема дипломного проекта (работы)
утверждена приказом по университету № ___/___ от «____» _____20 ___ г.

2. Срок сдачи студентом дипломного проекта (работы) 01 июня 2017 г.

3. Исходные данные к дипломному проекту (работе): фондовая и опубликованная литература, материалы производственной практики.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки:

4.1. Общий раздел. …

4.2. Специальный раздел …

4.3. Проектный раздел. …

4.4. Экономический раздел Сметная стоимость проектируемых работ

4.5. Безопасность жизнедеятельности. …

5. Графический материал

Геологическая карта района работ

Инженерно-геологическая или гидрогеологическая карта
Инженерно-геологические или гидрогеологические разрезы
Схема (или карта) проектируемых работ
Лист к спецглаве (обязательно заполняется название листа)
Лист к проектной части (обязательно заполняется название листа)
Основные экономические показатели проектируемых работ

6. Консультанты по разделам дипломного проекта (работы)

Фамилия И.О. консультанта	Место работы, должность, ученая степень, звание	Раздел дипломного проекта (работы)	Оценка консультанта, подпись
1	2	3	4
Кралина Л.И.	Доцент кафедры ТТР	Буровые работы	хорошо
Кузин А.В.	Доцент кафедры Геофизики, канд.геол-мин.наук, доцент	Геофизические исследования	
Макарова С.В.	Профессор каф. Экономики и менеджмента, канд. Эконом.наук, доцент	Экономический раздел	

Ф.И.О. руководителя дипломного проекта (работы)
Оценка руководителя дипломного проекта _____

7. График выполнения дипломного проекта (работы)

Наименование раздела дипломного проекта (работы)	
Общий раздел	15.03.2017
Специальный раздел	15.04.2017
Проектный раздел	10.05.2017
Экономический раздел	31.05.2017
Безопасность жизнедеятельности	31.05.2017

Дата выдачи задания «____» _____ 20___ г.

Руководитель дипломного проекта (работы)
_____(подпись)

Задание по дипломному проектированию получил
_____(подпись)

Проверено по программе «Антиплагиат»_____
Примечание: Задание оформляется в 2-х экземплярах, один из которых хранится на кафедре, другой выдается студенту и подшивается к расчетно-пояснительной записке.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Министерство науки и образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО Уральский государственный горный университет

Институт геологии и геофизики

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой ГИГ

_____С.Н.Тагильцев

«___» _____ 200__ г.

_____

(наименование темы дипломного проекта)

_____

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Пояснительная записка

Руководитель дипломного проектирования

_____
(Фамилия И.О.)

_____
(подпись)

«___»_____ 200__ г.

Разработал студент гр. _____

_____
(Фамилия И.О.)

_____
(подпись)

«___» _____ 200 __ г.

Екатеринбург

200__ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ОБРАЗЕЦ ШТАМПА

Методические указания
по составлению дипломных проектов (работ) для студентов специальности 080300 – «Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания» (ГИГ)

Составил Гуман О.М.

2-е издание, исправленное

Корректура кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии

Подписано в печать
Бумага писчая. Формат бумаги 60х84 1/16. Печать на ризографе
Печ.л 1,8 Уч.-изд.л. 1,5 Тираж 100 экз. Заказ № _____

Издательство УГГУ
620144, г.Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
Уральский государственный горный университет
Лаборатория множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИЙ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А. Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.01 ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Специальность
21.05.02 Прикладная геология

Специализация
Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией
Управления персоналом	Факультета геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А.	Вандышева К.В
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 10.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

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
Иинформационные 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 серьёзный, 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 зависимое 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		№		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		

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				ПО	
	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 заданиями без посторонней помо-		28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляется плохо.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		щи.			
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 ошибки. Прислушивается к замечаниям.	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет знать и исправлять свои недостатки.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции		№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
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 про-

стым 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-синтетичесокое преобразование информации и создание нового текста. Реферат не должен превращаться в «ползанье» 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 илина соискание ученой степени.

Типовой план для написания рецензии и отзывов:

1. Предмет анализа: *В работе автора…; В рецензируемой работе…; В предмете ана*лиза…

2. Актуальность темы: Работа посвящена актуальной теме…; Актуальность темы обусловлена…; Актуальность темы не вызывает сомнений (вполне очевидна)…

3. Формулировака 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 одежки (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 остановлюсь 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»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.А.Упоров

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Специальность

21.05.02 Прикладная геология

Специализация

Поиски и разведка подземных вод и инженерно-геологические изыскания

Одобрены на заседании кафедры	Рассмотрены методической комиссией факультета
Управления персоналом	Факультета геологии и геофизики
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой Ветош-	Председатель
(подпись)	*(подпись)*
Ветошкина Т.А	Вандышева К.С
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 10.09.2023	Протокол № 2 от 20.10.2023
(Дата)	*(Дата)*

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;
- развитияисследовательских 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 студентовonline 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 алгоритмизации [1] . Формально можновыделить следующиеэтапы:

- ознакомление студентовс 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.

---

[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 эффектна, 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 избегать 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, имеющихся 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 указанияпо 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 избегать 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 дляосвещения 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[2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубинаответа.
3. Сознательность ответа(учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложенияматериала (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. Своевременностьи эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использованиедополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2]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)[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.

[3]Методические 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 помощь 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 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 неусвоенной, 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 неутомительный 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 ни 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 и 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 нормальным 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. Правильнаяорганизация 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) систематическаясамостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестноевыполнение заданий;

3) выяснениеи 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 в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

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