МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.06 НЕФТЕГАЗОВЫЕ ПРОВИНЦИИ МИРА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация:

Сейсморазведка

Автор: Устьянцева Н.В.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 43D659E81F59110FB2CEBF5795FF2768
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 20.08.2025 до 13.11.2026

Екатеринбург

Введение

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

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [6];
- ✓ подготовка зачету;

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 вопросам нефтегазогеологического районирования;

– 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 следующем разделе указаний приведена развернутая программа дисциплины «Нефтегазовые провинции мира». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с Учебной программой курса [6]. 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, 2]. Для углубленного освоения темы рекомендуется дополнительная литература [3, 4, 5]. 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, 2] 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: Нефтегазогеологическое районирование. [1, с. 12-22].

Основные структурные элементы поверхности фундамента и осадочного чехла провинций. Классификация нефтегазоносных территорий. Нефтегазогеологическое районирование территории России и зарубежных стран.

Дополнительная литература: [2, 3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Каковы основные единицы нефтегазогеологического районирования?
2. Дайте определение нефтегазоносной провинции и нефтегазоносного бассейна.
3. Какие нефтегазоносные провинции находятся в пределах древних платформ?
4. К каким крупным геоструктурным элементам земной коры приурочены нефтегазоносные провинции молодых платформ?
5. К каким крупным геоструктурным элементам приурочены нефтегазоносные провинции переходных территорий?

Тема 2: Нефтегазоносные провинции России: древних и молодых платформ. [1, 2].

Нефтегазоносные провинции древних платформ. Восточно-Европейская и Сибирская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные провинции молодых платформ. Западно-Сибирская, Предкавказско-Крымская, Туранская платформы: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Назовите НГК и НГО Тимано-Печорской провинции.
2. Какие НГК Тимано-Печорской провинции имеют основное промышленное значение и в чем их различие?
3. Назовите НГК и НГО Волго-Уральской провинции.
4. Каковы особенности тектонического строения чехла Волго-Уральской провинции и как они влияют на его нефтегазоносность?
5. Каковы особенности строения подсолевого комплекса Прикаспийской НГП, благоприятствующие открытию в нем крупнейших месторождений УВ?
6. Каковы особенности геологического строения осадочного чехла Днепровско-Припятской НГП и зональность в распределении на ее площади УВ разного фазового состава?
7. В какой части разреза осадочного чехла Балтийской синеклизы выявлены основные ресурсы УВ? Каковы перспективы обнаружения новых месторождений в Балтийской НГП?
8. Какие главные особенности строения и развития территории Лено-Тунгусской НГП Вы можете отметить?
9. Каковы особенности размещения УВ разного фазового состава на площади и в разрезе Енисейско-Анабарской ГНП?
10. Какие особенности геологического развития Сибирской платформы повлияли на сохранность и переформирование залежей УВ в Лено-Тунгусской НГП?
11. Каковы особенности распространения и состава рифтогенного комплекса, залегающего в основании разреза Западно-Сибирской плиты?

12. Каковы особенности условий образования и строения неокомского комплекса Западно-Сибирской плиты?

13. Какую роль сыграл раннемезозойский рифтогенез в строении Западно-Сибирского осадочно-породного бассейна?

14. Назовите нефтегазоносные комплексы в разрезе ЗСП. Какие из них являются основными по выявленным ресурсам нефти и газа?

15. Какие принципы положены в индексацию продуктивных пластов, развитых на большей части Западно-Сибирской НГМП?

16. Какие факторы способствовали образованию крупных газовых залежей в сеномане северных районов Западно-Сибирской НГМП?

17. Каковы главные отличия в строении осадочного чехла и фундамента молодых и древних платформ?

18. Каков стратиграфический диапазон нефтегазоносности Туранской и Скифской плит?

19. Как оцениваются перспективы нефтегазоносности российского сектора акватории Каспийского моря?

20. Назовите основные НГК в геологическом разрезе Предкавказско-Крымской НГП.

Тема 3: Нефтегазоносные провинции России: переходных и складчатых территорий. [1, 2].

Нефтегазоносные провинции складчатых территорий. Закавказская, Охотская нефтегазоносные провинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность. Нефтегазоносные субпровинции переходных территорий. Предуральская, Предкавказская и Верхоянская нефтегазоносные субпровинции: стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. К каким крупным структурам приурочены НГСП переходных территорий?

2. Какие общие особенности геологического строения имеют рассмотренные НГСП переходных территорий?

3. Приведите примеры зонального распределения УВ разного фазового состава на площади НГСП переходного типа.

4. Каковы перспективы нефтегазоносности Предкавказской и Предуральской НГСП?

5. В пределах каких НГСП осуществляются поисковые и разведочные работы на нефть и газ на акваториях?

6. Какие особенности геологического развития характерны для провинций складчатых территорий?

7. В каких провинциях складчатых территорий отмечен грязевой вулканизм?

8. Каковы перспективы нефтегазоносности Южного Каспия?

9. Назовите основные нефтегазоносные комплексы Охотской НГП.

10 С какими НГО о. Сахалин связаны основные выявленные запасы и добыча УВ-сырья?

11. Какие геологические структуры и типы залежей наиболее часто встречаются в провинциях складчатых территорий?

Тема 4: Нефтегазоносные провинции России: области шельфа. [1, 2].

континентального шельфа морей России. Нефтегазоносность шельфа Баренцева и Карского морей.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие крупные структурные элементы (первого порядка и выше) различают в пределах Баренцевоморского шельфа?

2. Назовите основные продуктивные НГК в осадочном чехле Баренцевоморской плиты.

3. Назовите крупные (и уникальные) газовые и газоконденсатные месторождения в акватории Баренцева моря.

4. Каким образом изменяется стратиграфическое положение НГК в акваториальных бассейнах Западной Арктики?

Тема 5: Нефтегазоносные провинции зарубежных стран. [1, 2].

Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. Зарубежная Европа, Ближний и Средний Восток, Центральная, Восточная, Южная, Юго-Восточная Азия, Австралия и Океания. Африка, Северная, Центральная и Южная Америка.

Дополнительная литература: [3, 4, 5].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какой из НГБ Африканского континента занимает здесь первое место по разведанным запасам нефти?

2. В каком НГБ Северной Америки пробурены самые глубокие поисковые скважины и выявлена самая глубокозалегающая газовая залежь?

3. Чем объясняют огромные скопления битумов на северо-востоке Западно-Канадского НГБ?

4. Чем объяснить высокую плотность запасов нефти в НГБ Лос-Анджелес?

5. Назовите характерную черту геологического строения континентальной части впадины Мексиканского залива – Галф-Коста.

6. В каком ареале ЗНГН Маракайбского бассейна наиболее высокая концентрация УВ?

7. Какие отложения являются коллекторами УВ на крупнейших подводных месторождениях Атлантического побережья Бразилии?

Вопросы

к зачету по курсу

1. Нефтегазогеологическое районирование территории России и сопредельных стран.

2. Нефтегазогеологическое районирование провинций древних платформ: Тимано-Печорская Волго-Уральская, Прикаспийская НГП, Лено-Тунгусская НГП, (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Приразломное нефтяное месторождение.

3. Нефтегазогеологическое районирование провинций молодых платформ: Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция, Предкавказско-Крымская (Скифская) НГП (стратиграфия, нефтегазоносные комплексы, нефтегазоносные области).

4. Нефтегазогеологическое районирование субпровинций переходных территорий: Предуральская нефтегазоносная субпровинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

5. Нефтегазогеологическое районирование провинций складчатых территорий: Охотская нефтегазоносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность).

6. Нефтегазоносное районирование и состояние изученности шельфов арктических морей. Баренцевоморская газонефтеносная провинция (стратиграфия, тектоника, нефтегазоносность). Штокмановское газоконденсатное месторождение.

7. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Северной и Южной Америки. НГБ Мексиканского залива.

8. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Африки.

9. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Зарубежной Европы.

10. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Азии. НГБ Персидского залива.

115. Нефтегазогеологическое и тектоническое районирование и нефтегазоносные провинции Австралии и Океании.

Рекомендуемая литература

1. Каламкаров Л.В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран. Нефтегазоносные провинции и области России и зарубежных стран: учебник для вузов / Л. В. Каламкаров. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Нефть и газ, 2005. - 576 с. 50

2 Русский В.И. Нефтегазоносные провинции России и зарубежных стран / В. И. Русский; Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург: УГГУ, 2010. - 514 с. 25

3 Ступакова А.В. Развитие бассейнов Баренцевоморского шельфа и их нефтегазоносность. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / А.В. Ступакова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформмарк, Геоинформ, 1999. — 62 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17083.html.

4 Шустер В.Л. Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья [Электронный ресурс] : обзор / В.Л. Шустер. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Геоинформ, 2003. — 48 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17084.html.

5 Нефтегазоносность протерозойских отложений древних платформ. Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений топливно-энергетического сырья. Обзор [Электронный ресурс] / А.К. Дертев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформмарк, Геоинформ, 1996. — 50 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/17090.html.

6. Нефтегазоносные провинции мира: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализации Сейсморазведка / Н.В. Устьянцева. Екатеринбург: УГГУ, 2021. 11 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

С.М.Крылатков

Геостатистические методы в сейсморазведке

Лабораторный практикум по курсу «Геостатистические методы»

для студентов специальности 21.05.03

«Технология геологической разведки»,

специализаций «Сейсморазведка»

Содержание

Введение 3

Лабораторная работа №1. Основы одномерной статистики 4

Лабораторная работа №2. Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии; определение параметров криволинейной регрессии по МНК 6

Лабораторная работа №3. Технология расчета вариограммы 1D и изотропной вариограммы 2D 13

Лабораторная работа 4. Теоретические вариограммы 16

Лабораторная работа №5. Изучение анизотропии с помощью вариограммы 17

Лабораторная работа №6. Интерполяция данных методом кригинга (Kriging) 21

Лабораторная работа №7. Исследование влияния параметров кригинга на результаты прогноза значений поля по площади 24

Лабораторная работа №8. Стохастическое моделирование методом Монте-Карло 27

Лабораторная работа №9. Использование методов Монте-Карло для определения площадей плоских фигур 29

Лабораторная работа №10. Расчёт объёмов запасов с помощью стохастического моделирования (методом Монте-Карло) 30

Расчетно-графическая работа: Подсчет запасов УВ методом Монте-Карло на основе объемного метода 32

Список литературы 44

Введение

Лабораторный практикум по дисциплине «Основы геостатистики» состоит из 9 лабораторных работ и одной расчетно-графической работы. Лабораторные работы, представляют собой задания, которые выполняются в программной среде MATLAB. В тексте методических рекомендаций к лабораторным работам приводятся наиболее часто применяемые функции MATLAB, а также для сложных алгоритмов расчета готовые сценарии расчетов на языке MATLAB.

При подготовке к лабораторным работам и при написании отчетов к ним необхододимо пользоваться следующей литературой:

1. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292
1. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. —М.: Наука, 2010. — 327 с.

Лабораторная работа №1

Основы одномерной статистики

Понятие случайной переменной является основополагающим. Случайной называется такая переменная, которая принимает определённые значений с определёнными вероятностями. При проведении наблюдений мы получаем значения исследуемых величин, которые заносятся в специальные таблицы. Таблица, в которой приведены все значения случайной величины (все варианты), называется первоначальной таблицей, или первоначальным рядом результатов наблюдений.

Для проведения статического анализа первоначальный ряд упорядочивается, т.е. осуществляется группировка данных. В результате группировки появляется таблица, которая называется таблицей распределения, или рядом распределения.

Группировка результатов наблюдений случайной величины сводится к простому подсчёту числа раз, когда появляется то или иное ее конкретное значение. В случае непрерывной случайной величины поступают, следующим образом. По первоначальной таблице находят минимальное X_{min} и максимальное X_{max} значения вариант и определяют размах выборки

$R_в = X_{max} - X_{min}$. Это интервал, в котором лежат все наблюденные значения изучаемого признака, делится на более мелкие интервалы группировки, классы или классовые промежутки, число которых зависи от выбранной величины интервалов группировки ΔX. Это можно выполнить по следующим формулам:

$\Delta X = R_в/(5 \cdot \lg n)$	К. Брукс и Н. Карузерс
$\Delta X = R_в/(1+3{,}3 \cdot \lg n)$	Стерджесс
$\Delta X = R_в/\sqrt{n}$	и другие

Знаменатель этих формул и есть искомое число классов. Формулы позволяют ориентировочно определить величину классового промежутка. Окончательный выбор проводится исходя из содержательных соображений.

На следующем этапе располагают классы в порядке возрастания и находят, какое количество вариант лежит в пределах каждого класса (находят частоту класса Z). Разделив частоту каждого класса на объём выборки n, получают относительную частоту или частость класса W: $W = Z/n$

Накопленной частотой ZH для каждого класса называется сумма частот всех классов, подсчитанная с первого класса и включая данный. Отношение накопленной частоты к объёму совокупности называется относительной накопленной частотой WH

$$WH = ZH/n$$

Очевидно, что относительная накопленная частота есть ни, что иное, как значение эмпирической функции распределения

F(x) =WH=ZH/n

Графические способы представления данных

- Гистограмма- это ступенчатый график, на котором по оси абсцисс отложены классы, а по оси ординат – количество (частота) попаданий в класс Z. Площадь под графиком всей гистограммы частот равна объёму статической совокупности.

- Функция плотности вероятности. Для построения по оси абсцисс откладываются середины классов, а по оси ординат частость W, соответствующие определённым классам.

- Кумулята частот (или интегральный полигон распределения), кумулята относительных частот (или интегральная плотность вероятности), являются графическим изображением эмпирической функции распределения. Для построения кумуляты частот по оси абсцисс откладываются классы, а по оси ординат накопленные частоты ZH. Для построения интегральной плотности вероятности по оси абсцисс откладываются середины классов, а по оси ординат относительные накопленные частоты WH.

Знакомство со способами определения основных числовых характеристик СВ в системе Matlab по выборкам их значений

Порядок выполнения

1. Генерируем с помощью функции randn(n,1) выборки (массивы) значений некоторых СВ (скорость продольных волн, скорость поперечных волн, плотность). Для этого задаем объем выборки n=100, среднее и среднеквадратическое отклонение(ско).

   Например, для величины x со средним *xcp* и ско равным *s* это делается с помощью следующей команды:

   *x=xcp+s*randn(N,1*);

   строим график значений этой величины по выборке в зависимости от номера точки:

   plot(x)

2. Вычисляем мат. Ожидание – *Mx,* медиану - *Mex*, моду -*Mox,* среднеквадратическое отклонение *Sx* по выборке с помощью команд

   Mx=mean(x);

   Mex=median(x);

   [mn,mc]=hist(x);

   [c,ma]=max(mn);

   Mox=mc(ma);

   Sx=std(x);

Строим гистограмму и куммуляту для случайной величины x

Примеры представления данных приведены на рисунках.



Исходные данные: наблюденные значения плотности

Задание:

1. Подготовить данные для расчёта гистограммы: определить размах выборки Rв, интервал группирования данных по формулам Стерджесса, Брукса и др. Определить правые границы классов группирования данных.
2. Для каждого класса рассчитать:
   Частоту попадания в класс для данной выборки Z, относительную частоту попадания в класс для данной выборки W, накопленную частоту ZH, относительную накопленную частоту WH. Результаты представить в виде таблицы.

Классы (диапазон)	Z	W	ZH	WH

3. Построить функции: гистограмму, плотности вероятности, камуляту частот, интеграл плотности вероятности.
4. Рассчитать среднее значение и дисперсию.
5. На графике плотности вероятности наблюденных значений показать характеристики положения распределения: мода, среднее значение, медиану.

Статистические распределения. Проверка гипотезы о типе распределения

Задание

А) описать по приведенной ниже схеме следующие распределения:

- равномерное,
- нормальное,
- логарифмически нормальное.

Б) привести порядок проверки гипотезы о типе распределения на примере нормального распределения.

Литература:

1. Крылатков С.М. Теоретические основы обработки геофизической информации, 1997.

См. стр. 40-43, 52-53, 120-124.

2. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учебник для вузов. 5 изд. 1998, См. стр. 103-106, 116-120, 131-149

Схема описания статистических распределений:

1. Аналитическое выражение (формула) для функции плотности вероятности f(x)
2. Аналитическое выражение (формула) для интегральной функции распределения F(x)
3. Параметры распределения и их влияние на форму f(x) и F(x).
4. Математическое ожидание (среднее), дисперсия
5. График функции плотности распределения f(x) - схематично
6. График интегральной функции распределения F(x) - схематично

Лабораторная работа №2

Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии; определение параметров криволинейной регрессии по МНК.

Исходные данные: выборка парных значений геологических y_i и геофизических x_i параметров.

Данные y_i и x_i задаются в таблице d, которая вводится из меню ***вставка-компонент-input table.*** Далее следует присвоить x:= $d^{<1>}$, y := $d^{<0>}$).

Порядок выполнения работы в Mathcad.

1. Построить график зависимости y(x) в виде облака точек. Визуально оценить наличие корреляционной связи (слабая, удовлетворительная, хорошая) и ее возможную аналитическую форму (линейная, нелинейная).
2. Определить коэффициент корреляции по формуле:

$$R = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{(x_i - xcp)(y_i - ycp)}{\sigma x \cdot \sigma y \cdot n}, \quad (1)$$

где

xcp:= mean(X) – среднее;

σx:= stdev(X) – среднеквадратичное отклонение

(для y – аналогично);

n – число пар значений x_i y_i , рассчитывается по формуле ***n:= length ($d^{<0>}$)***.

Вычислить R, используя встроенную функцию ***R:= corr(X,Y)***, где X и Y вектора значений.

Сравнить значения, полученные по формуле, и с помощью встроенной функции.

Оценить наличие корреляционной связи по величине коэффициента корреляции.

2. Подготовить выборку к определению параметров регрессии, отсортировав пары значений с помощью функции

t := csort (d,n), где d – таблица значений x и y,

n – номер столбца, по которому выполняется сортировка (в нашем случае при сортировке по x ***n*** принимает значение 1).

Отсортированные значения присвоить переменным ***x := $t^{<1>}$ y := $t^{<0>}$***

Полученные векторы **x** и **y** являются исходными данными для выполнения регрессионного анализа.

3. Выполнить расчет коэффициентов линейной связи ***y = ax+b*** по методу наименьших квадратов (МНК), используя формулы:

$$a := \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\overline{x \cdot x} - \bar{x} \cdot \bar{x}}; \quad (2)$$

$b := \bar{y} - a\bar{x}$, где

$\bar{x}$ - среднее по вектору x;

$\bar{y}$ - среднее по вектору y;

$\overline{x \cdot x}$ - среднее произведений $x_i * x_i$;

$\overline{x \cdot y}$ - среднее произведений $x_i * y_i$.

Выполнить расчеты a и b, используя встроенные функции:

a := slope (x,y);

b := intercept (x,y).

Сравнить значения, полученные по формулам и с помощью встроенных функций

3. Рассчитать значения переменой y по уравнению линейной связи:

yt := ax+b.

4. Рассчитать сумму квадратов отклонений исходных значений y от значений, рассчитанных по уравнению регрессии yt:

$$S := \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - yt_i\right)^2 .$$

5. Выполнить расчет коэффициентов обратной линейной связи: x = cx + g, используя встроенные функции:

g := slope (y, x);

h := intercept (y,x).

6. Рассчитать значения xt по уравнению линейной связи

xt:=gy+h.

7. Рассчитать сумму квадратов отклонений

$$S := \sum_{i=1}^{n} \left(x_i - xt_i\right)^2$$

Сравнить сумму из пункта 4 с суммой из пункта 7 и сделать выводы о том какая связь лучше

yt := ax+b или ***xt:=gy+h***

8. Найти коэффициенты линейной связи, используя коэффициенты корреляции***:***

a:=R(σy /σx), b:=ycp - a*xcp

g:=R(σx /σy), h:=xcp - g*ycp

Сравнить результаты расчета коэффициентов, полученных различными способами.

9. Построить графики ***yt := ax+b*** и ***xt:=gy+h*** и облако точек y(x) (см пункт 1) в одних и тех же осях координат:

а) ***yt(x)*** (формат изображения – линия);

б) ***xt(y)*** формат изображения – линия);

в) линию среднего значения y_{cp} задать уравнением $yc_i:=0*x_i+ycp;$

г) линию среднего значения x_{cp} задать уравнением $xc_i:=0*y_i+xcp;$

Линии а, б, в, г должны пересекаться в одной точке.

Ответить на вопрос какой?

Домашнее задание:

1. Для данных, использованных в работе, выполнить расчет коэффициентов a и b по МНК, выбрав одну из наиболее подходящих криволинейных зависимостей (степенной, показательной, обратной связи и т.п.), которые можно свести к линейной связи рассчитать y_t и S. Сравнить значение S с аналогичными расчетами для линейной зависимости. Построить облако точек и график $y_t(x)$ в одних осях координат.
2. Выполнить расчет коэффициента ранговой корреляции Спирмена, сравнить его с коэффициентом R.

Лабораторная работа №2 (упрощенный вариант)
Основы двумерной статистики: расчет коэффициента корреляции; определение параметров линейной регрессии по МНК.

Исходные данные: выборка парных значений геофизического x_i и геологического y_i параметра.

Порядок выполнения работы (применительно к Matlab)

1. Ввести данные y_i и x_i.
2. Построить график зависимости y(x) в виде облака точек. Визуально по форме облака точек оценить наличие корреляционной связи (слабая, удовлетворительная, хорошая) и ее возможную аналитическую форму (линейная, нелинейная).
3. Определить коэффициент корреляции по формуле (1)

где ***xcp = mean(x)*** – среднее; ***σx = std(x)*** – среднеквадратичное отклонение (для y – аналогично); n – количество пар значений x_i y_i , которое рассчитывается с помощью встроенной функции ***n = length (x)***.

Вычислить ***R,*** используя встроенную функцию:

R = corrcoef(x,y), где x и y выборки значений.

Сравнить значения, полученные по формуле (1), и с помощью встроенной функции. По численному значению R оценить наличие корреляционной связи.

4. Выполнить расчет коэффициентов линейной связи ***y = ax+b*** по методу наименьших квадратов (МНК), используя формулы (2),

где - среднее по выборке x: ***xcp = mean(x)***;

- среднее по выборке y: ***xcp = mean(x)***;
- среднее произведений пар значений x*x: ***xxcp = mean(x.*x)***
- среднее произведений пар значений x*y: ***xycp = mean(x.*y)***

5. Рассчитать значения геологического параметра по уравнению линейной связи:

yt = ax+b.

6. Рассчитать сумму квадратов отклонений исходных значений геологического параметра от значений, рассчитанных по уравнению регрессии

xt:=gy+h.

7. Выполнить пункты 4-6 для обратной линейной связи: ***xt:=gy+h***.

зависимости геофизического параметра от геологического. Сравнить суммы квадратов отклонений для полученных линейных зависимостей. Сделать вывод о том какая связь лучше ***yt(x)*** или ***xt(y).***

8. Построить в одних в тех же осях координат следующие графики:

а) облако точек y(x)

б) линию ***yt(x)*** (формат изображения – сплошная линия);

в) линию ***xt(y)*** (формат изображения – сплошная линия);

в) линии средних значений ***yc*** и ***xc*** задать уравнениями ***yc=0*x+ycp xc=0*y+xcp***

Оформить отчет.

Теоретическая часть:

А) Расчет парного коэффициента корреляции (определение и формулы)

Б) МНК – сущность метода, формулы, анализ результатов.

Практическая часть:

А) Описание исходных данных

Б) Порядок работы

В) Описание результатов, форма графиков и выводы

Результаты определения скоростей сейсмических волн в разрезе по материалам сейсмических работ МОГТ на Нижне-Сергинском профиле и данным сейсмокаротажа (скв.106)

H, м	To, сек	Vинт. м/с	Vср. м/с	Vогт м/с
25	0,036	1400	1400	1450
150	0,110	3400	2727	2700
250	0,158	4100	3165	3250
650	0,336	4500	3870	4059
1400	0,640	4800	4222	4420
2000	0,876	5000	4566	4660
2080	0,910	4600	4571	4680
2200	0,968	4800	4894	4994
2750	1,126	6200	4884	5001
2860	1,171	4900	4885	5001
3100	1,241	5500	5087	5194
3400	1,336	6600	5097	5230
3550	1.398	4700	5075	5230
4000	1,508	5500	5230	5270
4500	1,694	6400	5313	5520

H – глубина, To- время прихода отраженной волны с глубины H, Vинт интервальная скорость продольных волн , Vср – средняя скорость, Vогт – оптимальная скорость суммирования.

Варианты для выполнения лабораторной работы № 2:

1. Изучить регрессию между H и To
2. Изучить регрессию между To и Vинт
3. Изучить регрессию между To и Vср
4. Изучить регрессию между Vинт и Vср
5. Изучить регрессию между Vинт и Vогт
6. Изучить регрессию между H и Vогт
7. Изучить регрессию между H и Vср
8. Изучить регрессию между H и Vинт
9. Изучить регрессию между Vср и Vогт

Лабораторная работа №3

Технология расчета вариограммы 1D и изотропной вариограммы 2D

Вариограмма – вариация разницы значений переменной в двух точках, как функция расстояния и направления между ними. Чем ближе значения данных (меньше разница между ними), тем больше значение вариограммы.

Вариограммы используются для выявления наличия корреляционной структуры в данных и ее описании. Проверяется наличие или отсутствие пространственной анизотропии. Определяется максимальное расстояние, на котором еще наблюдается зависимость между значениями в точках (эффективный радиус корреляции). Перечисленный набор процедур называется вариографией. Конечная цель вариографии - построение модели вариограммы, описывающей пространственную корреляционную структуру данных для использования в геостатистических моделях интерполяции (в кригинге).

1. ***Расчет вариограммы 1D***

Исходные данные для расчета одномерной вариограммы представляют собой значения случайной величины (СВ), измеренной для точек наблюдения, расположенных на прямолинейном профиле. Например, эти данные можно представить в виде таблицы 1:

Таблица 1

n	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
X, м	*0*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
Z, %	*3*	*6*	*7*	*5*	*9*	*8*	*11*	*10*	*9*

Расчет значений экспериментальной одномерной вариограммы для каждого расстояния между парой точек наблюдения h выполняется по формуле:

$$G(h) = \frac{1}{2 \cdot N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (z_i - z_{i+h})^2, \qquad (1)$$

где $N(h)$ – количество пар точек, удаленных друг от друга на расстояние h.

Формула (1) показывает, что вариограмма, являясь функцией приращений значений переменных, не подвержена влиянию постоянных компонент переменной, а квадрат разницы делает вариограмму очень чувствительной к влиянию предельных значений (крайних высоких и низких).

Для приведенного примера набор расстояний h, соответствующее количество пар точек $N(h)$ и вычисленные вариограммные значения $G(h)$ приведены в таблице *2:*

Таблица 2

h	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
N(h)	*8*	*7*	*6*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
G(h)	*1.62*	*3.00*	*4.33*	*8.10*	*9.37*	*14.00*	*14.50*	*18.00*

График вариограммы представлен на рис. 1.

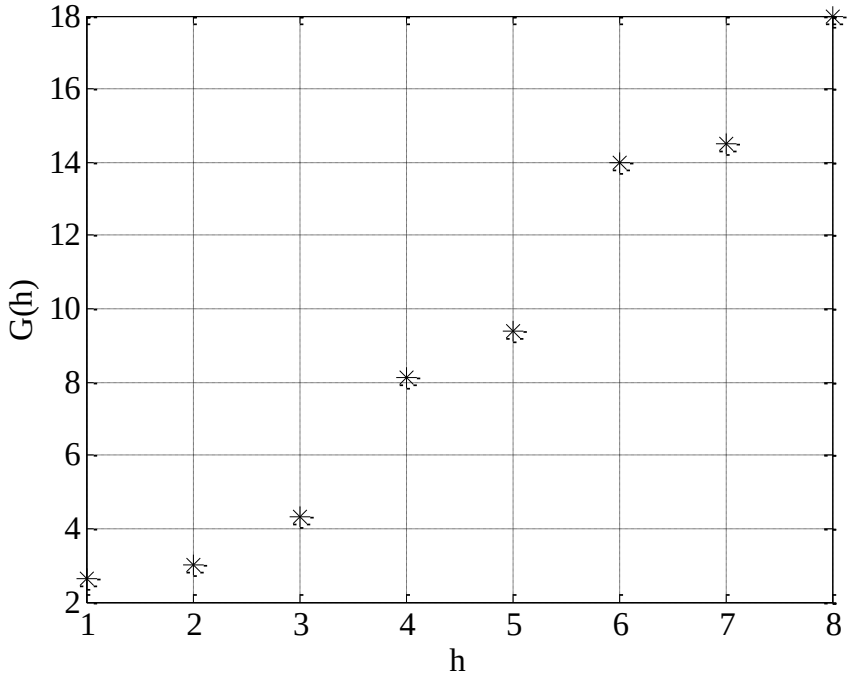


Рис.1. График одномерной вариограммы

2. ***Расчет изотропной вариограммы 2D***

Исходные данные для расчета двумерной изотропной (независящей от направления) вариограммы представляют собой значения СВ, измеренной в точках, расположенных в пределах плоскости. Для расчета вариограммы необходимо знать координаты положения точек измерения. Например, эти данные можно представить в виде таблицы:

n	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*
x	*70*	*10*	*20*	*30*	*40*	*50*	*60*	*70*	*80*
y	*70*	*20*	*30*	*10*	*60*	*80*	*30*	*20*	*10*
Z	*3*	*6*	*7*	*5*	*9*	*8*	*11*	*10*	*13*

Поскольку точки могут располагаться не по регулярной сети, расстояния между ними могут не повторяться. Для построения вариограммы весь диапазон расстояний разбивается на серию интервалов (лагов) величиной Δh. Все возможные расстояния между парами точек группируются по принадлежности к определенному интервалу. В приведенной выше формуле (1) суммирование будет выполняться для данных определенного интервала. При построении вариограммы результат расчета будет относиться к середине этого интервала. Количество сравниваемых пар точек, также, как и в предыдущем случае, будет равно числу сочетаний по 2 и вычисляется по формуле:

$$C_n^2 = \frac{n!}{2(n-2)!}$$

В рассматриваемом примере при n=9: C = 9! /2 /7! = 36.

Для определения точек, выпадающих из распределения, строится облако вариограммы. С этой целью для каждой пары из множества двумерных данных вычисляется квадрат разности между величинами, измеренными в двух точках

$$DZ = (Zi - Zk)^2.$$

Облако вариограммы представляет собой график зависимости *DZ* от расстояния между точками в паре *h*. Вариограммное облако также помогает определить оптимальный интервал *Δh* для вычисления вариограммы.

Поле значений СВ, вариограммное облако и вариограмма для рассматриваемого примера показаны на рис. 2.

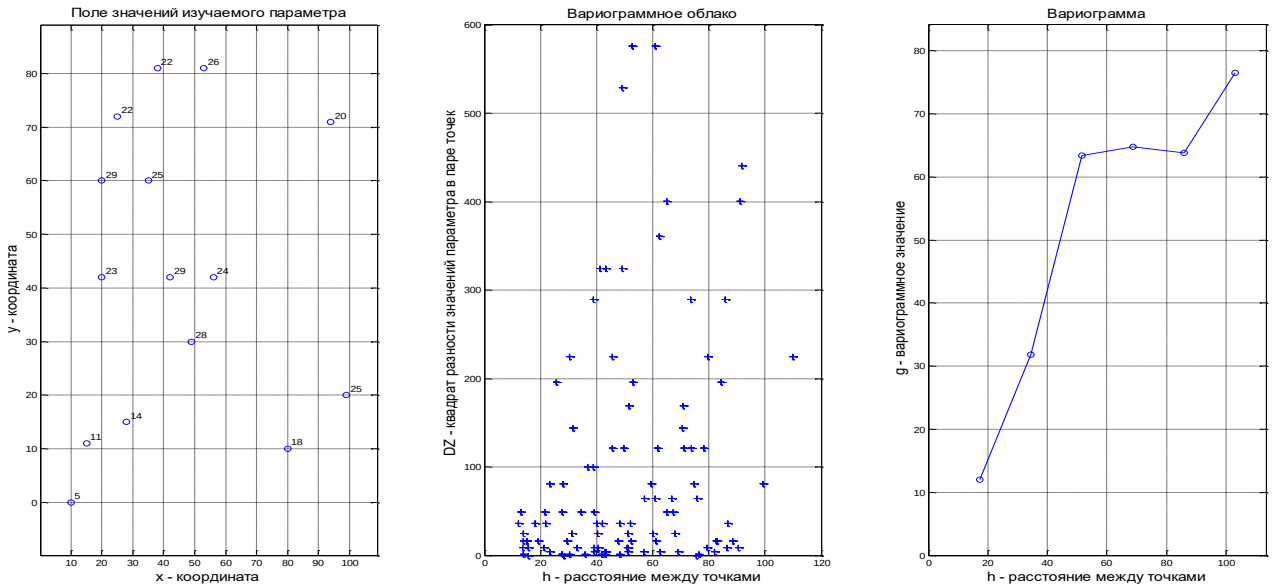


Рис.2 Иллюстрация расчета вариограммного облака и вариограммы для параметра, измеренного на площади

Задание

1. Для заданного набора значений СВ, измеренных по профилю рассчитать и построить вариограмму 1D. На полученном графике отметить: порог (плато), радиус корреляции, эффект самородков.

2. Используя программу, написанную для MatLab, рассчитать вариограммное облако для заданного набора значений СВ, измеренных по площади. Определить наличие выбросов и подобрать лаг для расчета изотропной вариограммы. Рассчитать вариограмму 2D с учетом выбранного лага и отбраковки выбросов. Выполнить подбор лага для получения наиболее гладкой вариограммы.

Лабораторная работа 4
Теоретические вариограммы

Построить и описать особенности графиков теоретических вариограмм:

1. Сферическая
2. Экспоненциальная
3. Гаусса
4. Кубическая
5. С эффектом скважины
6. Степенная
7. Де Вийса
8. Коши

Расчеты вариограмм при значениях h/a<1 выполнять про формулам:

$$\gamma(h) = C*(1.5*(h/a) - 0.5*(h/a)^3) + C0; \quad (1)$$

$$\gamma(h) = \frac{C*(1-\exp(-(h/a))}{1-\exp(-1)} + C0; \quad (2)$$

$$\gamma(h) = \frac{C*(1-\exp(-(h/a)^2)}{1-\exp(-1)} + C0; \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C*(7*(h/a)^2 - \frac{35}{4}*(h/a)^3 + \frac{7}{2}*(h/a)^5 - \frac{3}{4}*(h/a)^7) + C0; \quad (4)$$

$$\gamma(h) = C*(1-\left(\frac{1}{20}\right)*\left(\frac{a}{h}\right)*\sin\left(20*\left(\frac{h}{a}\right)\right) + C0; \quad (5)$$

$$\gamma(h) = C*(h/a)^{\alpha} + C0; \quad (6)$$

$$\gamma(h) = C*\frac{\log(h/a+1)}{\log(2)} + C0; \quad (7)$$

$$\gamma(h) = C*\frac{\left(1-\frac{1}{1+\left(\frac{h}{a}\right)^2}\right)}{0.5} + C0; \quad (8)$$

Вариограммы при h/a>=1 рассчитывать по одинаковой формуле $\gamma(h) = C + C0$

Возможные значения констант:
C=8; C0=2; α=2;

Расчеты выполнять для значений h/a в интервале от 0 до 2.
Построить графики каждой вариограммы.
Графики и описание привести в отчете

Лабораторная работа №5
«Изучение анизотропии с помощью вариограммы»

Задание

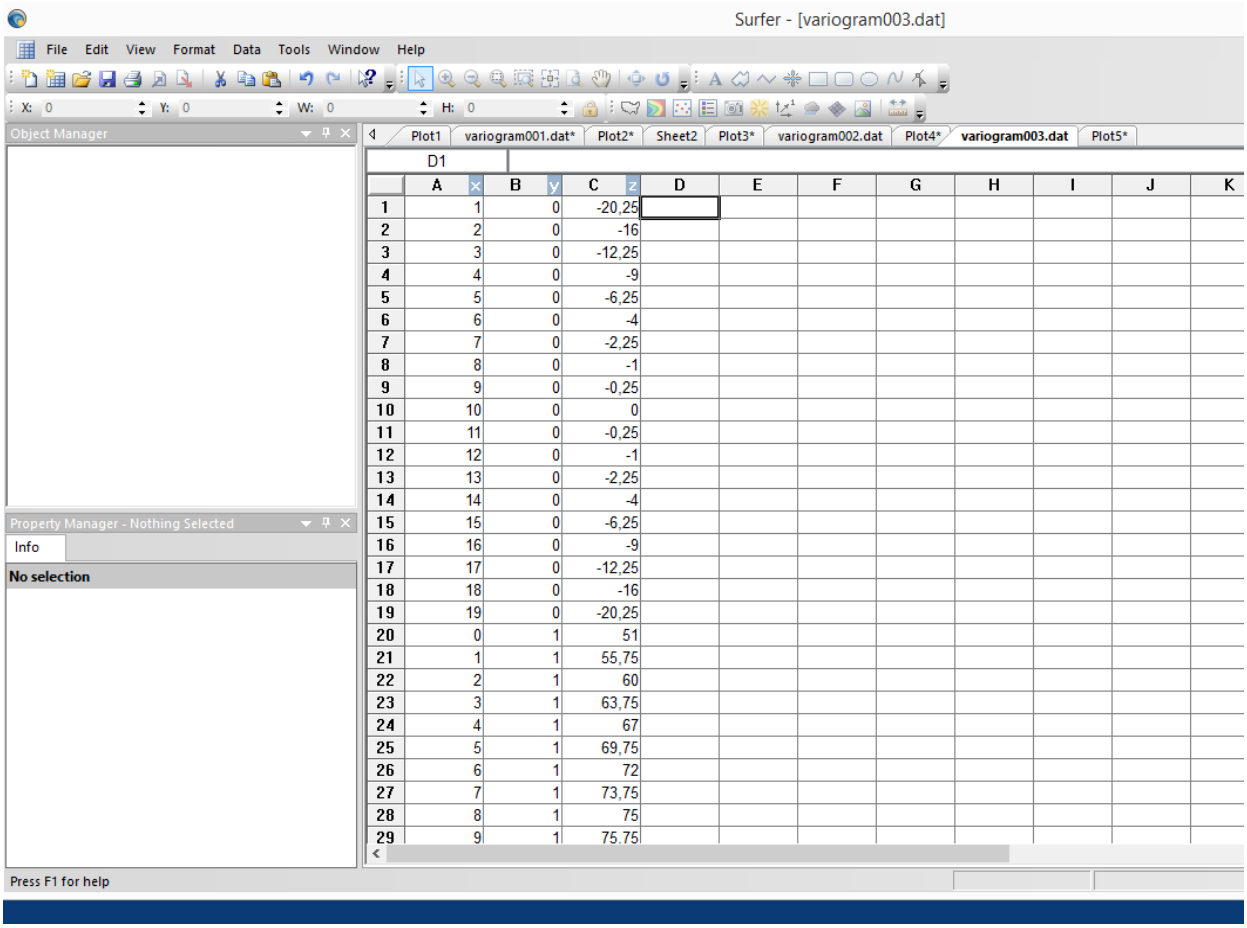
1. Сформировать в Surfer таблицу исходных данных. Для этого ввести следующие расчетные формулы для столбцов A, B и C в строках от 1 до 400:

   A=ROW()-20*FLOOR(ROW()/20)

   B=FLOOR(ROW()/20)

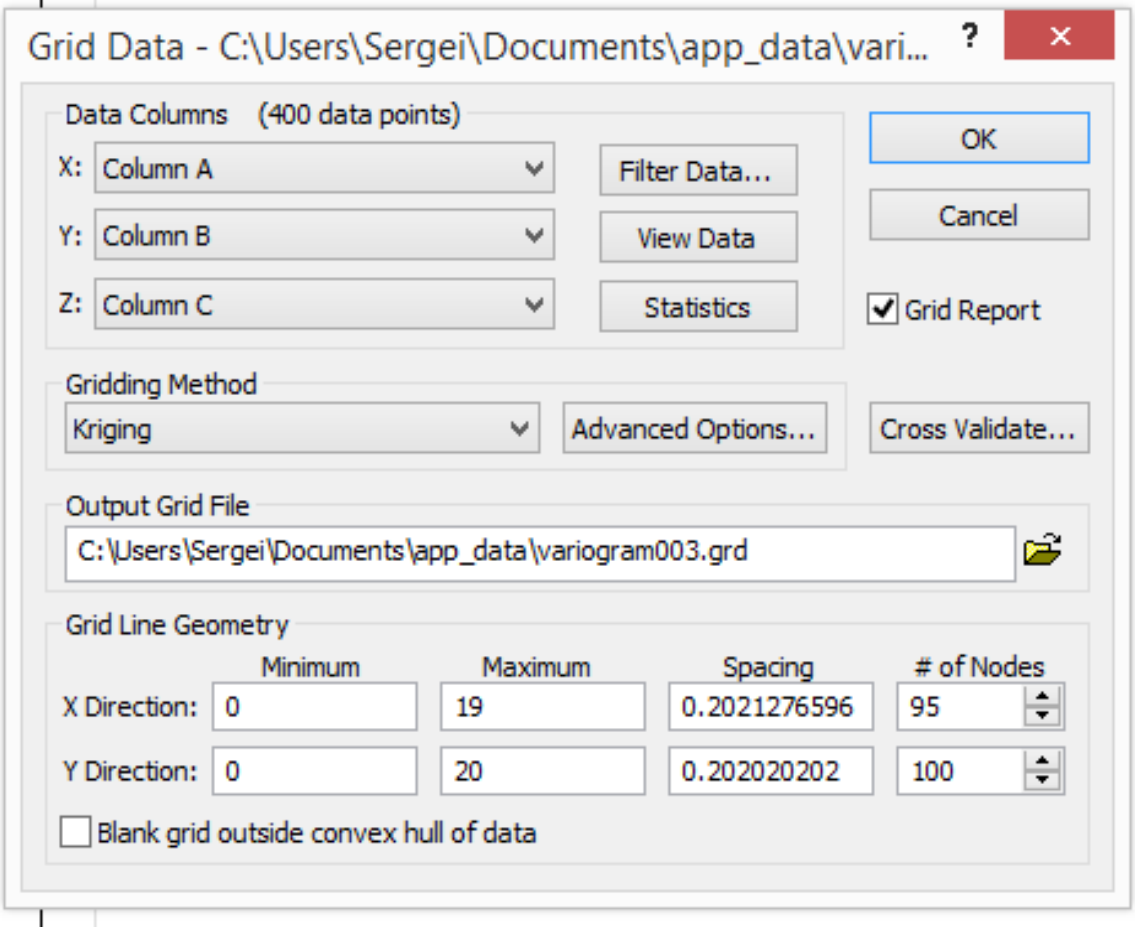
   C=400-0.25*(X-10)*(X-10)-4*(Y-10)*(Y-10)

   Пример верхней части таблицы



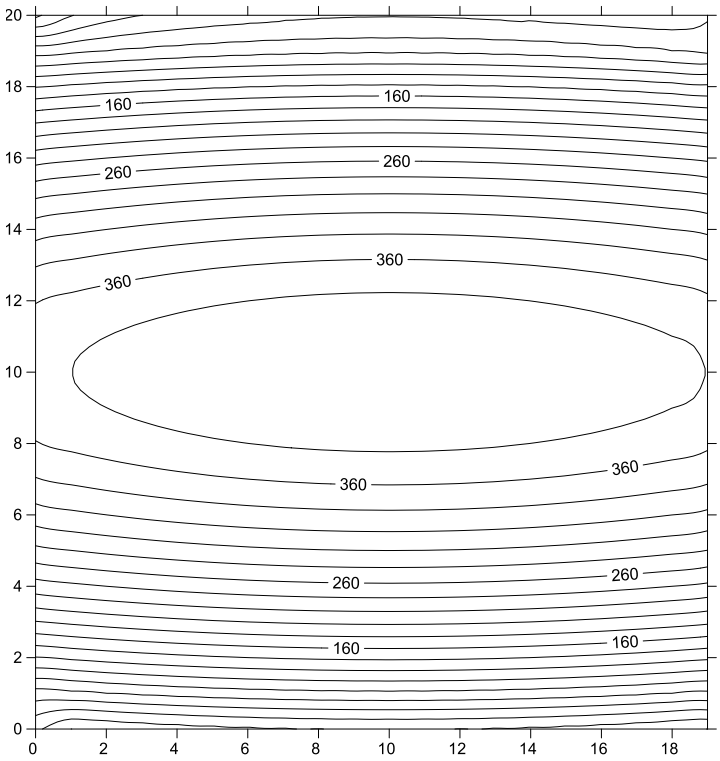
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	1	0	-20,25								
2	2	0	-16								
3	3	0	-12,25								
4	4	0	-9								
5	5	0	-6,25								
6	6	0	-4								
7	7	0	-2,25								
8	8	0	-1								
9	9	0	-0,25								
10	10	0	0								
11	11	0	-0,25								
12	12	0	-1								
13	13	0	-2,25								
14	14	0	-4								
15	15	0	-6,25								
16	16	0	-9								
17	17	0	-12,25								
18	18	0	-16								
19	19	0	-20,25								
20	0	1	51								
21	1	1	55,75								
22	2	1	60								
23	3	1	63,75								
24	4	1	67								
25	5	1	69,75								
26	6	1	72								
27	7	1	73,75								
28	8	1	75								
29	9	1	75,75								

Сохранить таблицу как файл с расширением .dat
Пример таблицы в файле variogram003.dat
Создать страницу с графиками File->New->Plot
В меню выбрать Grid->Data и открыть созданный файл таблицы. Нажать Open (Открыть)



Выполнить гридирование (пересчет на детальную сетку)

Дважды сказать нет и построить карту поверхности поля Map->New->Contour map



Ось X направлена по горизонтали , ось Y по вертикали. Видно что поле отличается по направлениям характером изменения, значит оно анизотропно.

Построить вариограммы

1) всего поля

2) поля по направлениям, лежащим вблизи оси X

3) поля по направлениям, лежащим и вблизи оси Y

Для этого входим в пункт Grid->Variogram->New variogram…

Выбираем файл с данными с расширением .dat и открываем его

В окне в исключениях Data Exclusion Filter не пишем ничего (в случае 1)

или пишем x<13 OR x>17 (2),

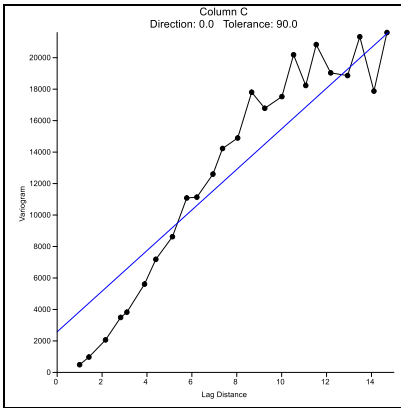
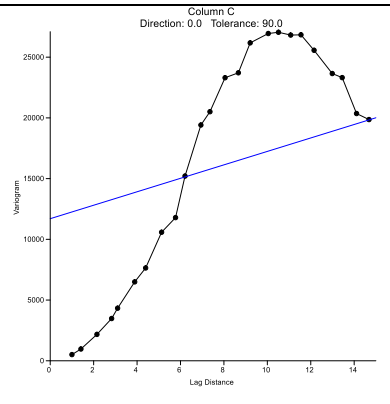
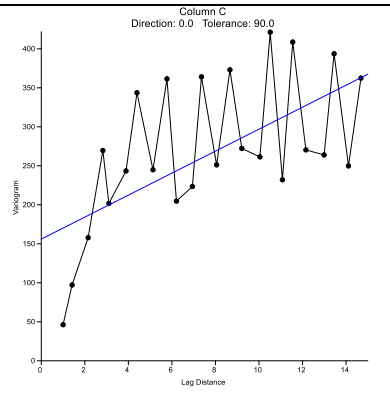
или пишем y<13 OR y>17 (3).

Для всех случаев в закладке General устанавливаем максимальный лаг равным 15

Получаем три графика: график 1-соответствует вариограмме для всех азимутов,

2- для субгоризонтальных направлений,

3 – для субвертикальных направлений.

		
1	2	3

Оцениваем во всех случаях параметр радиус (а) –лаг, соответствующий выходу на плато

В случае 1 это примерно 10-11

В случае 2 это примерно 10

В случае 3 этот параметр около 3-4

Находим коэффициент анизотропии К равный a2/a3.

К получается равным приблизительно 3.

Для примера эти рисунки приведены в файле Plot 4.srf

Проделать то же введя помехи в исходное поле, т.е. для формулы C=400-0.25*(X-10)*(X-10)-4*(Y-10)*(Y-10) добавить +RANDU(ЧИСЛО), где числу в скобках придать последовательно значения 50 и 100.

Лабораторная работа №6

Интерполяция данных методом кригинга (Kriging)

Группа методов интерполяции, в основе которых лежит использование вариограмм, объединена под общим названием кригинг по имени одного из авторов этого метода - Д.Г. Крига. Кригинг может быть точечным и площадным. Точечный кригинг позволяет оценить значение изучаемой величины в заданной точке. Площадной кригинг оценивает значения на некоторой площади. Рассчитанные кригинговой интерполяцией значения приписываются ячейкам заданной сетки (grid).

Кригинг является наилучшим в статистическом смысле линейным интерполятором — его оценка обладает минимальной вариацией ошибки. Важное свойство кригинга — точное воспроизведение значений измерений в имеющихся точках.

Перед началом интерполяции с помощью кригинга необходимо рассчитать эмпирическую (по наблюденным данным) *вариограмму. Вариограмма является* показателем дисперсии (разброса) изучаемой величины в зависимости от расстояния:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum [z(x_i) - z(x_i + h)]^2$$

где $z(x_i)$, $z(x_i\text{-}h)$ - результаты измерений в точках x_i и x_{i+h}, а $N(h)$ – количество пар точек, разделенных расстоянием h.

На следующем этапе вариограмма аппроксимируется гладкими кривыми (рис.1), то есть подбирается модель, которая представляет собой линию регрессии, построенную при помощи метода наименьших квадратов (МНК). В рамках МНК минимизируется функционал вида:

$$I = \sum_{i=1}^{n} (\gamma^* (h_i, a) - \gamma(h_i))^2$$

где, $\gamma^*(h_i, a)$, $\gamma(h_i)$ – соответственно i -тые значения модельной и экспериментальной вариограмм, a - набор параметров модели, n – число значений в экспериментальной (эмпирической) вариограмме.

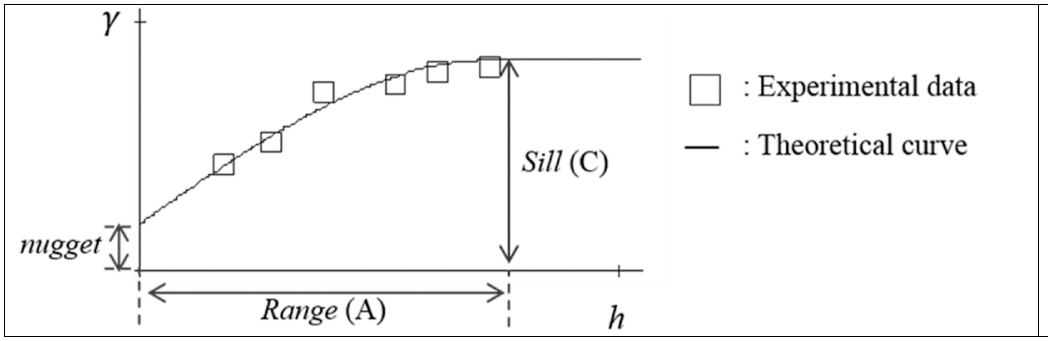


Рис. 1. Аппроксимация экспериментальной вариограммы гладкой моделью

Подобранная модель в дальнейшем используется для интерполяции значений изучаемого признака в искомых точках. Для аппроксимации эмпирической вариограммы используют линейную, сферическую, экспоненциальную, Гауссову и другие модели (см. таблицу 1).

Таблица 1

Линейная модель с порогом	$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c\left(\frac{h}{a}\right), 0 < h \le a \\ c_0 + c, a < h \end{cases}$
Линейная без порога	$\gamma(h) = c_0 + ch$
Сферическая модель	$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c\left(\frac{h}{a}\right), 0 < h \le a \\ c_0 + c, a < h \end{cases}$
Экспоненциальная модель	$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - exp\left(-\frac{h}{a}\right)\right]$
Гауссова модель	$\gamma(h) = c_0 + c\left[1 - exp\left(-\frac{h^2}{a^2}\right)\right]$
Степенная (без порога)	$\gamma(h) = c_0 + ch^p\ 0 < p < 2$

Значение изучаемого свойства *z* в искомой точке *B(xi, yj)* оценивается по значениям этого свойства $z(x_i, y_j)$, которые измерены в опорных близлежащих *n* точках, при *i=1, 2,...,n,* и при *j=1, 2,...,n.* Интерполяционное значение может быть получено как взвешенная сумма данных:

$$Z(B)=\lambda_1 z_1+\lambda_2 z_2+ \ldots+\lambda_n z_n,$$

где λ_i - весовые коэффициенты, рассчитанные для опорных точек.

Существует несколько типов кригинга (таблица 2):

Название кригинга	Условие применения	Система уравнений для нахождения весовых коэффициентов
простой	среднее значение является известной константой	$\vec{\lambda} = \begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \cdots & \gamma(h_{1n}) \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ \gamma(h_{n1}) & \cdots & \gamma(h_{nn}) \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \gamma(h_{01}) \\ \cdots \\ \gamma(h_{0n}) \end{pmatrix}$
обычный	среднее значение является неизвестной постоянной величиной	$\vec{\lambda} = \begin{bmatrix} \gamma(h_{11}) & \cdots & \gamma(h_{1n}) & 1 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \gamma(h_{n1}) & \cdots & \gamma(h_{nn}) & 1 \\ 1 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} \gamma(h_{01}) \\ \cdots \\ \gamma(h_{0n}) \\ 1 \end{pmatrix}$
Универсальный (с трендом)	неизвестное среднее значение плавно меняется во всей области исследования	

Кригинг является линейным методом в том смысле, что необходимое значение $V(x_0, y_0)$ определяется с применением среднего взвешенного значений $V(x_i, y_i)$ точек попавших в поисковый круг:

$$V(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i V(x_i, y_i)$$

.

Значения $V(x_i, y_i)$ мы берем из исходной таблицы. Веса λ_i можно найти из следующего выражения:

$$\overline{\lambda} = \begin{pmatrix} \gamma(\rho_{11}) & \dots & \gamma(\rho_{1n}) & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \gamma(\rho_{n1}) & \dots & \gamma(\rho_{nn}) & 1 \\ 1 & \dots & 1 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} \gamma(\rho_{01}) \\ \\ \gamma(\rho_{0n}) \\ 1 \end{pmatrix}$$

При этом $\mu = \lambda_{n+1}$ показывает ошибку кригинга – чем меньше μ, тем лучше сработала кригинговая процедура.

Здесь ρ_{ij} - расстояние между i-й и j-й точками, попавшими в поисковый круг.

Функция $\gamma(\rho_{ij})$ - есть *экспериментальная (модельная) вариограмма*. Данная функция показывает общую изменчивость в данных в зависимости от расстояния.

В рамках ряда видов кригинга возможно построение карты квантилей, вероятностей и стандартных ошибок. Столь значительные возможности геостатических методов интерполяции по сравнению с другими достигаются за счет более высоких требований к качеству интерполируемых данных. В том случае, если данные подчиняются закону нормального распределения, кригинг является лучшим интерполятором среди всех несмещенных интерполяторов. В ряде случаев (построение карт квантилей, вероятностей и стандартных ошибок) нормальность распределения данных является обязательным условием. Кокригинг (Cokriging) для интерполяции значения изучаемого свойства в искомой точке использует информацию о варьировании переменных, показатели которых статистически взаимосвязаны с показателями изучаемой переменной.

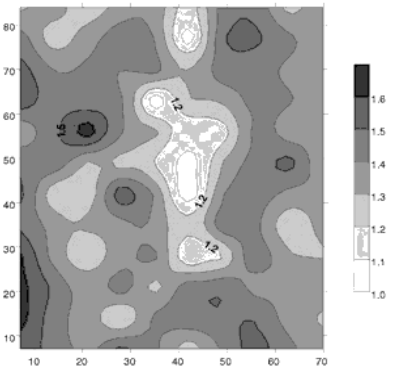


Рис. XX.6. Поверхность, отражающая пространственное варьирование плотности серых лесных почв Владимирского ополья в июле 1996 года на глубине 35–40 см. Метод построения – метод кригинга (Kriging), для аппроксимации семивариограммы использовалась линейная модель с нулевым наггет-эффектом

Лабораторная работа №7
Исследование влияния параметров кригинга на результаты прогноза значений поля по площади

Цель: оценить качественно какие из нижеперечисленных параметров влияют на результаты интерполяции и экстраполяции данных с помощью процедуры кригинга.

В качестве скрипта для проверки влияния различных параметров возьмем ранее созданный скрипт для улучшенного кригинга. Сделаем его процедурой-функцией и будем обращаться к этой функции многократно из головной программы.

Этот скрипт имеет вид:

```
clear
x=[-30 30 30 30 0];
y=[0 30 0 -30 0];
u=[4 6 2 1];
for i=1:5,
   for j=1:5,
r(i,j)=sqrt((x(i)-x(j))^2+(y(i)-y(j))^2);
gamma(i,j)=0.01*r(i,j);
if r(i,j)>100 gamma(i,j)=4.2; end;
end;
end;

for i=1:4,
   B(i)=4.2-gamma(5,i);
   for j=1:4,
   A(i,j)=4.2-gamma(i,j);
   end;
end;
A(:,5)=-1;
A(5,:)=1;
A(5,5)=0;
B(5)=1;
AI=inv(A);
lam=AI*B';
u0=lam(1)*u(1)+lam(2)*u(2)+lam(3)*u(3)+lam(4)*u(4);
```

Преобразуем его в функцию следующими шагами:

- **убираем** clear,

вместо него вставляем три строки:

```
function u0=krgn(u,x5,y5,A,R,C);
%comment
```

убираем координаты пятой точки из массивов x и y:
x=[-30 30 30 30 0]; -> x=[-30 30 30 30];
y=[0 30 0 -30 0]; -> y=[0 30 0 -30];
- убираем u=[4 6 2 1];
-изменяем
gamma(i,j)=0.01*r(i,j); **на** gamma(i,j)=A*r(i,j);
-изменяем
if r(i,j)>100 gamma(i,j)=4.2; end;
на
if r(i,j)>R gamma(i,j)=C; end;

изменяем в последней строчке
u5 -> u0
и добавляем в конец скрипта
end
Сохраняем скрипт в файле с именем, названным в заголовке функции, т.е. krgn.m
Пишем головной скрипт:

```
clear
u=[4 6 2 1];
[X,Y]=meshgrid(-30:5:30,-30:5:30);
%создание равномерной сетки координат расчетных точек
kx=length(X); ky=length(Y);
A=0.01; R=100; C=4.2;
for i=1:kx,
  x5=X(1,i);
   for j=1:ky,
      y5=Y(j,1);
      UR(i,j)=krg(u,x,y,n,x5,y5,A,R,C,C0);
   end;
end;
[c,h]=contourf(Y,X,UR);% рисование поля в изолиниях с закраской
colorbar;
clabel(c,h);%  установка надписей на изолиниях
```

Сохраняем его в файле с произвольным именем.
После запуска головного скрипта
получаем изображение расчетного поля прогнозных значений в изолиниях
Для выполнения анализа влияния параметров кригинга на результаты прогноза следует проделать расчеты по программе при различных параметрах, помещая каждый раз результат в приложение Word или Open Office
Рекомендуемые значения параметров

№	Угловой коэффициент вариаграммы A	Радиус R	Уровень плато C	Примечание
1	0.01	100	4.2	Влияние C
2	0.01	100	1	
3	0.01	100	10	
4	0.01	20	4.2	Влияние R
5	0.01	50	4.2	
6	0.01	70	4.2	
7	0.12	60	7.25	Вместе с 1 – влияние A или вида вариаграммы
8	0.12	60	7.15	Изменить размеры площади прогноза в meshgrid на (-40:5:40,-40:5:40) Вместе с 7 изучение влияния размеров расчетной области

Лабораторная работа №8
Стохастическое моделирование методом Монте-Карло

Для получения прогнозов и оценок в геостатистике часто используют математическое моделирование случайных величин.

Рассмотрим приемы такого моделирования для решения простой задачи – определения площади плоской фигуры.

Если случайным образом бросать материальные точки в пределах определенной площадки, например, прямоугольника или квадрата, то координаты падения этих точек X и Y есть равномерно распределенные случайные величины.

В MATLAB есть функция для генерирования равномерно распределенных случайных чисел *rand*.

Обращение к ней следующее:

xr=rand(1,n);

xr -сгенерированный массив случайных чисел, состоящий из одной строки и содержащий n элементов. Любое число массива есть равномерно распределенное вещественное число в интервале от 0 до 1.

Пример:

u = rand(1,5)

u = 0.0975 0.2785 0.5469 0.9575 0.9649

Если мы хотим сгенерировать такое число в интервале от -0.5 до +0.5 , нужно написать:

>> u=rand(1,10)-0.5

u = -0.3581 -0.0782 0.4157 0.2922 0.4595 0.1557 -
0.4643 0.3491 0.4340 0.1787

Если мы хотим сгенерировать такое число в интервале от a до b, то нужно писать:

u=(b-a)*rand(1,n)+a;

Рассмотрим теперь понятие геометрической вероятности. Если фигура площадью s находится внутри другой фигуры площадью SR , то при случайном бросании точки число попаданий точки во внутреннюю фигуру относится к числу попаданий точки во всю площадь (общему числу бросаний точки) как s/SR.

Отсюда следует способ вычисления площади плоской фигуры.

s=(m/n)*SR;

m – число попаданий случайно брошенной точки в пределы заданной фигуры на площади;

n – общее число бросаний точки в пределы всей площади

SR – величина всей площади, в пределы которой попадают случайно брошенные точки.

Ниже приводится пример скрипта для определения площади круга радиуса R=1, вписанного в квадрат размерами по оси X от -1 до + 1 и по оси Y от -1 до + 1. Отображаются верхняя и нижняя границы круга, положения упавших равномерно распределенных точек в пределах всей площади. Точки попавшие в пределы исследуемой фигуры (круга) покрашены красным цветом. В правом верхнем углу рисунка печатается значение площади круга. Теоретическое ее значение при радиусе круга равном 1 равно 3,14159.

clear

```
xmin=-1;xmax=1;
Lx=xmax-xmin;
ymin=-1;ymax=1;
Ly=ymax-ymin;
SR=Lx*Ly;%площадь охватывающего фигуру квадрата
R=1;
x=xmin:0.01:xmax;
y1=sqrt(R^2-x.^2);%уравнение верхней полуокружности
y2=-sqrt(R^2-x.^2);%уравнение нижней полуокружности
line(x,y1);hold on; %рисование круга
line(x,y2);

n=100;% планируемое число бросаний
xr=Lx*(rand(1,n)-0.5); yr=Ly*(rand(1,n)-0.5);
%генерирование координат падения случано брошенных точек
m=0; % до начала бросания ни одна точка не попала в площадь круга

for i=1:n, % процесс бросания и анализа попала ли точка в пределы круга
   cr='b*'; % по умолчанию цвет точки синий
   if xr(i)^2+yr(i)^2<R^2 m=m+1;cr='r*';end;
   %если точка попала в круг, то величина числа попаданий в пределы фигуры увеличивается
на 1
   %и точке присваивается красный цвет
   plot(xr(i),yr(i),cr);hold on;axis square;%рисование упавшей точки
end;
s=m*SR/(n);%вычисление площади
text(1,1,num2str(s));%формирование надписи на углу рисунка
```

Самостоятельно вычислить площадь под параболой, уравнение которой $y=x^2$, и которая вписана в прямоугольник с координатами по оси X от 0 до 4 и по оси Y от 0 до 16.

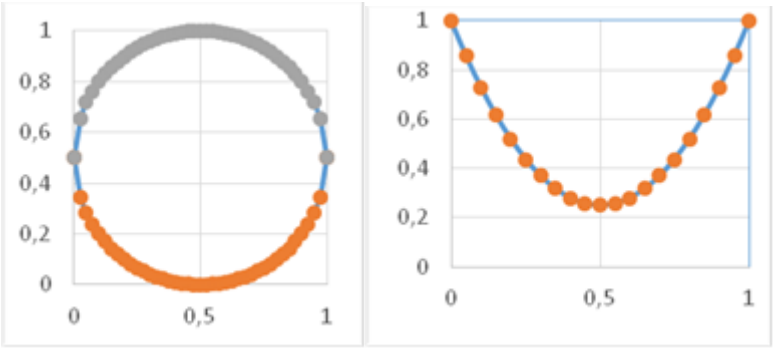
Лабораторная работа №9
Использование методов Монте-Карло
для определения площадей плоских фигур

Для определения площади фигуры можно использовать следующее положение теории вероятностей: частота попадания точки, брошенной случайным образом в область фигуры, пропорциональна площади фигуры.

В работе будем использовать две плоские фигуры - круг и параболу.

Они вписаны в площадку квадратной формы со сторонами, равными единице (a=1).

Схема площадки, где проводятся численные эксперименты по бросанию точки, показана на рис.1.



Уравнение круга: $(x-0,5)^2+(y-0,5)^2=0,5^2$. Радиус круга R равен 0,5 единицы, центр круга находится в точке с координатами x=0,5 и y=0,5

Уравнение параболы: $y(x)=3\cdot(x-0,5)^2+0,25$.

2. Во втором случае для параболы (будем для определенности изучать площадь верхней части параболы)

$P=S(параболы)/S(квадрата)$

А т.к. площадь нашего квадрата равна 1, то площадь верхней части параболы равна экспериментальной вероятности попадания случайно брошенной точки в контур верхней части параболы, т.е. $S(параболы)=1\cdot P$.

1. В первой части работы мы будем использовать известную нам формулу площади круга $S=\pi\cdot R^2$ для определения числа π.

Площадь круга независимо от этой формулы определим по методу Монте-Карло. Для этого 100 раз разыграем случайные координаты точки падения на изучаемую площадку с помощью встроенного в электронные таблицы генератора равномерно распределенных случайных чисел

Посчитаем сколько из брошенных точек попало внутрь круга –n. Найдем экспериментальную вероятность попадания точки в круг P= n/100. Согласно вышесказанному положению эта вероятность P равна отношению площади круга к площади квадрата, в котором мы проводили бросания.

$$P=S(круга)/S(квадрата)=\pi\cdot R^2\Big/_{a^2}=\pi\cdot 0,25/1$$

Поэтому найдем число Пи делением экспериментальной вероятности на 0,25.

Лабораторная работа №10

Расчёт объёмов запасов с помощью стохастического моделирования (методом Монте-Карло).

Моделирование методом Монте-Карло (ММК) является мощным средством расчёта функции плотности вероятностей для комбинации из нескольких случайных переменных.

Объём запасов по стандартной оценке (STOOIP) является функцией объёма нефтесодержащих пород в пределах залежи (GRV), доли коллектора в горизонте (N/G), средней пористости коллектора (Ф), коэффициента водонасыщенности (S_w) и объёмного фактора B_0 (1).

$$STOOIP = \frac{GRV * \frac{N}{G} * \Phi * (1 - S_W)}{B_0} \qquad (1)$$

Задача: рассчитать объём залежи нефти на месторождении

Выполнение работы:

1. Построить график интегрального распределения нефтесодержащих пород. Рассчитать объём нефтесодержащих пород.

1) Задать значения плотности вероятностей **p** (50 случайных значений от 0 до 1, используя функцию RAND)

2) Вычислить теоретические значения объема **Voil** нефтесодержащих пород через обратную функцию X^2 - распределения (используйте функцию CHIINV(p;12))

3) Задайте 10 интервалов одинаковой длины от 0 до 30 с шагом 3 (для этого задайте в ячейку с C1 по L1 числа от **3** до **30** с шагом 3)

4) Определить с какого интервала попадает значение Voil (Используйте логическую функцию if. Для первого интервала и первого значения Voil формула будет выглядеть так: if($B2<C$1;1;0)

5) Найти количество значений Voil попавших в каждый из 10 интервалов (через функцию суммы по столбцам)

6) Рассчитать вероятность попадания Voil в заданные интервалы P* (для этого разделите суммы полученные в пункте 5 на количество значений Voil)

7) Построить график интегрального распределения нефтесодержащих пород по диапазонам заданным в пункте 3 (для этого вам понадобится строки рассчитанные в пункте 3- ось OX и 5- ось OY)

8) Рассчитать практические значения объёма нефтесодержащим пород **Voil_mk (=(10-СУММ(C2:L2))*3 –** пример расчёта первого значения, 10 - количество интервалов, 3 – интервалы.**)**

2. Построить график интегрального распределения коллекторов в породах. Рассчитать долю коллекторов в горизонте.

1) Используя значения полученные в пункте 1 первого задания и обратную функцию Фишера (FISHERINV) рассчитать теоретические значения количества коллекторов **coll.**

2) **Проделать то же что описано в пунктах с 3 по 8 первого задания, только для значений coll (интервалы задаются (пункт 3 первого задания) исходя из значений coll)**

3) Рассчитать практические значения количества коллекторов **coll_mk (=(9-СУММ(диапазон значений))*0,05** – пример расчёта первого значения, 9-количество интервалов, 0,05-интервалы**)**

3. Оценить объём запасов нефти на месторождении

1) Используя упрощённую формулу 2, рассчитать объём запасов нефти на месторождении

$$STOOIP = GRV * \frac{N}{G} \quad (2)$$ (STOOIP=Voil_mk*coll_mk)

2) Построить график вероятности распределения объёма залежи нефти. (по оси OX – откладываются значения STOOIP, по оси OY- значение p – плотность вероятности (заданное в самом начале работы))

slu-chislo	oil	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	oil_mk
0,046107388	5,118802	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3
0,207076725	7,899639	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6
0,389284521	10,05979	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,994282697	27,90214	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27
0,314271311	9,200357	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,195375642	7,746357	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	6
0,508628872	11,44314	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	9
0,844502786	16,84563	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	15

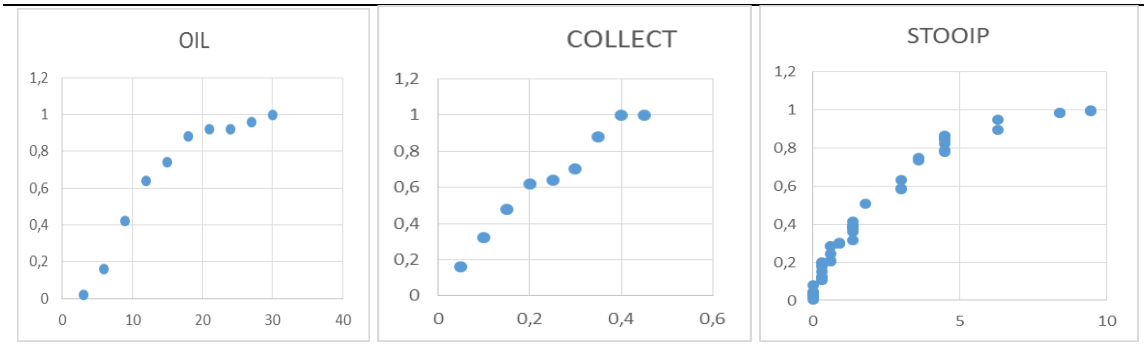


Рис.1 Фрагменты таблицы и рисунков из проделанной работы

Расчетно-графическая работа
Подсчет запасов УВ методом Монте-Карло на основе объемного метода

Основным методом оценки локализованных ресурсов и запасов УВ является объемный метод и его разновидности. Объемный метод сводится к подсчету эффективного объема Vэф, занятого углеводородами в пределах залежи. Обычно, по сейсмическим данным, скорректированным по результатам бурения, строится структурная карта кровли залежи, а если залежь пластовая, то и ее подошвы. Затем внутри продуктивного интервала по принятому пороговому значению пористости и проницаемости выделяются проницаемые породы (коллекторы) и низко пористые и плохо проницаемые породы (не коллекторы). Следующий шаг - рассчитать внутри залежи объем, занятый коллекторами, исключив из него объем, занятый не коллекторами. Этот объем называют эффективным насыщенным объемом.

При достаточном количестве скважин выполняется построение карт эффективных насыщенных толщин ($h_{эф}$), которые определяются по скважинам и соответствуют мощности коллекторов ($h_{кол.}$) в пределах продуктивного интервала:

$$h_{эф}= h_{кол}$$

Нулевое значение толщины совпадает с внешним контуром ВНК (или ГВК). Чтобы рассчитать искомый объем следует проинтегрировать по площади (S) значения эффективных насыщенных толщин.

Если скважин мало или всего лишь одна, карта эффективных насыщенных толщин является скорее гипотетической, чем реальной. В этом случае строят карту общих насыщенных толщин продуктивного интервала ($H_{прод}$). Это можно сделать, имея структурную карту кровли коллектора и зная положение водонефтяного контакта (ВНК). По скважине определяют коэффициент песчанистости - отношение суммарной мощности коллекторов к общей мощности продуктивного интервала:

$$К_{песч}= h_{кол}/H.$$

Затем карта общей мощности продуктивного интервала “умножается” на коэффициент песчанистости и получается карта эффективной насыщенной мощности ($h_{эф}=H* К_{песч}$), по которой затем рассчитывают эффективный насыщенный объем:

$$Vэф= h_{эф}*S$$

После того, как эффективный насыщенный объем Vэф рассчитан тем или иным способом, требуется определить еще несколько подсчетных параметров. Для подсчета запасов нефти это коэффициент пористости (Кп), коэффициент нефтенасыщенности (Кн), плотность нефти (σ), пересчетный коэффициент (θ - коэффициент усадки) и коэффициент извлечения (η).

Если все перечисленные параметры известны, то геологические запасы нефти Qн вычисляются простым перемножением этих величин:

$$Qн = V\times Кп \times Кн \times\sigma \times \theta \times \eta \qquad (1)$$

Для подсчета запасов газа формула имеет вид:

$$Qн = V\times Кп \times Кг\times F\times (P_{нач}\,\alpha_{нач} - P_{кон}\,\alpha_{кон}) \times \eta \qquad (2)$$

где Кг – коэффициент газонасыщенности, F - температурная поправка для приведения газа к стандартной температуре 20°С, $P_{нач}$ - начальное пластовое давление на середину залежи газа

на дату расчета, $P_{кон}$ - конечное среднее остаточное давление в залежи при установлении на устье нормального атмосферного давления, $\alpha_{нач}$, $\alpha_{кон}$ - поправки на отклонение газа от закона Бойля-Мариотта (обратная величина коэффициента сверх сжимаемости), соответственно при давлениях $P_{нач}$ и $P_{кон}$, η – коэффициент газоотдачи.

Использование в формулах (1) и (2) средних величин подсчетных параметров для залежи в целом соответствует *детерминированному подходу*. Поскольку все подсчетные параметры входят в результирующую формулу в виде произведения, то относительная погрешность результата будет равна сумме относительных погрешностей определения каждого из параметров. Например, если допустить, что подсчетные параметры известны очень точно, например, так, как показано в таблице 1, то получается, что извлекаемые запасы нефти можно оценить с погрешностью не лучше 24.5%.

Большинство параметров невозможно определить с такой высокой точностью, как в таблице 1, поскольку дисперсия реальных значений, полученных по данным сейсморазведки (S - площадь), по данным ГИС и керна (мощность, пористость, нефтенасыщенность) и по аналогиям (пересчетные коэффициенты и коэффициент извлечения) значительно выше.

Для любого параметра существует предел точности его определения, превысить который невозможно по объективным причинам. Так, открытая пористость одного и того же образца керна, измеренная несколько раз подряд, может изменяться, например, от 16 до 20%, а если из одного и того же интервала взять несколько десятков образцов, то разница будет еще больше. Пористость, рассчитанная по данным каротажа скважин может иметь еще больший разброс в зависимости от методов каротажа и способов интерпретации каротажных кривых и не совпадать с измеренной на образцах.

Таблица 1

№	Параметр	Наиболее вероятное значение	Абсолютная погрешность	Относительная погрешность, %
1	Площадь, км^2	40	±1.0	2,5
2	Эффективная нефтенас. мощность, м	30	±1.0	3.33
3	Пористость,%	18%	±1.0%	5.55
4	Нефтенасыщенность,%	85%	±3%	3.53
5	Пересчетный коэффициент	0.91	±0.02	2.2
6	Плотность нефти	0.907	±0,007	0,77
7	Коэффициент извлечения	0.3	±0.02	6.67
Сумма				24,5%

Выбор порогового значения пористости, по которому разделяются коллекторы и не коллекторы, также зачастую невозможно строго обосновать, а потому его величина во многом субъективна. А это в свою очередь означает, что величина эффективной толщины, которая напрямую зависит от порогового значения открытой пористости, также определяется очень неточно.

Площадь структуры, определяемая обычно по структурным картам, полученным по данным сейсморазведки, скорректированным с учетом бурения, также имеет немалые погрешности. Это является следствием неоднозначности в прослеживании сейсмических горизонтов. В результате, объем залежи, зависящий от площади продуктивности и эффективной толщины, рассчитывается с большими погрешностями, которыми никак нельзя пренебречь. Что касается других коэффициентов, входящих в подсчетные формулы (1) и (2), то они определяются еще более неточно.

При достаточной изменчивости свойств коллекторов детерминированный подход не может дать объективную информацию о величине запасов. Более корректно это делается путем применения *вероятностно-статистических методов*, так как они показывают степень неопределенности оценки величины запасов.

Наиболее корректный путь, используемый в подобных системах оценки геологических параметров, – независимое имитационное статистическое моделирование каждого из подсчетных параметров в интервалах, определяемых погрешностью их определения.

Результат моделирования оцениваемой величины представляется в виде гистограммы, где по оси абсцисс отложены интервалы оценки запасов, а по оси ординат - частота попадания оценок в соответствующий интервал. Если эту гистограмму нормировать на общее количество статистических испытаний, то она будет соответствовать функции плотности вероятности оценок запасов. Перейдя к графику накопленной (интегральной) вероятности можно определить запасы для различного уровня надежности (вероятности) оценки запасов.

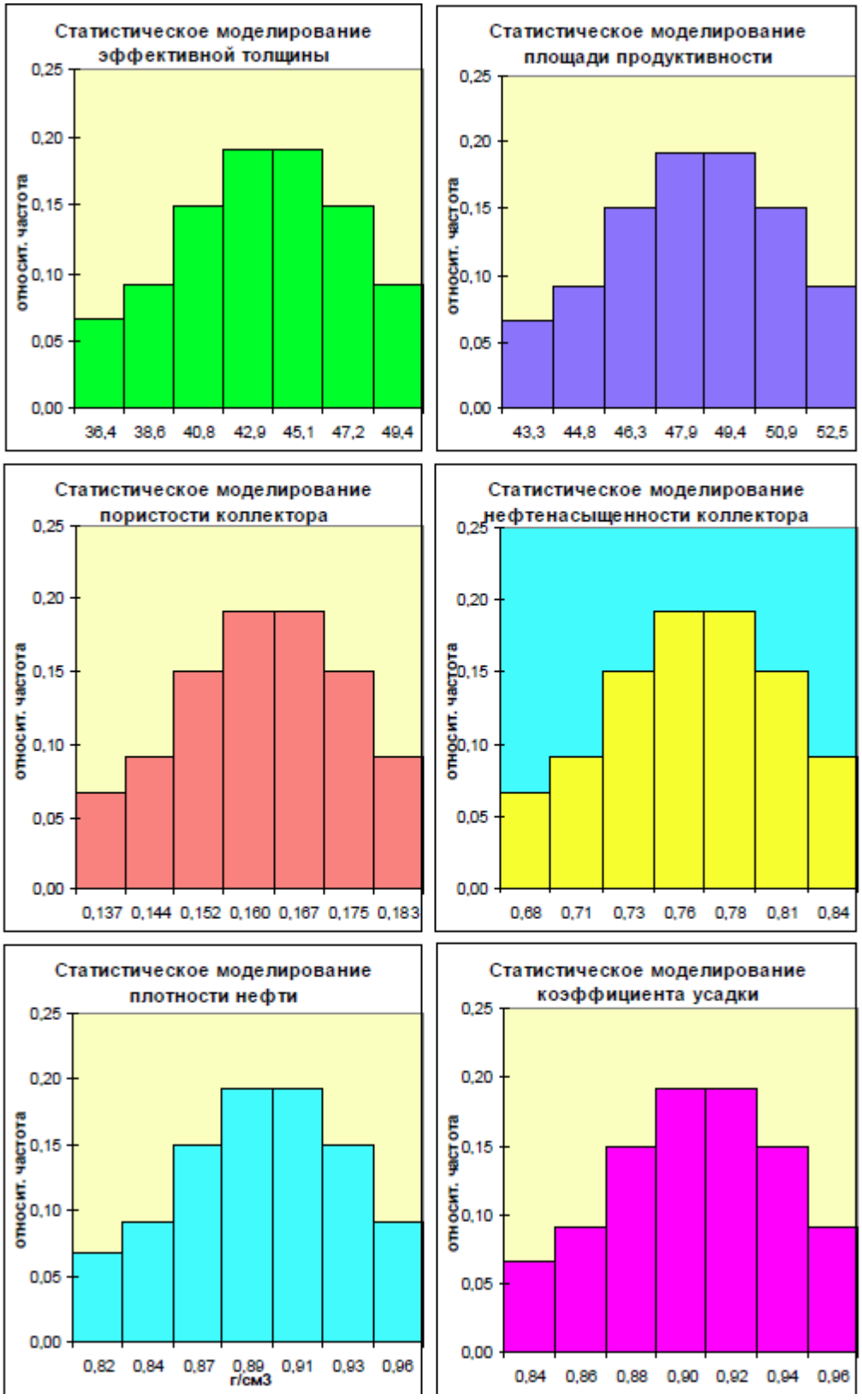
По графику интегральной вероятности определяют любые “пороговые” оценки ресурсов или запасов. Задавшись “порогом”: 90% получим минимальную оценку, 50% - лучшую или базовую, 10% - максимальную.

На рис.1 приведены гистограммы параметров, влияющих на оценку начальных суммарных ресурсов нефтяной залежи: коэффициент пористости, коэффициент нефтенасыщенности, коэффициент песчанистости, плотность нефти и т.д. Всего с помощью генератора случайных чисел было получено 1000 реализаций с заданным *нормальным распределением* по каждому параметру.

На рис. 2 приведены гистограмма и график интегральной вероятности оценок суммарных ресурсов нефтяной залежи, полученные по результатам имитационного моделирования с распределением подсчетных параметров в соответствии с рис. 1. По графику интегральной вероятности (правая шкала) видно, что лучшая (базовая) оценка составляет 64,6 млн., минимальная (90% или 0,9) - 46,5, а максимальная (0,1) – примерно 82,7 млн.т

Литература:

1. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292
2. Ампилов Ю.П., Герт А.А. Экономическая геология - М., Геоинформмарк, 2006. - 400с
3. Демидкина С. Вероятностная оценка запасов нефти и газа в программе «EVA - анализ рисков» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, факультет геологии



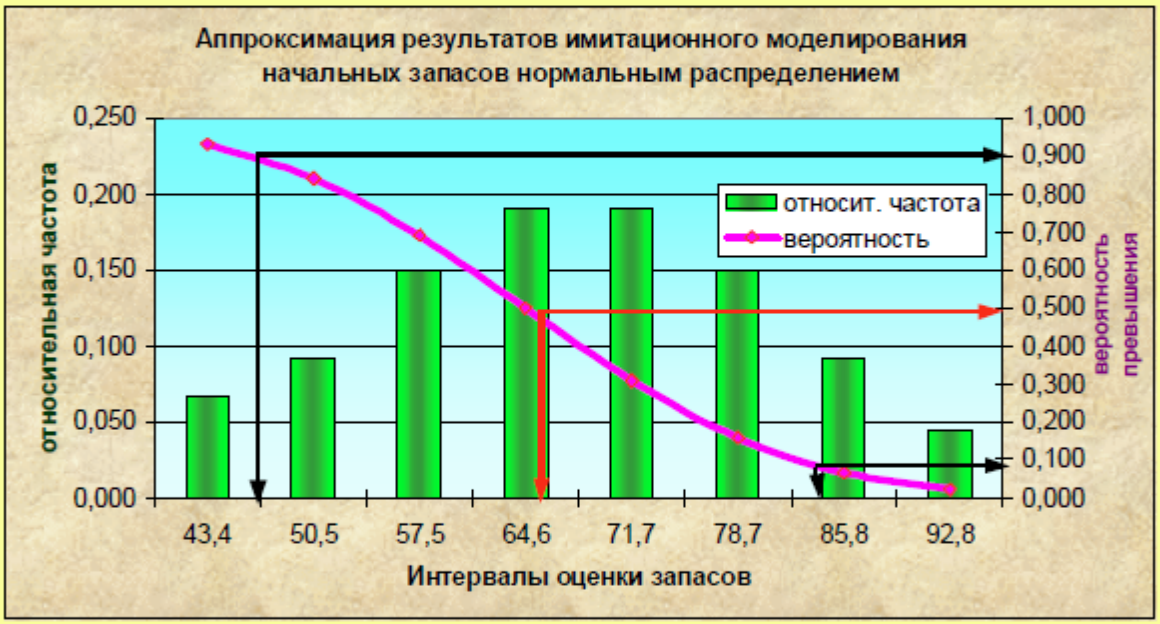
Гистограмма распределения подсчетных параметров при вероятностной оценке НСР нефтяной залежи

Результаты расчетов начальных извлекаемых запасов нефти

По детерминированной оценке извлекаемые запасы нефти: **65,5** млн.т

Количественные характеристики вероятностной оценки запасов нефти:

С вероятностью 90% запасы нефти превысят величину P90= 46,5 млн.т
С вероятностью 50% запасы нефти превысят величину P50= **64,6** млн.т
С вероятностью 10% запасы нефти превысят величину P10= 82,7 млн.т



По результатам имитационного статистического моделирования при нормальном распределении подсчетных параметров получены следующие параметры оценки:

коэффициент вариации = **0,22**
стандартное отклонение = **14,1** млн.т

Извлекаемые ресурсы нефти с учетом стандартного отклонения составят:

64,6 ± 14,1 млн.т

Пример вероятностной оценки запасов нефтяной залежи

Методические указания для выполнения расчетно-графической работы

Постановка задачи: определить запасы нефтяной залежи объемным методом, используя имитационное статистическое моделирование (метод Монте-Карло)

Исходные данные для расчета запасов представлены в таблице 1 в виде диапазона возможных значений подсчетных параметров и соответствующего закона распределения или среднего значения параметра (константа).

Формулы для расчета представлены выше при обсуждении проблемы подсчета запасов объемным методом.

Порядок выполнения работы:

1. *Определить параметры законов распределения подсчетных величин.*
2. *Выполнить N генераций ансамбля подсчетных величин и расчет запасов. Количество генераций – не менее 1000*
3. *Рассчитать и построить нормированные гистограммы подсчетных величин и запасов для получения графиков функции плотности вероятности.*
4. *Рассчитать и построить график интегральной вероятности для запасов (функция MATLAB cdfplot)*
5. *Определить квантили порядка 0,1, 0,5 и 0,9, соответствующие* максимальной, базовой и минимальной оценке запасов.
6. *Определить среднее и среднеквадратичное отклонение для запасов.*
7. *Определить тип статистического распределения запасов (нормальное, логнормальное и т.п).*

Отчет по расчетно-графической работе должен включать:

1. *Теорию моделирования методом Монте-Карло, моделирование непрерывной и дискретной СВ с известным распределением, понятие о функции плотности вероятности и интегральной функции распределения, понятие о квантилях.*
2. *Порядок выполнения работы, расчетные формулы и алгоритмы*
3. *Графики, построенные в пунктах 3 и 4 (см. этапы моделирования)*
4. *Значения величин, рассчитанных в пунктах 5-7.*
5. *Описание результатов и выводы.*

```
clear
%треуг
% N=1000
% ki=10
% xmin=4; xmax=8;
% a=xmin/2; b=xmax/2;
% u1=a+(b-a).*rand(1,1000);
% u2=a+(b-a).*rand(1,1000);
% u=u1 +u2;
% subplot(211);hist(u,ki);
% subplot(212);cdfplot(u);

% clear
% % равн.
% N=1000
% ki=15
% xmin=4; xmax=8;
% a=xmin; b=xmax;
% u=a+(b-a).*rand(1,1000);
% subplot(211);hist(u,ki);
% subplot(212);cdfplot(u);

clear
%норм.
N=1000
ki=15
xmin=4; xmax=8;
mu=(xmin+xmax)/2;
sigma=(-xmin+xmax)/6;;
u=normrnd(mu,sigma,1,N);
subplot(211);hist(u,ki);
subplot(212);cdfplot(u);
```

Варианты1-9

Вариант		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Параметр	Закон	Значения параметров								
Площадь, кв км	треуг.	41,4-52,3	4,34-5,98	34,1-37,9	0,8-3,73	14,9-16,3	11,7-18,2	9,9-10,6	25,2-26,9	14,4-18,2
Толщина продуктивного интервала, м	треуг.	12.0-24	3.1-3.5	6.9-7.8	12.5-22.9	3.4-3.8	2.6-2.8	14-24	17-19	2.3-8.7
Коэф. песчанистости, д.ед.	норм.	0,6-0,9	0,65-0,85	0,7-0,9	0,75-0,9	0,5-0,7	0,69-0,75	0,55-0,65	0,65-0,8	0,58-0,69
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,2	0,16-0,2	0,16-0,18	0,11-0,14	0,17-0,23	0,14-0,16	0,11-0,16	0,15-0,24	0,16-0,25
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,72-0,8	0,72-0,84	0,58-0,79	0,65-0,7	0,68-0,75	0,75-0,85	0,78-0,88	0,84-0,88
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,78-0,88	0,8-0,9	0,74-0,81	0,7-0,78	0,82-0,9	0,884-0,9	0,74-0,82	0,82-0,88	0,86-0,89
Коэф. пересчета, д.ед.	конст.	0,7	0,7	0,973	0,973	0,884	0,884	0,8	0,8	0,78
Коэф извлечения запасов, д.ед.	конст.	0,265	0,323	0,34	0,254	0,4	0,18	0,38	0,21	0,41

Варианты10-18

Вариант		10	11	12	13	14	15	16	17	18
Параметр	Закон	Значения параметров								
Площадь, кв км	треуг.	61,4-72,3	43,4-59,8	64,1-67,9	18-23,73	24,9-26,3	31,7-38,2	28,9-39,6	15,2-16,9	54,4-58,2
Толщина продуктивного интервала, м	треуг.	3.0-4.4	6.1-7.5	3.9-4.8	5.5-5.9	4.4-5.8	2.6-3.8	4.4-6.4	5.7-6.9	7.3-8.7
Коэф. песчанистости, д.ед.	норм.	0,39-0,46	0,35-0,45	0,48-0,65	0,25-0,38	0,43-0,56	0,29-0,35	0,25-0,35	0,45-0,68	0,18-0,39
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,21	0,15-0,20	0,14-0,16	0,19-0,24	0,21-0,24	0,22-0,26	0,18-0,24	0,16-0,20	0,11-0,15
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,74-0,80	0,62-0,70	0,58-0,65	0,65-0,72	0,68-0,72	0,74-0,80	0,72-0,82	0,81-0,85
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,74-0,75	0,85-0,9	0,76-0,78	0,72-0,74	0,82-0,84	0,87-0,91	0,75-0,80	0,80-0,82	0,86-0,89
Коэф. пересчета, д.ед.	равн.	0,73-0,75	0,71-0,75	0,85-0,90	0,87-0,92	0,87-0,88	0,75-0,81	0,78-0,81	0,83-0,85	0,74-0,76
Коэф извлечения запасов, д.ед.	равн.	0,26-0,32	0,32-0,40	0,29-0,34	0,24-0,25	0,28-0,34	0,24-0,27	0,21-0,28	0,27-0,36	0,32-0,41

Варианты19-27

Вариант		19	20	21	22	23	24	25	26	27
Параметр	Закон									
Площадь, кв км	треуг.	41,4-52,3	4,34-5,98	34,1-37,9	0,8-3,73	14,9-16,3	4,34-5,98	34,5-45,9	70,2-90,1	56,7-68,4
Эффективная мощность, м	треуг.	20-24	32-35	12-15	34-53	18-23	2-2,4	42-58	19-28	32-40
Коэф. пористости, д.ед.	норм.	0,15-0,2	0,16-0,2	0,16-0,18	0,11-0,14	0,17-0,23	0,16-0,18	0,25-0,3	0,21-0,24	0,10-0,18
Коэф.т нефтенасыщенности, д.ед.	норм.	0,72-0,79	0,72-0,8	0,72-0,84	0,58-0,79	0,65-0,7	0,58-0,79	0,65-0,78	0,80-0,85	0,70-0,75
Плотность нефти, г/куб.см	норм.	0,78-0,88	0,8-0,9	0,74-0,81	0,7-0,78	0,82-0,9	0,78-0,88	0,70-0,71	0,74-0,75	0,76-0,80
Коэф. пересчета, д.ед.	равномер.	0,79 - 0,89	0,75 - 0,78	0,78 0,86	0,88 - 0,97	0,87 - 0,98	0,85 - 0,91	0,82-0,85	0,70-0,72	0,74-0,76
Коэф извлечения запасов, д.ед.	равномер.	0,3 - 0,29	0,3 - 0,2	0,3 - 0,4	0,3- 0,36	0,3 - 0,5	0,3 - 0,2	0,45-0,50	0,35-0,4	0,28-0,38

Примеры из литературы

Интервалы оценки подсчетных параметров на различных этапах изучения месторождения

Подсчетный параметр	Интервал достоверности оценок по этапам изучения месторождения		
	1 этап	2 этап	3 этап
Пористость	15-21	16-20	16-18
Коэф-т песчанистости	0,6-0,9	0,65-0,85	0,7-0,8
Газонасыщенность	0,55-0,95	0,6 – 0,8	0,72 –0,80
Начальное пластовое давление	205 – 226	210 – 224	212 – 216
Пластовая температура	36 - 44	38 - 42	40 – 42
Поправка на отклонение от идеального газа	1,1 – 1,2	1,12-1,18	1,15-1,17

Параметр	**Значение параметра**			**Тип и характеристика распределения**
	мода	**минимум**	**максимум**	
Площадь, км^2	1,02	0,455	2,03	Треугольное
Толщина пласта, м	39,6	34,8	45,4	Треугольное
Пористость, д.ед.	0,2	0,17	0,23	Нормальное
Насыщенность, д.ед.	0,69	0,58	0,79	Нормальное
Плотность, т/м^3	0,8	0,7	0,9	Нормальное
Коэффициент пересчета	0,7	0,7	0,7	Константа
Геологические запасы, млн. т	**3,12**			

Коэффициент пересчета | мода	Нормальное	μ=0,7; σ=0,07
Плотность, т/м3 | мода	Нормальное	μ=0,8; σ=0,08
Насыщенность, д.ед. | мода	Нормальное	μ=0,69; σ=0,069
Пористость, д.ед. | мода	Нормальное	μ=0,2; σ=0,02
Толщина пласта, м | мода	Треугольное	a=34,8; b=45,4; m=39,6
Площадь, км2 | мода	Треугольное	a=0,455; b=2,03; m=1,02

Наименование параметров	Центральный участок		Северо-восточный участок			
	р-н скв.804	р-н скв.803	р-н скв.510		р-н скв.801	
Категория запасов	С1	С1	С1	С2	С1	С2
Площадь, тыс.м^2	841	37990	4344	5981	806	3738
Средневзвешенная толщина, м	1,3	2,6	1,2	1,2	1,2	1,2
Объём, тыс.м^3	1248	96786	5001	6987	991	2141
Коэффициент пористости	0,13	0,11	0,13	0,13	0,14	0,14
Коэффициент нефтенасыщенности	0,79	0,79	0,72	0,72	0,80	0,80
Плотность нефти, г/см^3	0,899					
Пересчётный коэффициент	0,973					
Коэффициент извлечения нефти	0,254	0,340	0,210	0,210	0,358	0,358

Пласт, зона	Категория запасов	Площадь нефтеносности тыс.м2	Средняя нефтенасыщенная толщина, м	Объем нефтенасыщенных пород, тыс.м3	Коэффициенты, доли ед.			Плотность нефти, г/см³	Начальные геологические запасы нефти, тыс.т.	Коэффициент извлечения нефти	Начальные извлекаемые запасы нефти, тыс.т.
					открыт. пористости	нефтенасыщенности	пересчетный				
В-II, р-н скв.803											
нефтяная зона	C_1	315	2,3	725	0,13	0,84	0,983	0,884	69	0,265	18
	C_2	5171	1,5	7832	0,13	0,84	0,983	0,884	743	0,265	197
газонефтяная зона	C_1	910	1,0	909	0,13	0,84	0,983	0,884	86	0,265	23
	C_2	5248	1,0	5422	0,13	0,84	0,983	0,884	515	0,265	136
водонефтяная зона	C_1	920	1,4	1303	0,13	0,84	0,983	0,884	124	0,265	33
	C_2	4495	1,1	4897	0,13	0,84	0,983	0,884	465	0,265	123
Итого	C_1	2145	1,4	2937					279		74
	C_2	14914	1,2	18151					1723		456
В-IIIа, р-н скв.805											
нефтяная зона	C_2	1462	1,3	1901	0,14	0,72	0,983	0,884	167	0,323	54
водонефтяная зона	C_2	320	0,9	296	0,14	0,72	0,983	0,884	26	0,323	8
Итого	C_2	1782	1,2	2197					193		62
A_{4-1+2}, р-н скв.803											
нефтяная зона	C_1	11750	4,0	46878	0,11	0,79	0,973	0,899	3563	0,340	1211
водонефтяная зона	C_1	26240	1,9	49908	0,11	0,79	0,973	0,899	3794	0,340	1290
Итого	C_1	37990	2,5	96786					7357		2501
$A_{4-1+2,}$ р-н скв.804											
нефтяная зона	C_1	90	2,4	216	0,13	0,79	0,973	0,899	19	0,254	5
водонефтяная зона	C_1	851	1,2	1032	0,13	0,79	0,973	0,899	93	0,254	24
Итого	C_1	941	1,3	1248					112		29
Итого по участку	C_1								7748		2604
	C_2								1916		518

Список литературы

1. Ампилов Ю.П., Герт А.А. Экономическая геология - М., Геоинформмарк, 2006. – 400 с.
2. Демидкина С. Вероятностная оценка запасов нефти и газа в программе «EVA - анализ рисков» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, факультет геологии.
3. Дюбруль О. Использование геостатистики для включения в геологическую модель сейсмических данных. SEG, 2002, с. 292.
4. Геостатистика: теория и практика / В. В. Демьянов, Е. А. Савельева; под ред. Р. В. Арутюняна; Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: Наука, 2010. — 327 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Физические и геологические основы сейсморазведки»

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Оглавление

Лабораторная работа №1 Влияние среды на распространение волн. Потери энергии сейсмических волн при сферическом расхождении и поглощении	3
Лабораторная работа №2 Лучевые схемы отраженных волн в однородно-слоистой модели среды	10
Лабораторная работа №3 Определение динамического диапазона, необходимого для получения сейсмической записи	13
Лабораторная работа №4 Однородно-слоистая модель среды: годографы ВСП проходящих и отраженных волн; потери энергии, связанные с отражением и преломлением	14
Лабораторная работа №5 Интегральные скоростные характеристики сейсмических сред	25
Лабораторная работа №6 Влияние пористости и порового флюида на упругие параметры среды.	26
Лабораторная работа№7 Расчет годографов отраженных волн (ОВ) и головных волн (ГВ) для двухслойной модели среды	28
Лабораторная работа №8Расчет годографов головных волн (ОВ) в двухслойной модели среды с наклонной границей раздела	30
Лабораторная работа №9 Уравнение годографа ОСТ однократно отраженных волн. Положение в разрезе общей глубинной точки. Расчет годографов ОСТ дифрагированных волн	31
Лабораторная работа №10 Расчет годографов отраженных волн (ОВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды	32
Лабораторная работа №11 Построение и анализ геосейсмической модели среды	33
Лабораторная работа №12 Расчет годографов головных волн (ГВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды	35
Лабораторная работа №13Расчет годографов головных волн (ГВ), дифрагированных волн (ДВ) и волн смешанного типа для модели сложно построенной среды	36
Лабораторная работа №14 «Построение и анализ геосейсмической модели среды в методе отраженных волн»	38

Лабораторная работа №1

Влияние среды на распространение волн. Потери энергии сейсмических волн при сферическом расхождении и поглощении

Краткая теория

Плотность энергии; интенсивность

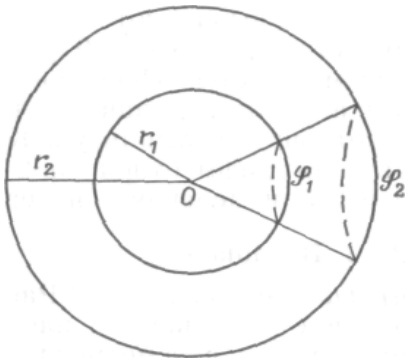


Рис. 1 Фронты S1 и S2 сферической волны, расходящейся от центра соответственно радиусов r1 и r2

Важнейшей особенностью сейсмической волны является энергия, связанная с движением среды при прохождении по ней волны. Обычно рассматривается не полная энергия волны, а энергия, выделяющаяся в окрестности точки наблюдения. Энергия, заключенная в единице объема в окрестности некоторой точки, называется *плотностью энергии.*

Рассмотрим сферическую гармоническую продольную волну см. рис.1, у которой радиальное смещение при фиксированном значении *r* расстояния от источника до приемника определяется по формуле

$$u = A\cos(\omega t + \gamma),$$

где t - время, ω - круговая частота, γ - фазовый угол. Амплитуда смещения u изменяется от -А до +А. Поскольку смещение меняется со временем, каждый элемент среды имеет скорость $\upsilon = du/dt$ и связанную с ней кинетическую энергию dE_k. В каждом элементе объема dV с плотностью ρ, она равна

$$dE_k = (\rho\, dV)\,\upsilon^2/2$$

Плотность кинетической энергии составит

$$E = dE_k/dV = \rho\upsilon^2/2 = \rho\omega^2A^2\sin^2(\omega t + \gamma)/2$$

Это выражение изменяется от нуля до максимума, равного $\rho\omega^2A^2/2$

С волной связана также потенциальная энергия, обусловленная упругими деформациями, которые возникают при прохождении волны. По мере колебания среды энергия переходит из кинетической в потенциальную и обратно, полная же энергия остается неизменной. Когда смещение частицы равно нулю, потенциальная энергия равна нулю, а кинетическая — максимальна, а при максимальном смещении частицы от исходного положения вся энергия является потенциальной. Поскольку полная энергия равна максимальному значению кинетической энергии, плотность энергии E для гармонической волны равна

$$E = \rho\omega^2A^2/2 = 2\pi^2\rho f^2A^2$$

Таким образом, плотность энергии пропорциональна первой степени плотности среды и квадратам частоты и амплитуды волны.

Интересующей нас величиной является также плотность потока энергии, то количество энергии, протекающей через единичную площадку, нормальную к направлению распространения волны, в единицу времени. Рассмотрим цилиндр бесконечно малого поперечного сечения dS, ось которого параллельна направлению распространения волны, а длина равна расстоянию, пройденному ею за время dt. Полная энергия, заключенная внутри цилиндра высотой υdt в момент времени t, составляет $E\upsilon dtdS$. В момент $t + dt$ вся эта энергия покинет цилиндр, пройдя через один из его

торцов. Поделив ее на площадь основания цилиндра dS и на интервал времени dt, получим плотность потока энергии (или интенсивность) - количество энергии, проходящей через единичную площадь за единицу времени:

$$I = E\upsilon$$

Для гармонической волны имеем

$$I = \rho\upsilon\omega^2A^2/2 = 2\pi^2\rho\upsilon f^2A^2$$

На рис.1 показан фронт сферической волны, расходящейся от центра. Рассмотрим два участка волновых фронтов S_1 и S_2 радиусов r_1 и r_2 соответственно. Энергия, протекающая наружу через сферический «колпачок» S_1 за одну секунду, должна быть равна энергии, протекающей наружу за одну секунду через сферический «колпачок» S_2 (так как энергия перемещается только в радиальном направлении). Поток энергии за секунду равен произведению интенсивности на площадь, поэтому

$$I_1\, dS_1 = I_2\, dS_2.$$

Поскольку площади S_1 и S_2 пропорциональны квадратам их радиусов, получаем

$$I1/I2 = E_2/E_1 = S1/S2 = (r_1/r_2)^2.$$

Таким образом, геометрическое (*сферическое)* расхождение энергии приводит к тому, что интенсивность и плотность энергии сферических волн уменьшаются обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. У плоской волны лучи не расходятся. Рис. 1 можно рассматривать как поперечное сечение цилиндрической волны, возбужденной очень длинным линейным источником. Дуги dS_1 и dS_2 представляют собой цилиндрические волновые фронты. Поскольку длина дуг пропорциональна радиусу, *цилиндрическое расхождение* приводит к изменению интенсивности обратно пропорционально радиусу:

$$I1/I2 = E2/E_1 = (r_1/r_2)^m$$

где m = 0,1 или *2* соответствуют плоской, цилиндрической или сферической волнам.

Отношения интенсивностей, энергий или мощностей, как правило, выражают в децибелах (дБ). Значение в децибелах представляет собой 10·lg от отношения интенсивностей, энергий или мощностей. Поскольку интенсивности изменяются как квадрат амплитуды, значение в децибелах задается также как 20·lg от отношения амплитуд.

Поглощение

Рассмотрим еще два механизма, заставляющие уменьшаться плотность энергии волны. В реальной действительности по мере прохождения волн через среду упругая энергия, связанная с волновым движением распределяется не только в зависимости от геометрии задачи, но постепенно поглощается этой средой, переходя, в конце концов, в тепло. Этот процесс называется *поглощением.* За счет него волновое движение в итоге полностью исчезает.

Поглощение меняется с частотой, поэтому измерить его очень трудно. Результаты лабораторных измерений, производимых всегда на высоких частотах, нельзя переносить на реальные полевые условия. При полевых измерениях нужно учитывать эффекты отражения и преломления, и то, что путь волн проходит по нескольким средам. Трудности измерений приводят к сильным различиям в измеренных значениях поглощения.

При распространении упругих волн в горных породах амплитуда их вследствие поглощения уменьшается с расстоянием, по-видимому, по экспоненциальному закону. Следовательно, можно написать зависимость для уменьшения амплитуды из-за одного

только поглощения

$$A=A_0 \cdot e^{-\alpha x},$$

где A и A_0 — значения амплитуды волны в двух точках волнового фронта на расстоянии x друг от друга в направлении распространения волны, а α - *коэффициент поглощения.*

Другим показателем поглощения является *коэффициентом затухания*, который основывается на уменьшении амплитуды со временем:

$$A = A_0 e^{-ht} \cos \omega t,$$

где t – задержка по времени между двумя точками волнового фронта.

Кроме того, для оценки поглощающих свойств среды удобно пользоваться *логарифмическим декрементом затухания* δ, который определяется по формуле:

$$\delta = \ln\left(\frac{\text{амплитуда}}{\text{амплитуда на один период позже}}\right)$$

Его можно выразить через коэффициент затухания как

$$\delta = hT = h/f = 2\pi h/\omega$$

где T – период. δ измеряется в неперах. Непер - это натуральный логарифм отношения амплитуд. Аналогично δ измеряется в децибелах на длину волны.

Экспериментальные данные позволяют предположить, что коэффициент поглощения α приблизительно пропорционален частоте, т. е. для конкретной породы произведение αλ (или δ) — примерно постоянная величина. Измерения декремента поглощения в общем распадаются на диапазоны, показанные в табл. 1. Значения для S-волн, в среднем, составляют 1/2—1/3 от значений для Р-волн.

Таблица 1

Логарифмический декремент поглощения δ
в дБ на длину волны для горных пород

Магматические породы	0,04 - 0,02
Осадочные породы	0,16 - 0,02
Газоносные породы	0,63 - 0,06

Механизмы, посредством которых энергия упругих волн преобразуется в тепло, еще полностью не раскрыты. Вероятно, наиболее важными механизмами являются внутреннее трение в форме трения скольжения (или прилипания, а затем скольжения) и вязкие потери в поровых флюидах. Последний механизм, наиболее значителен в сильно проницаемых породах. Другими эффектами, имеющими меньшую значимость, служат потеря части тепла, образующегося в фазе сжатия волнового движения, путем теплопроводности, пьезоэлектрические и термоэлектрические эффекты и энергия, идущая на образование новых поверхностей (играющая заметную роль только вблизи источника). Многие из постулированных механизмов предсказывают, что поглощение зависит от частоты (в жидкостях пропорционально частоте).

Для теоретической подготовки к занятиям дайте письменные ответы на вопросы:

1. Что такое сейсмическая волна?
2. Какие волны называются объемными? Указать разновидности объемных волн.

3. Какие волны называются сферическими? - плоскими?

4. Какая среда в сейсмической разведке называется: а) однородной; б) изотропной;

в) анизотропной; г) идеально-упругой; д) поглощающей.

5. Выпишите определения, а также формулы для видимых параметров сейсмических волн: частоты, круговой частоты, периода, длины волны, волнового числа, амплитуды.

6. Как изменяется видимая амплитуда сейсмических колебаний сферической волны с удалением от источника?

7. Записать формулу, показывающую изменения амплитуды смещения сейсмических колебаний в поглощающей среде.

Литература.

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр.15-20

Решите следующие задачи

(числовые параметры задач даны по вариантам в приложении 1).

Задача №1

Предположим, что в однородной изотропной поглощающей среде распространяется почти гармоническая сейсмическая волна со скоростью V_p и с видимой частотой f. На сейсмической трассе, полученной на удалении x_1 от источника, в отсутствие регулировки амплитуд регистрируется колебание волны с видимой амплитудой смещения A_{p1} , а на удалении x_2 – с видимой амплитудой A_{p2} .

1) *Определить* амплитудный коэффициент поглощения α.

2) *Определить* амплитудный коэффициент затухания h.

3) *Найти* логарифмический декремент поглощения δ в неперах, в дБ на длину волны.

4) *Найти* отношение амплитуд на трассе для 1-го и 3-го периодов и *выразить* его в дБ.

Задача №2

Используя данные задачи №1 определить амплитуду в точке x_2 по отношению к точке x_1 за счет сферического расхождения: а) в отсутствие поглощения; б) с учетом поглощения. Выразить изменения амплитуды в децибелах.

Задача №3

Сравнить потери энергии из-за поглощения и сферического расхождения сейсмических волн, распространяющихся с одинаковой скоростью V_p, но имеющих различный частотный состав: *f1, f2, f3, f4, f5*. Сравнение производить по отношению к контрольной точке, удаленной от источника на расстояние x_0, в точках наблюдений с координатами x_0+1000, x_0+2000, x_0+4000, x_0+8000. Декремент поглощения δ в дБ на длину волны взять по результатам задачи №1. Результаты оформить в виде таблицы:

Потери энергии из-за поглощения и сферического расхождения (в дБ) при декременте поглощения …. дБ/λ и скорости упругих волн ….. м/с

Частота, Гц	Длина волны, м	Расстояния до точек наблюдения, м				
		x1=	x2=	x3=	x4=	x5=
Расчетные параметры		Потери энергии из-за поглощения $E_{погл}$				
f1=						
f2=						
f3=						
f4=						
f5=						
		Потери энергии из-за сферического расхождения $E_{сф}$				
Все						
		Суммарные потери $E_{погл}$+ $E_{сф}$				
f1=						
f2=						
f3=						
f4=						
f5=						

По результатам расчета сделать выводы о том, какие потери преобладают на низких (высоких) частотах, на коротких (длинных) дистанциях. Какие потери становятся преобладающими с увеличением частоты (т.е. при высоком разрешении), с увеличением расстояния (т.е. при глубинных исследованиях)?

Исходные данные к задачам по лабораторной работе №1

Вариант	Задача 1						Задача 2		Задача 3					
	V_p,м/с	f,Гц	A_{p1},мм	X_1,км	A_{p2},мм	X_2,км	$X1$,м/с	$X2$,м/с	f_1,Гц	f_2,Гц	f_3,Гц	f_4,Гц	f_5,Гц	x_0,м
1	3200	40	5	2,5	4,4	3	500	2000	5	20	60	100	180	200
2	3000	45	4	2	3,1	2,5	200	1500	10	30	60	120	240	200
3	2000	50	6	2	5,0	2,5	1000	4000	5	20	40	80	160	100
4	2200	60	5.5	1,5	4,0	2	1000	3000	2	10	30	80	150	300
5	3500	45	3,5	2.5	2,0	3,0	100	1500	3	10	20	50	140	300
6	2800	50	5.6	2	5,0	2,5	500	2000	3	10	30	90	160	300
7	1500	60	6,5	1,5	3,5	3	400	2000	5	25	50	70	140	200
8	2000	55	6	2	3,1	2,5	300	1500	5	40	60	90	180	200
9	2500	50	5,5	2,5	2,2	3,0	200	1000	10	25	50	100	200	100
10	3000	45	5,0	3	4,0	3.5	1000	3000	5	30	60	120	240	300
11	3500	40	4,5	3,5	1,5	4.0	1000	4500	25	50	100	200	400	100
12	4000	35	4	4	2,2	4,5	400	1200	5	35	70	140	280	100
13	2200	40	5	2,5	3,5	3	500	2000	30	60	90	160	320	200
14	2400	45	4	2	3,0	2,5	1000	2500	15	30	60	90	190	200
15	2600	50	6	2	4,2	2,5	1000	3000	10	60	110	160	210	100
16	2800	60	4.5	1,5	3,0	2	800	1600	20	50	90	130	170	100
17	3000	55	3,7	4.5	2,0	5,0	100	1500	10	30	60	90	150	300
18	3400	30	4,3	2,9	2,0	3,4	200	2000	20	50	80	120	160	300
19	3800	35	6,5	2,5	4.0	3,0	400	2000	12	50	100	140	200	100
20	4200	25	7	2	4.0	2,5	800	1600	5	20	70	120	180	200

Лабораторная работа №2

Лучевые схемы отраженных волн в однородно-слоистой модели среды

Теоретическая часть:

Запишите определения следующих типов волн: монотипные, обменные, кратно-отраженные, полнократные, частично кратные. Дайте определение лучевого параметра. Сформулируйте закон Снеллиуса.

Практическая часть

Задана трехслойная однородно-слоистая модель среды с плоскими горизонтальными границами раздела, верхняя из которых – дневная поверхность. Источник волн, распространяющихся в среде, находится на дневной поверхности.

В этой модели известны:

−мощности первого и второго слоев (h_1 и h_2),

−скорости продольных волн в слоях (V_{P1}, V_{P2}),

−скорости поперечных волн (V_{S1}, V_{S2}).

1. Обозначая углы наклона сейсмических лучей, измеряемые от нормали к границе, для отраженных волн - α, для преломленных – β с индексами, обозначающими **смену направления распространения луча**, запишите уравнение Снеллиуса для следующих типов волн:

а) для отраженных монотипных волн: P_1P_1, $P_1P_2P_2P_1$;

б) для отраженных обменных волн: P_1S_1, $P_1P_2S_2S_1$

2. Для заданной модели среды при заданном угле входа волны в среду **α** (угол между лучом и нормалью к поверхности земли) постройте с соблюдением масштаба, выбранного для изображения модели, лучевые схемы (траектории распространения) следующих типов волн:

а) монотипных однократно отраженных P_1P_1, $P_1P_2P_2P_1$

б) обменных однократно отраженных (волн, изменивших тип) P_1S_1, $P_1P_2S_2S_1$

г) двукратных отраженных монотипных $P_1P_1P_1P_1$, $P_1P_2P_2P_1P_1P_2P_2P_1$

д) частично кратных отраженных монотипных $P_1P_2P_2P_2P_2P_1$, $P_1P_1P_1P_2P_2P_1$, $P_1P_2P_2P_1P_1P_1$

Для выполнения задания используйте уравнение Снеллиуса (свойство постоянства лучевого параметра). С его помощью определите углы прохождения и отражения. Зная эти углы, рассчитайте горизонтальные проекции расстояний, проходимых волнами в отдельных слоях.

Сделайте выводы, сопоставляя расстояния между источником сейсмических волн и точкой выхода луча на поверхность земли для различных типов волн.

3. **Запишите индексы всех возможных для заданной модели обменных однократно отраженных от 2 границы сейсмических волн. Обоснуйте появление таких волн.**

Литература:

1. Бондарев В.И. “Сейсморазведка”, Учебник для вузов, Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 31-32

Пример построения лучевой схемы для обменной волны $P_1P_2S_2S_1$

Вариант	V_{P1}(м/с)	V_{P2}(м/с)	V_{S1}(м/с)	V_{S2}(м/с)	h_1, м	h_2, м	α,град
25	1500	2000	400	800	200	500	20

Закон Снеллиуса позволяет найти лучевой параметр *p* по *значениям* угла, *под которым* луч входит в среду ($\alpha=20°$) и скорости в первом слое ($V_{P1}=1500$ м/с):

$$p = \frac{\sin 20°}{1500} = 0.000228$$

Лучевой параметр *p* остается неизменным при прохождении лучом сейсмических границ и отражении от этих границ. Запишем закон Снеллиуса для однократно отраженной обменной волны $P_1P_2S_2S_1$, *испытавшей преломление на 1 границе при прохождении внутрь среды (без обмена)- участок* P_1P_2, *далее отразившейся от 2 границы со сменой типа волн – участок* P_2S_2 *и, наконец, испытавшей преломление на границе 1 при прохождении в направлении к поверхности земли (без обмена) – участок* S_2S_1,

$$\frac{\sin\beta_{P1P2}}{Vp2} = \frac{\sin\alpha_{P2S2}}{Vs2} = \frac{\sin\beta_{S2S1}}{VS1} = p$$

или

$$\frac{\sin\beta_{P_1P_2}}{2000} = \frac{\sin\alpha_{P_2S_2}}{800} = \frac{\sin\beta_{S_2S_1}}{400} = 0{,}000228.$$

Отсюда определим неизвестные углы:

$\beta_{P1P2} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 2000) = 0.47(\text{радиан}) = 27°$

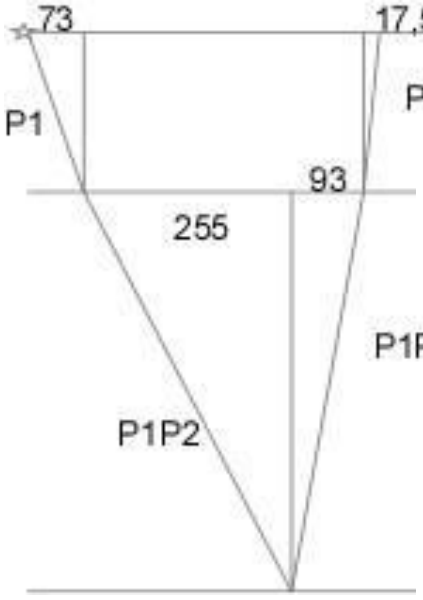
$\alpha_{P2S2} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 800) = 0.18(\text{радиан}) = 10{,}5°$

$\beta_{S2S1} = \arcsin(0{,}000228 \cdot 400) = 0.09(\text{радиан}) = 5°$

Определим проекции лучей на поверхность наблюдений (см рис. под таблицей):

Для луча P1 в 1 слое	$\Delta X_{P1} = h_1 \operatorname{tg}\alpha = 200 \cdot \operatorname{tg}20° = 73$ м
Для луча P2 во 2 слое	$\Delta X_{P2} = h_2 \operatorname{tg}\beta_{P1P2} = 500 \cdot \operatorname{tg}27° = 255$ м
Для луча S2 во 2 слое	$\Delta X_{S2} = h_2 \operatorname{tg}\alpha_{P2S2} = 500 \cdot \operatorname{tg}10{,}5° = 93$ м
Для луча S1 в 1 слое	$\Delta X_{S1} = h_1 \operatorname{tg}\beta_{S2S1} = 200 \cdot \operatorname{tg}5° = 17{,}5$ м

Лучевая схема для обменной отраженной волны $P_1P_2S_2S_1$



Поверхность земли

Граница между 1 и 2 слоем

Граница между 2 и 3 слоем

Исходные данные к задачам по лабораторной работе № 2

Вариант	V_{p1},м/с	V_{p2},м/с	V_{s1},м/с	V_{s2},м/с	h_1, м	h_2, м	α,град
1	*1700*	*3000*	*800*	*2000*	*400*	*500*	*10*
2	*2000*	*2100*	*1000*	*1200*	*300*	*600*	*25*
3	*2500*	*3000*	*1200*	*1600*	*700*	*400*	*20*
4	*2200*	*2600*	*800*	*1500*	*600*	*1000*	*15*
5	*1600*	*2200*	*600*	*1200*	*300*	*500*	*20*
6	*1500*	*2500*	*600*	*1500*	*400*	*200*	*15*
7	*1800*	*3000*	*800*	*1800*	*500*	*800*	*25*
8	*2000*	*2100*	*900*	*1000*	*300*	*700*	*10*
9	*2500*	*3000*	*1200*	*1600*	*500*	*200*	*20*
10	*3500*	*4000*	*1600*	*1800*	*1000*	*600*	*20*
11	*2800*	*3000*	*1300*	*1700*	*500*	*1000*	*15*
12	*2400*	*2600*	*600*	*1200*	*200*	*400*	*25*
13	*1800*	*2200*	*500*	*800*	*300*	*400*	*10*
14	*1500*	*2500*	*500*	*1000*	*400*	*900*	*25*
15	*2000*	*3500*	*900*	*1000*	*400*	*200*	*10*
16	*2200*	*4000*	*1000*	*2000*	*800*	*1200*	*25*
17	*1600*	*3200*	*600*	*1000*	*300*	*800*	*10*
18	*1700*	*2500*	*800*	*1100*	*400*	*600*	*15*
19	*1800*	*3000*	*600*	*1600*	*800*	*600*	*20*
20	*1900*	*2000*	*900*	*800*	*200*	*500*	*20*

Лабораторная работа №3
Определение динамического диапазона, необходимого для получения сейсмической записи

Под *динамическим диапазоном* сейсмической записи понимают отношение амплитуды максимального сигнала, который может быть правильно зарегистрирован, к амплитуде минимального сигнала. *Динамический диапазон* рассчитывается в дБ.

Сейсмические волны, распространяясь в геологической среде, испытывают потери энергии (происходит уменьшение амплитуды волны) в основном вследствие трех механизмов: *отражения-преломления, сферического расхождения* и *поглощения*. Эффекты *расхождения* фронта и *поглощения* были подробно рассмотрены в лабораторной работе №1. Здесь мы остановимся на механизме *отражения-преломления*

При изучении отраженных волн нас будет интересовать доля энергии, которая возвращается к поверхности земли. Эта доля определяется *коэффициентом отражения*, который представляет собой отношение амплитуды отраженной от границы волны к амплитуде волны, падающей на границу. При углах падения волны на границу близких к нулю *коэффициент отражения* рассчитывается через акустические жесткости горных пород, расположенных выше и ниже отражающей границы (ОГ). Акустическая жесткость в какой-либо точке среды представляет собой произведение скорости упругих волн - V в этой среде на плотность - ρ: $\gamma = V\rho$. Коэффициент отражения для границы раздела двух сред 1 и 2 с акустическими жесткостями γ_1 и γ_2 будет равен: $R=(\gamma_2 - \gamma_1)/(\gamma_1 + \gamma_2)$, при условии, что волна падает на границу из среды 1. Коэффициент R принимает значения в диапазоне от -1 до +1. Для большинства сейсмических границ он по модулю не превышает 0,2. При падении волны из среды с меньшей жесткостью на границу с более жесткой средой он принимает положительное значение, в противоположном случае – он имеет отрицательное значение.

При вертикальном падении волны на отражающую границу энергия сейсмической волны распределяется между отраженной волной и проходящей (преломленной) волной. Относительная амплитуда проходящей волны определяется коэффициентом прохождения, который в этом случае равен T=1-R. Волна, отраженная от какой-либо границы, проходит через все выше расположенные отражающие границы дважды - вниз и вверх, за счет этого она также теряет часть своей энергии. Ее относительная амплитуда будет ослаблена на каждой границе, через которую она проходит, в $1-R^2$ раз. При малых значениях R это ослабление можно считать незначительным.

Исходные данные: таблица, описывающая геолого-геофизическую модель среды. В ней содержатся сведения о геологической привязке отражающих горизонтов (ОГ), глубине - z до отражающих границ, пластовые скорости V, средние плотности в слоях ρ.

Постановка задачи:

На поверхности земли расположены источник и приемник сейсмических волн. Расстояние X_0 между ними таково, что углы падения-отражения для волн, приходящих от глубинных ОГ, приближенно можно считать равными нулю (нулевой вынос).

Требуется оценить относительные амплитуды сейсмических волн, отразившихся от каждой ОГ и пришедших к приемнику. Будем считать, что максимальной регистрируемой амплитудой является амплитуда прямой волны, приходящей от источника к приемнику вдоль границы земля-воздух и она равна 1. Путь, пройденный каждой отраженной волной, принять равным удвоенной глубине до соответствующей ОГ. При расчете учесть суммарные потери энергии сейсмических волн за счет отражения, сферического расхождения и поглощения. При расчетах X_0 принять равным 5 м, коэффициент поглощения α - равным 0,001 $м^{-1}$. Потери энергии рассчитать в дБ. Построить графики зависимости потерь энергии от глубины до отражающих границ z. Определить необходимый динамический диапазон регистрации отраженных волн для заданного геосейсмического разреза (в дБ).

Лабораторная работа №4

Однородно-слоистая модель среды: годографы ВСП проходящих и отраженных волн; потери энергии, связанные с отражением и преломлением

Исходные данные: геосейсмическая модель

Формулировка задания

1. Дайте определения: коэффициент отражения; коэффициент прохождения (преломления); закритические отражения; нормальное падение на границу,

Поясните что такое линейный, поверхностный, продольный, непродольный годографы. Проиллюстрируйте это графическими схемами. Ответьте на вопрос, к каким из этих типов годографов относятся годографы ВСП.

2. Выпишите формулы для: относительной энергии отраженной волны; проходящей волны.

3. Для однородно-слоистой модели среды рассчитайте годографы ВСП и постройте их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

4. Постройте график средней скорости Vср(z), опираясь на годограф проходящей волны.

5. В точке приема, расположенной на поверхности земли у устья скважины, определите относительные потери амплитуд (энергии), связанные с процессами отражения и преломления сейсмических волн на границах пластов, а также в связи с расхождением и поглощением. Для двух последних видов потерь принять следующие условия: доминирующая частота сейсмического сигнала 50 Гц, декремент поглощения 0,1 дБ на 1 длину волны, интенсивность (амплитуда в контрольной точке 1, ее удаление от источника 10 м. Выразите потери энергии в децибелах. Децибел – единица измерения относительного изменения мощности сигнала:

$$K=20 \lg(A_{вых}/A_{вх}).$$

Рассмотрите потери энергии для всех видов отраженных волн, для которых построены годографы в пункте 3.

Сравните потери энергии

а) однократно отраженных волн для мелко и глубоко залегающих границ,

б) однократно и кратно отраженных волн.

6. Считая в качестве полезного сигнала однократно отраженные волны, а в качестве помех кратные волны всех типов, определите для каждой однократно отраженной волны возможные помехи.

Кратную волну будем считать помехой, если время ее выхода на поверхность земли близко ко времени полезной волны.

Для каждой однократно отраженной волны составить таблицу со столбцами:

- индекс однократно отраженной волны (полезной),

- индекс кратной волны (помехи),

- отношение сигнал/помеха на поверхности земли.

Отношение сигнал/помеха представляет собой отношение амплитуды сигнала к амплитуде (или суммарной амплитуде) помех. **Проанализируйте полученные результаты.**

Методические указания по расчету годографов.

Под годографом ВСП (вертикального сейсмопрофилирования) понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

В однородно-слоистой модели среды при распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) мы имеем дело с нормальным падением сейсмических волн на границы раздела между слоями. Если из источника распространяется продольная волна (Р), то могут образоваться следующие типы монотипных продольных волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные, кратно-отраженные (полнократные и неполнократные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля и, следовательно, время ее прихода в ту или иную точку профиля зависит от скорости на тех участках профиля, через которые она проходит. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное движение волн внутри пластов и резкое изменение скорости при переходе в следующий пласт. График такого движения (годограф) будет представлять собой ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах пластов, а наклон звеньев будет зависеть от скорости распространения волн в пластах.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в устье скважины, имеет координаты z=0, t=0. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу волны на отражающую границу. Остальная часть годографа представляет собой линию, симметричную относительно этой начальной точки. Таким образом, специальных расчетов для годографа отраженных волн не требуется, он легко составляется из соображений симметрии. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель может быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн.

Методические указания по расчету относительных потерь энергии за счет процессов отражения и прохождения сейсмических волн.

Следует воспользоваться материалом лекции 3 [1], раздел 3.2 «Перераспределение энергии сейсмических волн в процессе отражения и преломления» стр.33-35

Литература:

2. Бондарев В. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007. стр. 16-20, 33-35, 61-64.

3. Бондарев В. И., Крылатков С.М. Сейсморазведка, Т.1: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2010. С.20-24, 33-35, 106-109

Вариант №1

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,0	3800	2,4
Т	Кровля тюменской свиты	3,5	4000	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №2

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	0,9	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,1	1900	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,7	2000	2,3
М	Кровля фроловской свиты	2,0	2500	2,4
Б	Баженовская свита	3,5	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		4000	2,7

Вариант №3

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,1	2200	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,9	2900	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3500	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3700	2,5
А	Подошва платформенного		4000	2,7

	чехла			

Вариант №4

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,00	2600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3200	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,2	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	3600	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3	3700	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,6

Вариант №5

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1800	1,6
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2600	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2900	2,1
Т	Кровля тюменской свиты	3,3	3400	2,4
А	Подошва чехла		3600	2,5

Вариант №6

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
К	Кровля ганькинской свиты	0,9	1600	1,6
Г	Кровля покурской свиты	1,1	2000	1,8
М	Подошва кошайской свиты	1,9	2500	2,4
БВ8	Кровля песчанного пласта БВ8, вандейская свита	2,4	3100	2,2

Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3700	2,4
А	Подошва осадочного чехла		3950	2,5

Вариант №7

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	0,5	1900	1,9
Г	Кровля уватской свиты	1,1	2200	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,4	2500	2,2
М	Кровля фроловской свиты	1,8	2700	2,3
Б	Кровля тюменской свиты	2,4	3000	2,5
А	Подошва осадочного чехла		3200	2,8

Вариант №8

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Верхний мел, кровля уватской свиты	1,1	2400	2
М	Нижний мел, кровля пласта АС 1	2,0	3400	2,1
НАС10	Нижний мел, кровля пласта АС 10	2,4	4100	2,2
НБС4,1	Нижний мел, кровля пласта БС4,1	2,8	4350	2,3
Б	Верхняя юра, кровля баженовской свиты	3,6	4380	2,3
А	Подошва осадочного чехла		4400	2,4

Вариант №9

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля сеноманского яруса	0,8	1600	2,1
М	Поздне сеноманское отложение	1,5	2100	2,2
Н	Поздне валанжин-ранеапский ярус	2,3	3200	2,4
Б	Верхняя юра	3,1	3600	2,3

Т	Средняя и нижняя юра	3,7	3900	2,2
А	Подошва осадочного чехла		4200	2,5

Вариант №10

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	1,0	1500	2,1
Г	Кровля покурской свиты	1,3	2200	2,2
М	Нижний мел	2,1	2550	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,7	2900	2,4
Т	Кровля васюганской свиты	2,8	3400	2,3
А	Подошва чехла		4000	2,7

Вариант №11

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля березовской свиты	1,0	2100	2,0
Г	Кровля покурской свиты	1,3	1800	2,1
М	Кровля алымской свиты	2,1	2200	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	3500	2,4
Т	Тюменская свита	3,3	3700	2,9
А	Подошва чехла		4200	3,1

Вариант №12

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	2800	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3300	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,3	3800	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	4000	2,5
Т	Кровля тюменской свиты	3	4300	2,4

А	Подошва чехла		4500	2,6

Вариант №13

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля покурской свиты	0,9	2300	2,3
М	Подощва алымской свиты	1,7	2800	2,3
Д	Кровля мегионской свиты	2,3	2900	2,3
Б	Кровля баженовской свиты	2,6	3500	2,5
Т	Граница в верхней части тюменской свиты	3,2	3900	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,8

Вариант №14

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Уватская свита	1,1	1800	1,8
М	Подошва кошайской свиты	1,9	2700	2,2
Б1	Кровля баженовской свиты	2,8	3300	2,4
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,9	4200	2,4
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	3,5	3200	2,4
А	Подошва чехла		3500	2,6

Вариант №15

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Кровля нижнемелового комплекса	0,9	1500	2,1
М	Низы покурской свиты	1,8	2100	2,2
Б	Баженовская свита	2,9	2700	2,3
Т1	Кровля среднеюрских отложений	3,1	3100	2,3
Т2	Нижняя юра	3,4	3100	2,4
А	Подошва чехла		3200	2,6

Вариант №16

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Кровля уватской свиты	0,9	1800	2
М	Кровля фроловской свиты	1,8	2700	2,3
Б	Баженовская свита	2,5	3000	2,4
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты	2,7	3100	2,5
Т3	Граница тюменской свиты	3,5	3400	2,5
А	Подошва чехла		3700	2,6

Вариант №17

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	1800	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	1,4	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	1,8	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	2,7	3400	2,4
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3800	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №18

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	0,9	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,1	2300	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	1,9	2600	2,3
М	Кровля фроловской свиты	2,5	2800	2,4
Б	Баженовская свита	3,5	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		3500	2,7

Вариант №19

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	0,9	1500	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,9	1800	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	2000	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2500	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,1	3100	2,5
А	Подошва платформенного чехла		3800	2,7

Вариант №20

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,00	1600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	2500	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,2	3000	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	3300	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3	3700	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,6

Вариант №21

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,6	2100	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,3	2700	2,2
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	2900	2,1
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,5	3800	2,4

Т	Кровля тюменской свиты	4,2	4000	2,4
А	Подошва чехла		4200	2,5

Вариант №22

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
С	Верхний мел	1,2	1700	1,9
Г	Кровля покуровской свиты	1,9	1900	2,1
М1	Кровля викуловской свиты	2,7	2000	2,3
М	Кровля фроловской свиты	3,1	2500	2,4
Б	Баженовская свита	3,9	3300	2,6
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты		4000	2,7

Вариант №23

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,0	2200	2,2
М	Подошва кошайской пачки	1,8	2900	2,3
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3400	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	3,3	3600	2,3
Т	Кровля тюменской свиты	3,9	4000	2,5
А	Подошва платформенного чехла		4000	2,7

Вариант №24

Индекс волны	Литологический состав	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
1	2	3	4	5
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,2	2600	2,3
М	Подошва кошайской пачки	1,8	3200	2,4
Н	Кровля мегионской свиты	2,6	3450	2,4
Б	Кровля баженовской свиты	3,3	3600	2,3

Лабораторная работа №5

Интегральные скоростные характеристики сейсмических сред

Задание:

1. Составьте таблицу «Характеристика скоростных параметров, используемых в сейсморазведке». В таблице описать пластовую, среднюю, лучевую, эффективную и предельную эффективную скорости по следующим пунктам: 1) определение, 2) расчетная формула, 3) для чего используется.

2. Изучите поведение средней и эффективной моделей среды на примере двухслойной модели среды. Сделайте выводы, как изменяются эти скорости а) с глубиной, временем to, б) в зависимости от соотношения мощности 1 слоя и глубины расчетной точки.

3. По данным об упругих характеристиках однородно-слоистой модели среды рассчитайте среднюю и предельную эффективную скорости в точках, соответствующих границам пластов.

4. Постройте графики зависимости средней и эффективной скоростей от глубины. Рассчитайте абсолютные (в м/с) и относительные (в %) расхождения между средней и эффективной скоростями. Сделайте выводы о возможности замены одной скорости на другую.

5. Рассчитайте для каждой сейсмической границы время двойного пробега $t_0 = 2t_B$ *Постройте график зависимости предельной эффективной скорости от времени* t_0.

Краткая теория

При решении прямых и обратных задач сейсморазведки наряду с интервальными (дифференциальными) скоростями широко используются интегральные скорости, такие как средняя скорость, эффективная скорость, предельная эффективная (среднеквадратичная) скорость.

Использование скоростных интегральных характеристик позволяет упростить расчеты по определению положения сейсмических границ, а также получать по значениям интегральных скоростей разрезы дифференциальных интервальных (истинных) *скоростей.*

Наиболее просто вычисления интегральных скоростей можно производить для модели слоисто-однородных сред с горизонтальными границами раздела. Для вычисления средней скорости *до подошвы пласта с номером* N *используется следующая формула:*

$$V_{cpN} = \frac{\sum_{i=1}^{N} h_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} = \frac{H_N}{t_{BN}}$$

, где h_i, V_i *– мощность и скорость в пластах,* H_N *– суммарная мощность пачки из* N *пластов,* t_{BN} *– время пробега волны до подошвы* N *пласта по вертикали.*

Из эффективных скоростей наиболее популярной является предельная эффективная скорость*, которая однозначно связана с распределением интервальных скоростей в разрезе. Она может быть использована для изучения отраженных волн падающих на границы почти вертикально. На подошве пачки из N однородных слоев с горизонтальными границами раздела эта скорость рассчитывается по формуле:*

$$V_{пр.эф}^{N} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} h_i \cdot V_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}}}.$$

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 56-57

Лабораторная работа №6

Влияние пористости и порового флюида на упругие параметры среды.

Письменно ответьте на вопросы:

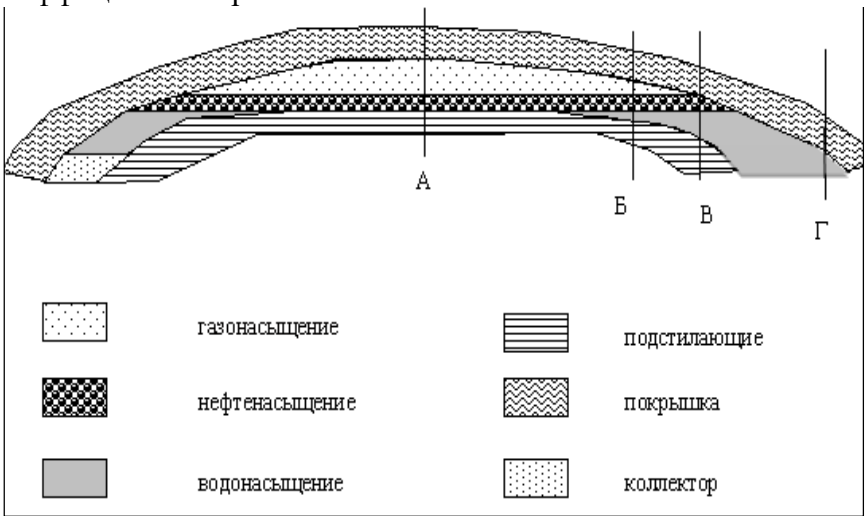
8. Что означает термин «яркое пятно»?
9. Как отображается на сейсмических разрезах контакт различных по составу флюидов?

Литература стр. 216-218 Воскресенский Ю.Н. Полевая геофизика, 2010

Задание

Исходные данные: геосейсмическая модель среды (числовые параметры по вариантам).

1) Рассчитайте коэффициенты отражения для кровли и подошвы коллектора, а также на флюидных контактах (ВНК, ГНК).
2) Начертите графики изменения коэффициентов отражения в заданных точках А, Б, В, Г на геологической схеме.
3) Сравните коэффициенты на флюидных контактах с коэффициентами отражения на кровле и подошве пласта коллектора. Как меняются коэффициенты отражения по кровле и подошве пласта коллектора? Какие границы имеют повышенные (по модулю) коэффициенты отражения?



Схематичный геологический разрез: А-Г сечения в которых требуется определить коэффициенты отражения.

Формулы для расчета упругих параметров флюидонасыщенного коллектора:

$\frac{1}{V_p} = \frac{n}{V_f} + \frac{1-n}{V_m}$, $\rho = n \cdot \rho_f + (1-n)\rho_m$, где

V_p -	Скорость продольных волн флюидонасыщенного коллектора
V_f-	Скорость продольных волн во флюиде
V_m -	Скорость продольных волн в минеральном скелете (брать по породообразующим минералам)
n -	Пористость породы коллектора
ρ -	Плотность флюидонасыщенного коллектора
ρ_f-	Плотность флюида
ρ_m -	Плотность минерального скелета породы коллектора (брать по породообразующим минералам)

$R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$, где

R - коэффициент отражения

γ_1, γ_2- акустические жёсткости соответственно в слоях над и под отражающей границей ($\gamma = V \cdot \rho$)

Справочная таблица упругих характеристик флюидов, минералов и горных пород

Среда	*Скорость, км/с*	*Плотность, г/см^3*
Газ, метан	*0,5*	*0,0007*
Нефть	*1,3-1,42*	*0,82-0,92*
Вода	*1,45-1,7*	*1-1,26*
Кальцит	*6,7*	*2,73*
Доломит	*6,7*	*2,94*
Арагонит	*5,67*	*2,94*
Галит	*4,6*	*2,16*
Полевые шпаты калиевые	*5,7-5,9*	*2,56*
Плагиоклазы	*6,1-6,24*	*2,61-2,64*
Кварц	*6,25*	*2,62*
Известняк	*4,3-6,7*	*2,62-2,87*
Аргиллит,	*2,5-3,3*	*2,6-2,78*
Песчаник	*2,5-4,5*	*2,58-2,89*
Гидрохимические	*3,7-4,6*	*2,15-2,3*
Алевролит	*3,8-4,5*	*2,62-2,86*
Ангидрит	*4,4-5,8*	*2,92-3*
Гравелит	*3-5,4*	*2,58-2,89*
Брекчия	*3,5-5,6*	*2,58-2,89*

Варианты

№	*Подстилающие горные породы*	*Пласт коллектор*	*n, %*	*Породы покрышки*
1	*соль*	*известняк*	*10*	*аргиллит*
2	*аргиллит*	*известняк*	*15*	*аргиллит*
3	*соль*	*песчаник*	*10*	*аргиллит*
4	*соль*	*алевролит*	*10*	*аргиллит*
5	*аргиллит*	*алевролит*	*15*	*аргиллит*
6	*аргиллит*	*известняк*	*5*	*аргиллит*
7	*аргиллит*	*известняк*	*8*	*доломит*
8	*доломит*	*известняк*	*12*	*аргиллит*
9	*доломит*	*известняк*	*20*	*соль*
10	*доломит*	*песчаник*	*15*	*соль*
11	*ангидрит*	*песчаник*	*20*	*аргиллит*
12	*аргиллит*	*гравелит*	*10*	*аргиллит*
13	*аргиллит*	*брекчия*	*15*	*аргиллит*
14	*ангидрит*	*известняк*	*15*	*аргиллит*

15	*аргиллит*	*известняк*	*10*	*аргиллит*
16	*известняк*	*песчаник*	*10*	*аргиллит*
17	*ангидрит*	*алевролит*	*10*	*аргиллит*
18	*аргиллит*	*песчаник*	*15*	*доломит*
19	*аргиллит*	*известняк*	*15*	*доломит*

Лабораторная работа№7

Расчет годографов отраженных волн (ОВ) и головных волн (ГВ) для двухслойной модели среды

Ответить на вопросы:

1. Что в сейсморазведке понимают под кинематическими особенностями сейсмических волн?

2. Для чего используются мнимые источники при выводе уравнения годографа ОВ?

3. Как изменится годограф ОВ для выпуклой границы?

4. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

5. Как изменится годограф ГВ для вогнутой границы?

Исходные данные: модель среды из лабораторной работы №2

Формулировка задания

1. Рассчитать и построить наземные продольные годографы t(x) прямых, головных и отраженных волн для модели однородный слой на однородном полупространстве с горизонтальной границей раздела.

2. Рассчитать и построить наземные продольные годографы t(x) прямых, головных и отраженных волн для модели однородный слой на однородном полупространстве с наклонной границей раздела (угол наклона φ дается по вариантам).

3. Сделать выводы об изменении формы годографов для наклонной границы по сравнению с годографами для горизонтальной границы.

Расчетные формулы

А. Уравнение годографов прямой волны: $t(x) = \pm x/V_1$

Б. Уравнение годографов головных волн

Расчетная формула для годографа ГВ для наклонной границы:

$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1}$, где $t_0 = \frac{2 \cdot h_1 \cdot \cos i}{V_1}$,

i – критический угол, знак «плюс» для угла φ берется при расчете годографов по падению границы, «минус» - по восстанию, V_1, h_1 - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником для первого пласта.

Координаты начальной точки годографа:

$x_н = \frac{2h_1 \sin i}{\cos(i \pm \phi)}$, $t_н = t(x_н)$.

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по падению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$

Для угла φ=0 можно использовать более простые выражения:

$t_{\text{н}} = \frac{2h_1}{V_1 \cdot \cos i}$; $x_{\text{н}} = 2h \cdot \text{tgi}$; $t(x) = t_{\text{н}} + \frac{x - x_{\text{н}}}{V_2}$.

Б. Уравнение годографов отраженных волн

.

Расчетная формула для годографа ОВ для наклонной границы:

$$t(x) = \frac{1}{V_1}\sqrt{(x + 2h_1 \cdot \sin\phi)^2 + (2 \cdot h_1 \cos\phi)^2},$$

где V_1, h_1 соответственно скорость продольных волн и мощность для первого пласта.

Координаты точки минимума годографа:

$$x_{\min} = -2h_1 \sin\phi$$
$$t_{\min} = 2h_1 \cos\phi / V_1$$

Время пробега ОВ от источника по нормали до границы и обратно t_0:

$$t(x)|_{x=0} = t_0 = 2\,h_1/V_1$$

Для угла φ=0 можно использовать более простое выражение:

$t(x) = \sqrt{t_{0^2} + \frac{x^{\ 2}}{V_{1^2}}}$ где $t_0 = 2\,h_1 / V_1$

Методические указания

Принять следующую систему наблюдений: приемники расположены на прямолинейном профиле, длина которого в 10 и более раз больше глубины h_1 до сейсмической границы согласно исходной модели. Источник сейсмических волн расположен в середине профиля. Глубина по нормали до границы под источником равна глубине до границы в исходной модели. Шаг пикетов приема равен 100 м. Точность расчета до 2 мс. Источник располагается в начале координат. Для горизонтальной границы в силу симметрии годографов относительно положения источников построения выполнять только при положительной координате *x*.

Годографы для горизонтальной и наклонной границ следует построить на отдельных чертежах. На этих же чертежах отобразить лучевые схемы для характерных точек годографов и какой-либо рядовой точки. Для отраженных волн построить мнимый источник для удобства изображения лучевых схем.

Выполнить анализ кинематических особенностей регистрируемых головных волн от наклонной границы по отношению к варианту без наклона. Дать характеристику годографов головных волн по падению и по восстанию границы (сравнить расстояние до нач. точки, кажущиеся скорости по годографу), годографов отраженных волн (оценить смещение минимума годографа при наклоне границы, различие времен на концах базы регистрации). Определить точку (точки) пересечения годографов прямых и головных волн. Определить участок, где головные волны приходят к приемникам в первых вступлениях (первыми по времени), во-вторых вступлениях.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГГА, 2007, стр. 67-69, рис.7.1, 73-76, рис.7.7 (ПВ О2), 7.9,7.10

Лабораторная работа №8

Расчет годографов головных волн (ОВ) в двухслойной модели среды с наклонной границей раздела

Ответить на вопросы:

6. Какова форма годографа головной волны?

7. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

8. Какая скорость будет определять наклон годографа для волны а) PPP, б) SSS, в) PSP, г) PPS для горизонтальной преломляющей границы?

9. Как изменится годограф ГВ а) для вогнутой границы, б) для выпуклой границы?

10. Приведите схему взаимного положения годографов прямых (ПВ), отраженных (ОВ)и головных (ГВ) волн для горизонтальной сейсмической границы. Поясните а) наличие общей точки у годографов ОВ и ГВ (стр. 76), б) точки пересечения у годографов ГВ и ПВ (стр.76), в) асимптоты в виде годографа ПВ для годографа ОВ (стр. 68).

Исходные данные: сейсмическая модель из предыдущей лабораторной работы.

Задания:

1. Для первой преломляющей границы выполнить расчеты наземных продольных годографов *t(x)* головных волн PPP при угле наклона сейсмической границы φ = 0, 5, 10 градусов и годографов прямых волн P при центральном положении источника на профиле.

Расчетная формула для годографа ГВ:

$$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1} \quad (1),$$

где $t_0 = \frac{2 \cdot h \cdot \cos i}{V_1}$, i – критический угол, $\sin i / V_1 = \sin 90 / V_2$,

V_1, h - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником для первого пласта, x – расстояние от источника до точки приема.

Для угла наклона φ знак «плюс» берется при расчете годографов по падению, «минус» - по восстанию.

Координаты начальной точки годографа головных волн:

$x_н = \frac{2h \sin i}{\cos(i \pm \phi)}$, $t_н = t(x_н)$ см формулу 1.

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по радению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$.

Уравнение прямой волны: $t(x) = \pm x / V_1$

2. Построить:

- годографы головных волн по падению и по восстанию,
- годографы прямых волн,
- лучевые схемы по падению и по восстанию границы для начальных точек годографов ГВ.

3. Выполнить анализ кинематических особенностей регистрируемых головных волн от наклонной границы по отношению к варианту без наклона, сравнить варианты со

значениями углов наклона границы 5 и 10 градусов. Дать характеристику годографов головных волн по падению и по восстанию границы. Определить координату *x* точки, где головные волны приходят к приемникам в первых вступлениях. Определить интервал значений x, где головные волны приходят во вторых вступлениях.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 68, 73-76 (раздел 7.5 Годографы головных волн)

Лабораторная работа №9

Уравнение годографа ОСТ однократно отраженных волн. Положение в разрезе общей глубинной точки. Расчет годографов ОСТ дифрагированных волн

1. Рассчитать и построить для модели из предыдущей работы годографы ОСТ однократно отраженных волн при углах наклона отражающей границы 0 и 15 (-15) градусов. Ответить на вопросы: а) какова форма годографа ОСТ, б) как зависит форма годографа от величины и знака угла падения отражающей границы, в) почему форма годографа ОСТ относительно ОСТ симметрична.

2. Заполнить приведенную ниже таблицу:

Относительное смещение (*ΔL/l*)*100% точки отражения в методе ОСТ, при угле наклона границы 15 градусов.

l	l/h_0	*ΔL*	**(*ΔL/l*)*100%**
0			
50			
…			
2* h_0			

В таблице *l* – расстояние между источником и приёмником, h_0 – длина перпендикуляра проведённого из ОСТ до границы, *ΔL* - смещение точки отражения на границе, *ΔL/l*- относительное смещение, l/h_0 - отношение между выносом* и глубиной исследования.

Выделить в расчетной таблице отношения l/h_0, для которых *ΔL/l* не превышает 2 %. Определить максимальный вынос, удовлетворяющий этому условию.

*вынос - удаление источник-приёмник

3. Построить годографы ОГТ дифрагированных волн для следующих случаев:
а) точка дифракции имеет координату по оси OX одинаковую с точкой ОСТ,
б) справа от ОСТ, в) слева от ОСТ (расстояние задать самостоятельно),
г) точка дифракции расположена на поверхности земли в точке ОСТ,
д) справа от ОСТ, е) слева от ОСТ.

Расчетные формулы:

▪ *Уравнение годографа ОСТ отраженных волн*

$t(l) = \sqrt{t_0^2 + \frac{l^2}{V_{\text{ОГТ}}^2}}$, где $t_0 = \frac{2*h_0}{V}$, $V_{\text{ОГТ}} = \frac{V}{\cos\phi}$, l – удаление источник – приемник, скорость над отражающей границей, h_0 - глубина до отражающей границы по нормали под точкой ОСТ, φ - угол наклона отражающей границы.

Диапазон изменения *l* от *0* до *2* h_0.

▪ Относительное смещение точки отражения вдоль границы от предполагаемого положения этой точки:

$$\frac{\Delta L}{l} = \frac{l}{h_0} \cdot \frac{\sin(2 \cdot \phi)}{8}$$

▪ *Уравнение годографа ОСТ дифрагированных волн*

$t(l) = \sqrt{t_{OD}^2 + \frac{l^2}{V_{ОГТ}^2}}$ где $t_{OD} = \frac{2*\sqrt{XD^2+ZD^2}}{V}$, l – удаление источник – приемник, скорость в среде, *XD и ZD - координаты дифрактора*.

Работа выполняется с помощью программы EXCEL или MATHCAD.

Теоретический материал - Бондарев В.И. Сейсморазведка, 2007 г., разделы 9.1-9.3.

Лабораторная работа №10

Расчет годографов отраженных волн (ОВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды

(Литература: Бондарев В. И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 81-83)

Ключевые слова: акустическая жесткость, коэффициент отражения, годограф, продольный годограф, эффективная модель, предельная эффективная скорость, время to.

Задание

1. Постройте пластовую (интервальную) модель упругих свойств Vp(z), ρ(z) в виде ступенчатых графиков. ***Исходные данные расчета из лаб. работы №2.***

2. Рассчитайте и постройте модели акустических жесткостей γ=V×ρ и коэффициентов отражения R= (γ2-γ1)/ (γ2+γ1), где индекс 2 соответствует акустической жесткости под границей, 1 – над границей.

3. Для первой *(n=1)* и второй *(n=2)* сейсмических границ рассчитайте *продольный наземный* годограф *ОТВ* (общей точки возбуждения) для однократно отраженных волн по параметрическим формулам:

$$x(\alpha_1) = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} h_i tg\,\alpha_i = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i (V_i/V_1) \cdot \sin\alpha_1}{\sqrt{(1-(V_i/V_1)^2 \cdot \sin^2\alpha_1)}} \qquad (1)$$

$$t(\alpha_1) = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i \cdot \cos\alpha_i} = 2 \cdot \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i \cdot \sqrt{(1-(V_i/V_1)^2 \sin^2\alpha_1}},$$

где i – номер слоя в модели, меняется от 1 до n; V_i, h_i – соответственно скорость и мощность i-го пласта; α_1 - угол входа луча в первый пласт модели, α_i - в ниже залегающие.

Чтобы выполнить расчеты по формулам 1, необходимо задать серию углов входа α_i с определенным шагом (5°-10°) в интервале от 0° до угла α_{max}, удовлетворяющего условию получения действительных корней в формулах (1). Для расчета α_{max} используется закон Снеллиуса:

$$\frac{\sin\alpha_{max}}{V_1 \frac{\sin 90}{V_n}}, \quad (2)$$

где V_n – скорость в пласте над отражающей границей. В случае инверсной модели, когда скорость над границей больше, чем под границей, принять $\alpha_{max} = 45°$.

2. Для каждого *x*, рассчитанного по параметрическим формулам (1), рассчитайте годографы ОВ для этих же границ, ***используя приближенную формулу:***

$$t(x) = \sqrt{t_0^2 + \frac{x^2}{V_{эф}^2}} \quad (3)$$

В формуле (3) вся серия пластов над отражающей границей заменяется одним *эквивалентным слоем с предельной эффективной скоростью $V_{эф}$ при этом двойное время пробега волны по нормали до отражающей границы равно t_0:*

$$V_{эф}{}^{n} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} h_i V_i}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i}}}; \qquad t_0{}^{n} = \sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{V_i}$$

3. Сравните результаты расчетов, выполненных по точным (1) и приближенным формулам (3). Рассчитайте в процентах погрешности определения времени по приближенной формуле. Сделайте выводы.

4. Постройте годографы однократно отраженных волн, полученные по приближенным формулам. Постройте асимптоты для годографа отраженных волн от 1 границы.

5. Рассчитайте и постройте годографы двукратно отраженных волн по приближенной формуле, увеличив время t_0 в 2 раза.

Лабораторная работа №11
Построение и анализ геосейсмической модели среды

Геосейсмическая модель - это геолого-геофизическая модель разреза, в которой в качестве геофизических параметров выступают упругие параметры среды. Цель построения такой модели – оценить возможности сейсмической разведки при изучении геологического разреза заданного строения. Оцениваются возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т.д.) от интересующих исследователя границ, разрешение этих волн по амплитуде, разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали.

Для оценки возможности наблюдения отраженных волн по амплитуде *определяются коэффициенты отражения (их динамическая выразительность, см. классификацию отражающих границ, стр.56)*. Для определения возможности наблюдения головных волн в методе МПВ – *рассчитывается отношение скоростей на границе* V_1/V_2, где V_1 – скорость в выше лежащем относительно границы слое, а V_2 - в ниже лежащем; определяется сила преломляющей границы (*см классификацию преломляющих границ, стр.56),* сравниваются скорости в слоях, расположенных выше оцениваемой сейсмической границы (см. лаб. раб. №2) для оценки возможности регистрации головной волны на поверхности земли.

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь низкие амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой Зоны Френеля: $L = \sqrt{\lambda \cdot z}$, где λ - длина сейсмической волны, z – глубина до изучаемого объекта. Считается, что объект с размерами меньше, чем L будет опознаваться на сейсмических материалах неоднозначно.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от тонкого пласта будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают

вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$ *(более оптимистичная оценка - $\lambda/8$, пессимистичная - $\lambda/2$).*

Исходные данные: таблица, описывающая геолого-геофизическую модель среды (см лаб.работу №3). В ней содержатся сведения о геологической привязке отражающих горизонтов (ОГ), глубине - z до отражающих границ, значениях пластовых скоростей V и средних плотностей в слоях ρ. Частотный состав сейсмических волн: 20-90 Гц, наблюдается линейное уменьшение частоты с глубиной.

Задания:

1. **Теоретическое:** выпишите значения всех новых терминов, дайте определения основных моделей геологической среды, используемых в практике сейсморазведки (стр. 55-56). Приведите примеры их применения.

2. **Практическое:** для слоисто однородной модели среды с горизонтальными границами раздела, в которой изменение физических свойств происходит только по глубине, требуется построить одномерную ***геосейсмическую модель среды*** и выполнить ее анализ. С этой целью рассчитать необходимые параметры и построить графики, характеризующие эту модель.

Порядок выполнения;

А) Рассчитать и занести в таблицу:

- акустические жесткости γ,
- коэффициенты отражения (при нормальном падении) R,
- доминирующую частоту сейсмических волн $f_{дом}$;
- преобладающий период T,
- длины волн λ,
- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали h_{min};
- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали L;
- *отношение скоростей на границе V_1/V_2.*

Б) Построить модель, которая должна содержать: индекс ОГ, графики значений пластовой скорости и плотности в зависимости от глубины (скоростной и плотностной разрезы), график акустической жесткости, импульсный график коэффициентов отражения по разрезу. На модель также выносятся в виде числовых величин отношения скоростей V_1/V_2 для каждой границы, характерные частоты ($f_{дом}$) и длины волн (λ) и значения разрешающей способности по вертикали (h_{min}) и горизонтали (L) в каждом слое.

В) Выполнить анализ полученной модели среды

(качества отражающих и преломляющих границ, разрешающей способности сейсмического метода)

В результате анализа модели сделать выводы о необходимости упрощения модели. При необходимости упростить модель. Для расчета пластовых скоростей объединенных пластов использовать формулу средней скорости:

$$V_{cpN}=\frac{\sum_{i=1}^{N}h_i}{\sum_{i=1}^{N}\frac{h_i}{V_i}}=\frac{H_N}{t_{BN}}$$

, где h_i, V_i *– мощность и скорость в пластах,* H_N *– суммарная мощность пачки из* N *пластов,* t_{BN} *– время пробега волны до подошвы* N *пласта по вертикали.*

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 18, 34-38, 55-57

Лабораторная работа №12
Расчет годографов головных волн (ГВ) в многослойной горизонтально-слоистой модели среды

Исходные данные расчёта: пластовая модель среды из лаб. работы №4.

Задание

4. Рассчитать наземные годографы головных волн для всех границ модели, используя скоростную модель среды из лабораторной работы №4. Определить критические углы, углы входа в точке источника, начальные точки выхода головных волн на поверхность земли и соответствующие им начальные времена.

$t(x) = t_{\text{н}} + \frac{x - x_{\text{н}}}{V_m}$	уравнение годографа головной волны в многослойной среде, $t_{\text{н}}$ и $x_{\text{н}}$- координаты начальной точки головной волны, $\alpha_{k,m}$- угол, составляемый с вертикалью в k-м слое лучом головной волны m- количество слоёв в модели V_k и h_k- скорость и мощность в k-м пласте
$x_{\text{н}} = 2 \cdot \sum_{k=1}^{m} h_k \cdot \text{tg}\alpha_{k,m}$	
$t_{\text{н}} = 2 \cdot \sum_{k=1}^{m} \frac{h_k}{V_k \cdot \cos\alpha_{k,m}}$	
закон Снеллиуса	$\frac{\sin\alpha_{1,m}}{V_1} = \frac{\sin\alpha_{2,m}}{V_2} = \dots \frac{\sin\alpha_{k,m}}{V_k} = \dots \frac{\sin\alpha_{m-1,m}}{V_m} = \frac{1}{V_m}$

5. Построить годографы головных волн и годограф прямой волны. Отметить на этом чертеже начальные точки. Выделить годограф первых вступлений. Все ли головные волны можно проследить в первых вступлениях? При каких условиях может возникнуть выпадение годографа головных волн из первых вступлений. Сделать выводы как соотносятся глубина до преломляющей границы и интервал ее прослеживания на поверхности земли.

6. Аппроксимировать исходную скоростную модель по методу наименьших квадратов линейным законом:$V(z) = V_0(1 + \beta \cdot Z_{\max})$, где V_0 – скорость на поверхности земли, β - градиент нарастания скорости с глубиной, $Z_{\max}$- максимальная глубина залегания границы.

7. Рассчитать наземный годограф рефрагированных волн для полученного линейного закона. Определить глубину максимального проникновения луча для каждой расчётной точки.

$$t(l) = \frac{2}{V_0 \cdot \beta} \text{arcsh} \frac{\beta \cdot l}{2}$$ - уравнение годографа рефрагированной волны

l – расстояние источник-приёмник, меняется от 0 до $l_{\max}$

$$l_{\max} = \frac{2}{\beta} \sqrt{(1 + \beta \cdot Z_{\max})^2 - 1},$$

По этой же формуле можно рассчитать для любого l *соответствующую максимальную глубину проникновения луча.*

8. Построить годограф рефрагированных волн. Сравнить этот годограф с первыми вступлениями получаемыми по годографам прямых и головных волн. Сделать выводы как соотносятся глубина максимального проникновения луча и расстояние от источника выхода луча на поверхность земли.

Литература: Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебное пособие для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 82-83. лекция 8, глава 8.2.

Лабораторная работа №13

Расчет годографов головных волн (ГВ), дифрагированных волн (ДВ) и волн смешанного типа для модели сложно построенной среды

Ответить на вопросы:

11. Какова форма годографа дифрагированной волны (ДВ)?

12. Как определить местоположение дифрактора по годографу ОТВ дифрагированных волн?

13. Какова форма годографа головной волны?

14. Как определить начальную точку выхода головной волны для наклонной преломляющей границы?

15. Как определить кажущуюся скорость по годографу прямой волны, головной волны?

16. Как изменится годограф ГВ для вогнутой границы?

Исходные данные: сложно построенная граница, состоящая из плоских элементов для двухслойной модели среды с однородными изотропными слоями. Профиль наблюдений расположен вкрест простирания границы.

Формулировка задания

4. Построить лучевые схемы и определить интервалы прослеживания головных, дифрагированных, дифрагированно-головных, преломленно-дифрагированных для заданной модели среды и заданного положения источника.

5. Рассчитать и построить годографы ОТВ головных, дифрагированных, дифрагированно-головных, преломленно-дифрагированных для заданной модели среды и заданного положения источника.

Расчетные формулы для годографа ГВ:

$t(x) = t_0 + \frac{x \cdot \sin(i \pm \phi)}{V_1}$, где $t_0 = \frac{2 \cdot h \cdot \cos i}{V_1}$,

i – критический угол, знак «плюс» для угла φ берется при расчете годографов по падению, «минус» - по восстанию, ***V₁, h*** - соответственно скорость продольных волн и расстояние по нормали до преломляющей границы под источником.

Координаты начальной точки годографа:

$x_н = \frac{2h\sin i}{\cos(i+\phi)}$, $t_н = t(x_н)$

Кажущаяся скорость по годографу головных волн различна по радению и по восстанию: $V = \frac{V_1}{\sin(i \pm \phi)}$

Расчетные формулы для годографа ДВ:

$$t(x) = \frac{\sqrt{(h_0^2 + x_0^2)}}{V_1} + \frac{\sqrt{(h_0^2 + (x - x_0)^2}}{V_1}$$

x_0, h_0 – координаты дифрактора, V_1 –лучевая скорость.

Расчетные формулы для годографов смешанного типа:

Формируются как сумма времен распространения волны на отдельных участках, соответствующих разным типам волновых процессов.

Литература:

Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007, стр. 72—76

Исходные данные для уступа

№	V1	V2	h	Δh
1	2000	3000	1500	300
2	2200	3800	2500	550
3	2300	3100	1100	600
4	1500	2000	2000	450
5	2500	3000	2500	600
6	1900	3300	2700	300
7	2600	4000	2100	550
8	1900	3000	2200	350
9	2800	4000	3000	600
10	2200	3100	2300	350
11	2000	3600	2800	250
12	2000	3500	1600	550
13	1600	2700	3000	300
14	1700	2500	3200	570
15	2500	4000	2500	500
16	2300	3600	2700	450
17	1800	3300	3000	250
18	2300	3800	2600	300
19	2000	3900	2400	550
20	1900	4000	2900	420

Лабораторная работа №14

«Построение и анализ геосейсмической модели среды в методе отраженных волн»

Введение

Геосейсмическая модель - это геолого-геофизическая модель разреза, в которой в качестве геофизических параметров выступают упругие параметры среды. Цель построения такой модели – оценить возможности сейсмической разведки при изучении геологического разреза заданного строения. Оценивается возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т.д.) от границ, интересующих исследователя, определяется интенсивность этих волн по амплитуде, рассчитывается разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали. Рассчитываются теоретические годографы сейсмических волн, по которым определяется область прослеживания волн от изучаемых границ - расстояния от источника и соответствующие им времена прихода волн. Определяются возможные волны-помехи и амплитудные отношение сигнал/помеха. Рассчитывается требуемый динамический диапазон для регистрации полезных волн.

Вся информация, полученная при анализе геосейсмической модели, служит для определения параметров системы наблюдения (расчетно-графическая работа №4).

В предлагаемой работе используется однородно-слоистая модель среды с плоскими горизонтальными границами раздела. В этом случае упругие параметры меняются только в вертикальном направлении, то есть по глубине. В пределах одного и того же слоя упругие параметры являются постоянными.

Исходные данные моделирования:

1. Минимальная частота в спектре сейсмических волн: f=20 Гц,
2. Максимальная частота в спектре сейсмических волн: f=90 Гц,
3. Для каждого слоя (задается по вариантам):
   - индекс отражающего горизонта на подошве слоя,
   - глубина до подошвы слоя, (z, м),
   - скорость распространения продольных волн в слое, (Vp, м/с),
   - плотность горных пород в слое, ρ, г/см^3

Задание:

1. Рассчитать и занести в таблицу :

- акустические жесткости *γ[м/с*г/см^3 или км/с*кг/м^3]*,
- коэффициенты отражения (при нормальном падении) *R*,
- доминирующую частоту сейсмических волн, *f[Гц]*;

- преобладающий период, *T[c]*
- длины волн $\lambda[м]$,
- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали h_{min} *[м]*;
- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали *L[м]*;
- среднюю скорость в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Vср[м/с]*;
- вертикальное время прохождения пласта *tв [с]*;
- вертикальное время в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Σtв[с]*;
- двойное время пробега поверхность земли – отражающий горизонт *to[c]*

Таблица 1. Расчет параметров геосейсмической модели среды

Индекс границы	Геометрия		Упругие параметры			Динамическая характеристика				Разрешающая способность	
	Глубина, (z), м	Мощность, (h), м	Скорость, (V), м/с	Плотность, (ρ), г/куб.см	Акустическая жесткость, (γ), м/с г/куб.см	Коэффициент отражения, (*R*)	Частота, (*f*), Гц	Период, (*T*), с	Длина волны, (λ), м	Вертикальная, (h_{min}), м	Горизонтальная, (*L*), м

Таблица 2. Расчет эффективных параметров

Индекс границы	Глубина, (z),м	Мощность, (*h*), м	Скорость, (*V*), м/с	Вертикальное время прохождения пласта *tв=h/V, c*	Вертикальное время в интервале поверхность земли – отражающий горизонт *Σtв* , с	Двойное время пробега поверхность земли – отражающий горизонт *to=(2*Σtв)*, с	Средняя скорость, *Vср* =z/*Σtв*, м/с

2. Построить исходную сейсмическую модель в виде графиков:
   - пластовых ($V_{пл}$) и интегральных *Vср* скоростей (в одних осях координат),
   - пластовых плотностей *ρ,*

- акустических жесткостей γ,
- коэффициентов отражения *R (импульсный график)*.

3. Проанализировать полученные результаты, касающиеся: силы отражения сейсмических границ, разрешающей способности сейсморазведки по горизонтали (L), разрешающей способности по вертикали (h_{min}). Выявить наличие слабых отражающих границ и тонких пластов.
4. Упростить геосейсмическую модель среды и построить для нее скоростной разрез, используя следующие правила:

   - объединить пласты, границы между которыми являются слабыми,

   - присоединить тонкие пласты в сторону наименьшего коэффициента отражения к выше или ниже залегающим пластам,

   - для объединенных пластов рассчитать средние пластовые скорости.

Методические указания и формулы

Название параметра	Расчетные формулы
Акустическая жесткость	$\gamma = V_{пл} \cdot \rho$, где $V_{пл}$ – пластовая скорость, ρ – пластовая плотность
Коэффициенты отражения (при нормальном падении)	$R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$, где γ_1 и γ_2 - соответственно акустические жесткости в слоях выше и ниже отражающей границы
Длина волны на глубине залегания сейсмической границы	$\lambda = V_{пл} / fдом$, где $V_{пл}$ пластовая скорость в слое выше сейсмической границы, *fдом* - доминирующая частота

Классификация отражающих границ в зависимости от коэффициента отражения R

Сильные	$R > 0.5$
Средние	$0.05 \leq R \leq 0.5$
Слабые	$R < 0.05$

Для вычисления средней скорости до подошвы пласта с номером N используется следующая формула:

$$V_{cpN} = \frac{\sum_{i=1}^{N} h_i}{\sum_{i=1}^{N} \frac{h_i}{V_i}} = \frac{H_N}{t_{BN}},$$

где h_i, - мощность i-го пласта, V_i - скорость в i-ом пласте, H_N – суммарная мощность пачки из N пластов или глубина до отражающего горизонта с номером N (Z_N), t_{BN} – время пробега волны до подошвы N-го пласта по вертикали.

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь низкие амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой зоны Френеля:

$$L_N = D_{f_N} = \sqrt{\lambda_N \cdot Z_N}$$

где Z_N – глубина до отражающей границы с номером N.

Считается, что объект с размерами меньше, чем L практически не будет однозначно опознаваться на сейсмических материалах.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность h_{min} горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от него будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$.

5. Рассчитать годографы вертикально сейсмического профилирования (ВСП) и построить их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

Ограничение для кратно отраженных волн: время выхода на поверхность земли не должно превышать время регистрации однократно отраженной волны для самой глубокой границы плюс 2 периода.

Методические указания по расчету годографов ВСП.

Под годографом ВСП понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

В однородно-слоистой модели среды при распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) мы имеем дело с нормальным падением

сейсмических волн на границы раздела между слоями (под углом 90 градусов). Если из источника распространяется продольная волна (P), то могут наблюдаются следующие типы волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные и кратно-отраженные (полнократные и неполнократные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны (PS) при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля. Время ее прибытия в ту или иную точку профиля зависит от скорости ее распространения на тех участках профиля, через которые она прошла. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное (с одинаковой скоростью) движение волн внутри пласта и резкое изменение скорости при переходе в следующий пласт. График такого движения (годограф) будет представлять собой ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах пластов, а наклон звеньев годографа будет зависеть от скорости распространения волн в пластах.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в устье скважины, равна нулю. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу волны на отражающую границу. Далее форма годографа отраженной волны зеркально повторяет годограф прямой волны, то есть представляет собой линию, симметричную относительно начальной точки годографа прямой (проходящей) волны. Таким образом, специальных расчетов для построения годографа отраженных волн не требуется, он легко составляется из соображений симметрии. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель может быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн.

5. Считая в качестве полезного сигнала однократно отраженные волны, а в качестве помех кратные волны всех типов, определите возможные помехи для однократно отраженных волн. Кратную волну будем считать помехой, если время ее выхода на поверхность (z=0) отличается от времени полезной волны не более, чем на 2 периода (2T).

Для каждой пары полезная волна – волна помеха составить таблицу со столбцами:

- индекс однократно отраженной волны (полезной),

- относительная амплитуда однократно отраженной волны (полезной), S

- индекс кратной волны (помехи),

- относительная амплитуда кратной волны (помехи), N

- отношение сигнал/помеха, определяемое как отношение S/N.

Сделать выводы об уровне амплитуд полезных волн, учитывая, что соотношение S/N хорошее, если его значение более 10, плохое - менее 2, удовлетворительное - в интервале от 2 до 10.

Методические указания по расчету относительных амплитуд.

При расчете амплитуд учитывать потери энергии только за счет отражения.

Следует воспользоваться материалом лекции 3 [1], раздел 3.2 «Перераспределение энергии сейсмических волн в процессе отражения и преломления» стр.33-35

Литература:

4. Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Екатеринбург, издательство УГГУ, 2007. стр. 33-35, 61-64.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ФИЗИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылаткова Н.А

Екатеринбург

Курсовая работа
По дисциплине «Физико-геологические основы сейсморазведки»

На тему: «Построение и анализ физико-геологической модели среды в методе отраженных волн»

Введение

Физико-геологическая модель (ФГМ) среды основа всех основных процессов при производстве сейсморазведочных работ от проектирования до интерпретации.

ФГМ среды в геофизике, в том числе и в сейсморазведке, включает:

- геологическую модель среды, содержащую данные о геометрии геологических тел, их составе, возрасте, наличии интервалов геологического разреза, перспективных для поиска полезных ископаемых;

- петрофизическую модель, содержащую характеристику физических (упругих) свойств горных пород для каждого элемента геологического строения,

- модель геофизических (волновых) полей, как результат решения прямой задачи геофизики (сейсморазведки).

Построение и анализ ФГМ среды играет важную роль при составлении проекта на проведение сейсморазведочных работ. При этом геологическая и петрофизическая модели составляются по априорным данным, содержащимся в отчетах об ранее проведенных геофизических исследованиях. Специалист по сейсморазведке на основе геологического задания, выданного для проектирования, решает прямые динамические и кинематические задачи для известных (априорных) моделей среды для объекта будущих исследований. На этой основе он определяет перспективы и качество решения поставленной геологической задачи с помощью сейсморазведки, разрабатывает методику производства сейсморазведочных работ.

В рамках курсового проекта студентам предлагается решить кинематические и динамические прямые задачи для выяснения особенностей волнового поля для заданной априорной модели среды, выполнить анализ полученных результатов и сделать выводы относительно возможностей сейсморазведки метода отраженных волн при изучении заданного разреза.

По данным ФГМ оценивается:

- возможность образования целевых сейсмических волн (отраженных, головных и т. д.) от границ, интересующих исследователя,

- интенсивность сейсмических волн по амплитуде,

- разрешающая способность сейсморазведки по горизонтали и по вертикали,

- времена прихода целевых волн и волн-помех,

- область прослеживания волн от изучаемых границ (расстояния от источника),

- возможные волны-помехи.

В предлагаемой работе реальная среда аппроксимируется однородно-слоистой моделью среды с плоскими горизонтальными границами раздела. В такой модели упругие параметры в пределах одного и того же слоя считаются постоянными и меняются только в вертикальном направлении, то есть по глубине.

Исходные данные моделирования:

Диапазон частот в спектре сейсмического сигнала (f): 20 – 90 Гц.

Декремент поглощения (d) до глубины 1.5 км 0,5 дБ/λ, ниже по разрезу – 0,2 дБ/λ.

Для каждого слоя по изучаемому участку (задается по вариантам) известны:

- индекс отражающего горизонта на подошве слоя,[1]
- глубина до подошвы слоя, (Z, км),
- скорость распространения продольных волн в слое, (Vp, км/с),
- плотность горных пород в слое, (ρ, г/см^3).

Пример исходных данных:

Индекс отраженной волны	Глубина, Z, км	Пластовая скорость, V_p, км/с	Плотность, ρ, г/см^3
Г	1,1	2,4	2,00
М	1,8	3,4	2,12
НАС10	2,2	4,1	2,20
НП	2,5	4,3	2,30
Б	2,8	3,6	2,20
А	3,2	4,4	2,32

Примечание: Индекс отраженной волны всегда имеет стратиграфическую привязку и, следовательно, является геологической информацией. Плотности и скорости – данные об упругих свойствах среды.

Задание по курсовой работе:

Задание по курсовой работе состоит из 4 частей;

1. Построение геосейсмической модели среды
2. Определение естественного динамического диапазона отраженных волн
3. Расчет и анализ годографов вертикального сейсмического профилирования (ВСП)
4. Расчет и анализ наземных годографов общей точки возбуждения (ОТВ)

Выходные данные моделирования:

Эти данные описаны в методических рекомендациях по каждой части курсовой работы.

ЧАСТЬ 1. Построение геосейсмической модели среды

1. Рассчитать и занести в таблицу:

- акустическую жесткость γ [м/с*г/см^3 или км/с*кг/м^3][1];

- коэффициент отражения R;

- среднюю скорость в интервале поверхность земли – отражающий горизонт (ОГ), Vср [м/с];

- эффективную скорость в интервале поверхность земли – ОГ, Vэф [м/с];

- вертикальное время прохождения пласта Δtв [с];

- суммарное вертикальное время в интервале от поверхности земли до ОГ, tв [с];

- двойное время пробега от поверхности земли до ОГ, to [с];

- доминирующую частоту сейсмических волн на глубине ОГ, f [Гц][2];

- доминирующую длину волны на глубине ОГ, λ [м],

- разрешающую способность сейсморазведки по вертикали на глубине ОГ, h_{min}, [м];

- разрешающую способность сейсморазведки по горизонтали на глубине ОГ (диаметр эффективной зоны Френеля) L_{min} ,[м].

[1]Примечание: рекомендуемые расчетные формулы даны ниже в таблице с примером расчета.

[2]Примечание: при определении доминирующих частот на глубине отражающего горизонта использовать упрощенную модель: считать, что частота меняется с глубиной по линейному закону от 90 Гц на поверхности земли Z=0 до 20 Гц на максимальной глубине исследования Z=Zmax.

*В рассматриваемом примере при размахе частотного диапазона в 90-20=70 Гц и максимальной глубине 3,2 км для любой глубины z частоту можно определить следующим образом: f(z)=90- z *70/3.2, для глубины 1.1 км имеем: f(1,1)=90Гц-1,1км *70Гц/3.2км=65,9 Гц≈65 (округляем в меньшую сторону)*

Пример расчета параметров:

1	Индекс отражающего горизонта	*Г*	*М*	*НАС10*	*НП*	*Б*	*А*
2	Глубина, Z_i, *км*	*1,1*	*1,8*	*2,2*	*2,5*	*2,8*	*3,2*
3	Мощность, $h_i=Z_{i+1}-Z_i$, *км*	*1,1*	*0.7*	*0.4*	*0.3*	*0.3*	*0,4*
4	Пластовая скорость, $V_{пл_i}$, *км/с*	*2,4*	*3.4*	*4.1*	*4,3*	*3.6*	*4,4*
5	Пластовая плотность, $\rho_{пл_i}$, *г/см*^{3}	*2,00*	*2,12*	*2,20*	*2,30*	*2,20*	*2,32*
6	Акустическая жесткость, $\gamma = V_{пл} \cdot \rho$, км/с г/см^3	*4,8*	*7,2*	*9,0*	*9,9*	*7,9*	*10,2*
7	Коэффициент отражения, $R = \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{\gamma_2 + \gamma_1}$ где γ_1 и γ_2 - соответственно акустические жесткости в слоях выше и ниже отражающей границы	*0,20*	*0,11*	*0,05*	*-0,11*	*0,13*	
8	Вертикальное время прохождения *i – го* пласта, $\Delta t_{в_i}$, *с* $\Delta t_{в}i=hi/ V_{пл}i$	*0,458*	*0,206*	*0,098*	*0,069*	*0,083*	*0.091*
9	Суммарное вертикальное время до подошвы пласта с номером k: $t_{в_k} = \sum_1^k \Delta t_{в_i}$,	*0,458*	*0,664*	*0,762*	*0,831*	*0,915*	*1,006*
10	Двойное время пробега от поверхности земли до отражающего горизонта с номером *i:* $t_{oi}=2 \cdot t_{вi}$, *с*	*0,917*	*1,328*	*1,524*	*1,662*	*1,830*	*2,012*
11	Средняя скорость в интервале от поверхности земли до отражающего горизонта $V_{ср_k}$, *км/с:* $V_{ср_k}=Z_k/t_{в_k}$	*2.4*	*2,71*	*2,89*	*3,00*	*3,06*	*3.18*
12	Эффективная скорость в интервале от поверхности земли до отражающего горизонта $V_{эф_k} = \sqrt{\frac{\sum_1^k (V_{пл_i} \cdot h_i)}{\sum_1^k \Delta t_{в_i}}} = \sqrt{\frac{\sum_1^k (V_{пл_i} \cdot h_i)}{t_{в_k}}}$, км/с	*2.4*	*2,75*	*2,96*	*3,09*	*3,14*	*3.27*
13	Доминирующая частота, *f, Гц*	*65*	*50*	*40*	*35*	*30*	*20*
14	Длина волны, $\lambda=V_{пл} / f$, *м,*	*36*	*67*	*98*	*122*	*125*	*220*
15	Разрешающая способность по вертикали, $h_{min} = \lambda /4$, *м;*	*9*	*17*	*25*	*30*	*31*	*55*
16	Разрешающая способность по горизонтали, $L_{min} = (Z \cdot \lambda)^{0.5}$, *м.*	*100*	*174*	*232*	*275*	*296*	*419*

2. Построить геосейсмическую модель в виде следующих графиков (рис. 1): пластовых скоростей ($V_{пл}$=Vp), средней скорости (Vcp), пластовых плотностей (ρ), пластовых акустических жесткостей (γ), коэффициентов отражения (R), а также параметров отвечающих за разрешающую способность среды (f, λ, h_{min}, L_{min}) и поглощение (d).

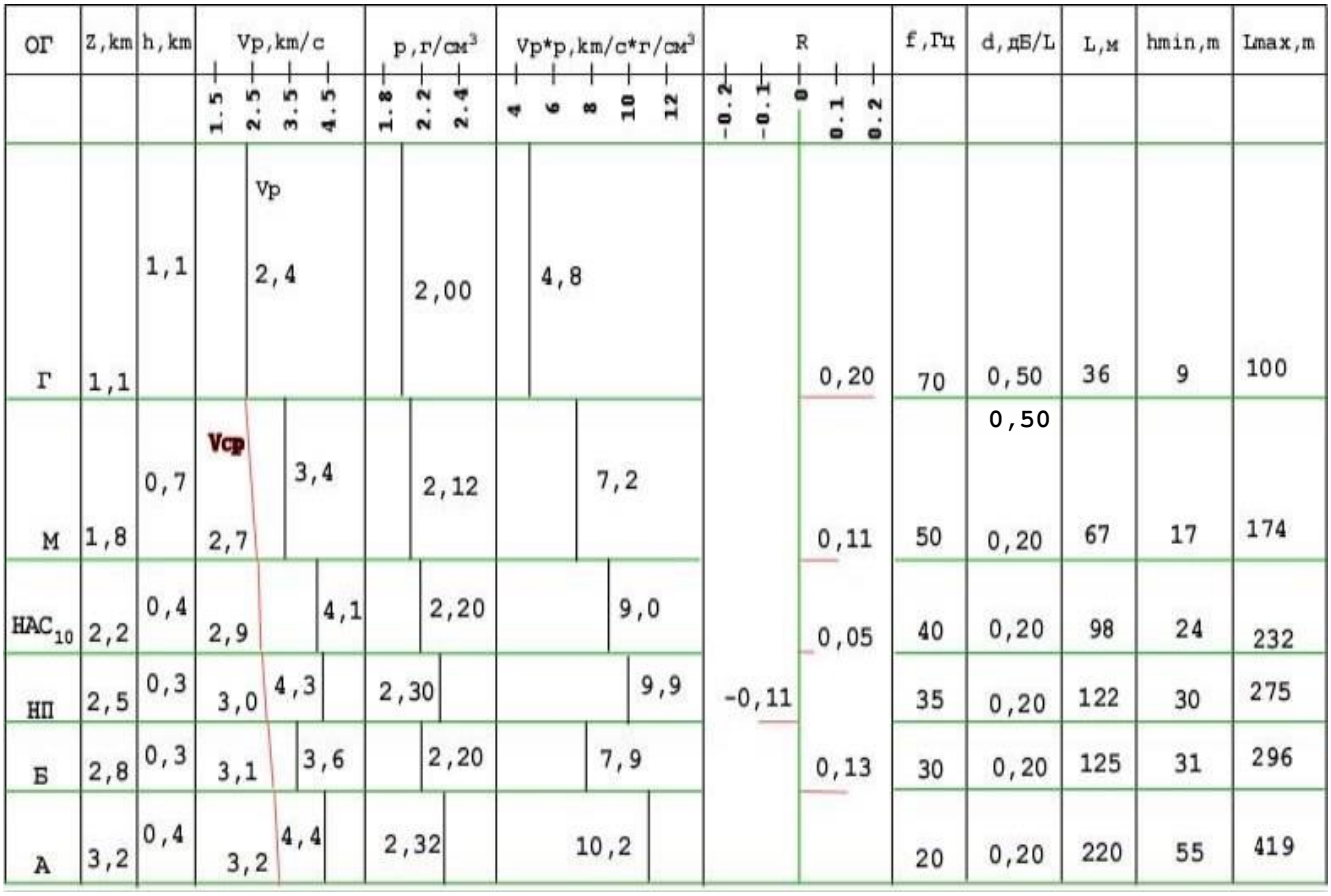


Рис.1 Геосейсмическая модель среды

3. Проанализировать полученные результаты, касающиеся:

- характера изменения пластовых скоростей по разрезу,

- силы отражения сейсмических границ (R),

- разрешающей способности сейсморазведки по горизонтали (L_{min}),

- разрешающей способности по вертикали (h_{min}).

Выявить наличие слабых отражающих границ и тонких пластов.

4. Упростить геосейсмическую модель среды и построить для нее скоростной разрез, используя следующие правила:

- объединить пласты, границы между которыми являются слабыми,

- присоединить тонкие пласты в сторону наименьшего коэффициента отражения к выше или ниже залегающим пластам,

- для объединенных пластов рассчитать средние пластовые скорости.

При отсутствии слабых границ и тонких пластов модель упрощать не нужно.

Справка

Классификация отражающих границ в зависимости от коэффициента отражения R

Сильные	$\|R\| > 0.2$
Средние	$0.05 \leq \|R\| \leq 0.2$
Слабые	$\|R\| < 0.05$

Под горизонтальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальный горизонтальный размер объекта, который однозначно опознается на сейсмических записях. Горизонтальная разрешающая способность связана с понятием первой зоны Френеля. Известно, что на характер передачи энергии от источника к точке наблюдения активно влияет область среды с размерами, равными диаметру первой зоны Френеля. Все объекты, имеющие размеры меньше, чем зона Френеля, будут слабее видны на сейсмических записях (иметь пониженные амплитуды). Сложившаяся в сейсморазведке практика оценивает горизонтальную разрешающую способность как величину равную диаметру первой зоны Френеля:

$$L_N = D_{f_N} = \sqrt{\lambda_N \cdot Z_N}$$

где Z_N – глубина до отражающей границы с номером N. Считается, что объект с размерами меньше, чем L практически не будет однозначно опознаваться на сейсмических материалах.

Под вертикальной разрешающей способностью сейсморазведки понимают минимальную мощность h_{min} горизонтально расположенного пласта, кровля и подошва которого однозначно опознаются на сейсмических записях. Вертикальная разрешающая способность связана с длиной сейсмических волн λ. Для волн, образующихся на подошве и кровле тонких пластов, будет наблюдаться интерференция сейсмических волн. Если мощность пласта во много раз меньше длины волны, то сигнал от него будет таким же, как от одиночной сейсмической границы. На практике оценивают вертикальную разрешающую способность величиной, равной четверти длины волны: $h_{min}=\lambda/4$. Считается, что пласт с мощностью меньше, чем h_{min}, очень тонкий и практически на сейсмических материалах его кровля и подошва будут сливаться.

Пример анализа полученных результатов

Анализ геосейсмической модели (рис.1) показывает:

1) Интервал изменения пластовых скоростей лежит в пределах от 2,4 до 4,4 км/с. В целом наблюдается тенденция роста пластовой скорости с глубиной. Исключение составляет слой, расположенный над отражающим горизонтом Б, где наблюдается пониженная скорость (3,6 км/с) по отношению к выше (4,3 км/с) и ниже (4,4 км/с) залегающим слоям. Слабо дифференцированы по скоростям слои в интервалах от М до $НАС_{10}$ (4,1 км/с) и от $НАС_{10}$ до НП (4.3 км/с).

2) Интервал изменения плотности горных пород лежит в пределах от 2,00 до 2,32 г/см^3. Характер изменения плотности согласуется с характером изменения скоростей – при увеличении скоростей растут плотности. Этот фактор усиливает дифференциацию акустических жесткостей.

3) Коэффициенты отражения по модулю меняются в диапазоне от 0,05 до 0,2, что характеризуют отражающие границы как средние. Слабых границ нет. Кроме границы НП (R=-0.11), все коэффициенты положительные.

4) Вертикальная разрешающая способность меняется по разрезу от 9 м на глубине 1,1 км до 55 м на глубине 3,2 км в заданном интервале частот от 20-90 Гц. В представленном разрезе тонкие слои отсутствуют.

5) Горизонтальная разрешающая способность меняется от 100 м на глубине 1,1 км до 220 м на глубине 3,2 км. Таким образом, объекты с размерами в плане свыше 220 м могут обоснованно выделены по данным сейсморазведки.

Часть 2. Определение естественного динамического диапазона отраженных волн

Под динамическим диапазоном сейсмической записи понимают отношение амплитуды максимального полезного сигнала, который может быть правильно зарегистрирован, к амплитуде минимального полезного сигнала. Под полезным сигналом в методе отраженных волн будем понимать однократные отражения от сейсмических границ, представляющих поисково-разведочный интерес. Динамический диапазон рассчитывается в дБ.

Задание: Определить естественный динамический диапазона отраженных волн для заданного сейсмического разреза. Условие расчета: источник и приемник сейсмических волн расположены на поверхности земли практически в одной точке.

Порядок выполнения задания

1. Оценить относительные потери энергии сейсмических волн, однократно отразившихся от каждой отражающей границы (ОГ):

- за отражение от сейсмических границ и за их прохождение,
- за сферическое расхождение,
- за поглощение.

Потери энергии рассчитать в дБ.

Декремент поглощения принять равным 0,5 дБ на длину волны в интервале глубин от 0 до 1500 м, и 0,2 дБ на длину волны на глубинах свыше 1500 м.

2. Построить графики зависимости, как отдельных видов потерь энергии, так и суммарных, от глубины до отражающих границ z (Рекомендуется строить в одних осях координат).

3. Определить разницу между максимальным и минимальным значениями суммарных потерь энергии, тем самым вычислив естественный динамический диапазон однократно отраженных волн в дБ.

Методические указания

Сейсмические волны, распространяясь в геологической среде, испытывают потери энергии (происходит уменьшение амплитуды волны) в основном вследствие трех механизмов: отражения-преломления, сферического расхождения и поглощения.

Для выполнения задания эффекты сферического расхождения фронта и поглощения в данной работе предлагается учитывать для случая отраженных волн при нормальном падении на границу. Таким образом, расстояния, для которых определяются потери энергии, представляют собой путь, пройденный каждой отраженной волной по вертикали к границе и обратно. Он будет равен удвоенной глубине до соответствующей отражающей границы.

При определении потерь за сферическое расхождение будем считать, что эталонной амплитудой является амплитуда прямой волны, приходящей в приповерхностном слое от источника к приемнику, расположенными на расстоянии 1 м. Декремент поглощения d устанавливается в зависимости от глубины проникновения сейсмических волн.

Приведем пример (см. рис.1). Рассмотрим однократно отраженную волну от границы М. Глубина до этой границы 1800 м. Весь путь для отраженной волны при нормальном падении - 3600 м.

Относительные потери энергии за сферическое расхождение:

dEрасх.= 20lg(1/3600)=-71 дБ.

Относительные потери энергии за поглощение:

При рассмотрении поглощения выделяем два участка с различным декрементом поглощения. Первый участок от поверхности земли до глубины 1500 м с декрементом 0,5 дБ/λ имеет два интервала с разной длиной волны:

- 1100 м при длине волны 36 м
- 400 м при длине волны 67 м.

Второй участок при декременте поглощения 0,2 дБ/λ равен 300 м при длине волны 67 м.

Не забываем умножать на 2 длину пройденных интервалов разреза, так как работаем с отраженными волнами. Получаем потери за поглощение:

dEпогл.=-(2*(1100/36+400/67)*0,5 дБ/λ +2*(300/67*0,2 дБ/λ) =- 38 дБ.

Возьмите на заметку, что для более глубоко залегающих границ, можно использовать полученный результат, добавляя потери в ниже лежащем слое.

Относительные потери энергии за счет отражения-преломления.

При изучении отраженных волн нас будет интересовать доля энергии, которая возвращается к поверхности земли. Эта доля определяется коэффициентом отражения, который представляет собой отношение амплитуды волны, отраженной от границы к амплитуде волны, падающей на

границу. При углах падения волны на границу близких к нулю коэффициент отражения рассчитывается через акустические жесткости горных пород, расположенных выше и ниже отражающей границы (см. геосейсмическую модель). Акустическая жесткость в какой-либо точке среды представляет собой произведение скорости упругих волн (V) в этой среде на плотность (ρ): $\gamma=V\rho$. Коэффициент отражения для границы раздела двух сред 1 и 2 с акустическими жесткостями γ_1 и γ_2 будет равен: $R= (\gamma_2 - \gamma_1)/(\gamma_1 + \gamma_2)$, при условии, что волна падает на границу из среды 1. Коэффициент R принимает значения в диапазоне от -1 до +1. Для большинства сейсмических границ он по модулю не превышает 0,2. При падении волны из среды с меньшей жесткостью на границу с более жесткой средой он принимает положительное значение, в противоположном случае – он имеет отрицательное значение.

При вертикальном падении волны на отражающую границу энергия сейсмической волны распределяется между отраженной волной и проходящей (преломленной) монотипной (не обменной) волной. Относительная амплитуда проходящей волны определяется коэффициентом прохождения, который в этом случае равен T=1-R. Волна, отраженная от какой-либо границы, проходит через все выше расположенные отражающие границы дважды - вниз и вверх, за счет этого она также теряет часть своей энергии. За счет прохождения ее относительная амплитуда будет ослаблена на каждой границе, через которую она проходит, в 1-R при проходе внутрь среды и в 1+R (поскольку в этом случае коэффициент отражения меняет знак) при проходе к поверхности земли. В итоге относительное ослабление амплитуды при прохождении одной сейсмической границы туда и обратно составят $(1-R)*(1+R)=1-R^2$.

Например, уменьшение амплитуды однократно отраженной волны за счет эффектов отражения и прохождения составит:

- для первой отражающей границы R_1,
- от второй отражающей границы $R_2(1-R_1^2)$,
- для третьей отражающей границы $R_3(1-R_2^2)\ (1-R_1^2)$,
- для четвертой отражающей границы $R_4(1-R_3^2)\ (1-R_2^2)\ (1-R_1^2)$ и т.д.

Вернемся к нашему примеру и рассчитаем потери за отражение и прохождение для границы M.

Для границы M коэффициент отражения - $R_2=0.2$, для выше залегающей границы - $R_1=0.11$.

Отсюда уменьшение амплитуды однократно отраженной волны от границы M: $0.2*(1-0.11^2$.

Относительные потери энергии за счет отражения-преломления:

$dE_{отр-прох.}=20 \lg(0.2*(1-0.11^2))=-14$ дБ.

Суммарные относительные потери энергии для волны, отраженной от границы M составят:

$dE_{сумм} = dE_{расх.}+ dE_{погл.}+ dE_{отр-прох.}= - (71+38+14)= - 123$ дБ

Расчеты, подобные рассмотренному, необходимо выполнить для каждой отражающей границы. Результаты представить в виде графиков изменения потерь энергии сейсмических волн с глубиной по каждому из трех отдельных направлений и по их сумме.

Определить максимальное и минимальное значения относительных суммарных потерь энергии отраженных волн и вычислить естественный динамический диапазон отраженных волн (см. определение выше).

ЧАСТЬ 3. Расчет и анализ годографов вертикального сейсмического профилирования (ВСП)

Данная часть посвящена анализу волнового поля во внутренних точках среды и на поверхности земли путем расчета годографов ВСП. Эти расчеты позволяют выявить кратно отраженные волны-помехи, времена прихода которых на поверхность земли близки к временам прихода однократных отражений.

1. Рассчитать годографы ВСП и построить их графики для следующих типов волн:

- проходящих,
- отраженных,
- кратно отраженных (полнократных),
- кратно отраженных (неполнократных).

Ограничение для кратно отраженных волн: время выхода на поверхность земли не должно превышать время регистрации однократно отраженных волн на ± 0,2 с.

Методические указания по расчету годографов ВСП.

Под годографом ВСП понимается зависимость времени прихода волны от координат приемников, которые располагаются на разной глубине в вертикальной скважине и находятся на одной линии с пунктом возбуждения сейсмических волн, расположенным на дневной поверхности непосредственно у устья скважины.

При распространении сейсмических волн вдоль ствола скважины (вертикального профиля) в однородно-слоистой среде мы имеем дело с нормальным падением сейсмических волн на границы раздела между слоями. Если из источника распространяется продольная волна (P), то могут наблюдаться следующие типы волн: прямые (проходящие), отраженные под углом 0^0: однократные и кратно-отраженные (полнократные и частично кратные). Следует учесть, что согласно закону Снеллиуса обменные волны (PS) при нормальном падении не образуются.

В рассматриваемых условиях прямая волна распространяется вдоль вертикального профиля. Время ее прибытия в ту или иную точку профиля зависит от скорости ее распространения на тех участках профиля, через которые она прошла. Для однородно-слоистой модели среды наблюдается равномерное (с одинаковой скоростью) движение волн внутри слоя и резкое изменение скорости при переходе в следующий слой. График такого движения (годограф) будет представлять собой

ломаную линию. Точки излома годографа будут располагаться на границах слоев, а наклон звеньев годографа будет зависеть от скорости распространения волн в слоях.

Таким образом, чтобы рассчитать годограф ВСП прямой (проходящей) волны необходимо определить координаты точек излома. Начальная точка годографа при условии, что источник и приемник расположены в одной точке рядом с устьем скважины, равна нулю. Первая точка излома располагается на границе между первым и вторым слоями на глубине $z_1=h_1$, а время прихода волны в эту точку равно $t_1=h_1/V_1$, вторая точка имеет координаты: $z_2=z_1+h_2$, $t_2=t_1+h_2/V_2$ и так далее. Таким образом, времена, соответствующие точкам излома, представляют собой суммарные вертикальные времена пробега до поверхности земли до определенной отражающей границы (ОГ). В таблице 1 они представлены в 9 строке.

Отраженные волны будут повторять путь прямой волны в обратном направлении. Начальная точка годографа отраженной волны будет иметь координаты, соответствующие приходу прямой волны на отражающую границу. Далее форма годографа отраженной волны зеркально повторяет годограф прямой волны, то есть представляет собой линию, симметричную относительно начальной точки годографа отраженной волны. Вид годографов ВСП для отраженных волн напоминает лучевые схемы. Эта аналогия поможет составить годографы отраженных волн любого типа.

Важно отметить, что наклон годографов в одном и том же пласте (слое) должен быть одинаковым, так как при прохождении одного и того же пласта одинакова пластовая скорость.

Приведенные выше соображения показывают, что специальных сложных расчетов для построения годографов отраженных волн не требуется, они легко составляется из соображений симметрии и на основе расчета вертикальных времен, представленных в таблице 1 в строках 8, 9 и 10. При рассмотрении кратно отраженных волн в модель должна быть включена граница земля-воздух. Расчет годографов для второго и последующих актов отражения выполняется по аналогии с расчетом годографа однократно отраженных волн. Для частично кратных волн кроме границы земля воздух могут быть включены промежуточные границы при условии, что на них коэффициент отражения не является слабым.

На рис.2 показан пример оформления чертежа с годографами ВСП. В качестве кратно отраженных волн на нем приведены:

Полнократные: двухкратные от границ С и Г.

Частично кратные: СГ, ГС, M_1Г M_1 и M_1С M_1.

Дополнительно можно было рассмотреть кратно отраженные волны M_1ГС и ГС M_1, но время прихода этих волн на поверхность земли таково, что значительно отличается от времен однократно отраженных волн, то есть более, чем на 0,2 с. В связи с этим они не включены в рассмотрение.

По результатам расчета составить и проанализировать таблицу с характеристикой волн-помех, которая является заключительным результатом к этому разделу.

Пример таблицы

Сигнал	Rc	to, с	Помеха	Rп	to, с	|Rc/Rп|
Нчеус	0,05	2,4	СС	0,1*0,1=0,01	2,5	5

где Rc и Rп коэффициенты отражения однократно (полезный сигнал) и кратно (волн-помех) отраженных волн), отношение коэффициентов отражения для сигнала и помехи позволяет оценить наиболее сильные помехи: чем меньше это отношение, тем сильнее помехи, создаваемые кратно отраженными волнами.

В заключении к этому разделу указать сильные помехи $|Rc/Rп|<2$

Пояснения к таблице:

Для однократного отражения от границы Нчеус помехой будет служить двухкратное полнократное отражение от границы С, а также частично кратная волна МГМ («перевернутая буква М») Коэффициент отражения для Нчеус – 0,05, для С – 0,1. Отсюда получаем Относительную амплитуду сигнала равную коэффициенту отражения от границы Нчеус: Rc=0,05 и относительную амплитуду помехи двухкратного отражения от границы С: Rп=0,1*0,1 =0,01, то есть амплитуда уменьшается согласно количеству отражений от сейсмических границ. Граница земля воздух имеет коэффициент равный 1, поэтому не учитывается. Что касается помехи МГМ, то в ней участвуют 3 отражения от внутренних сейсмических границ, и поэтому в отличие от двухкратного отражения от границы С ее амплитуда будет на порядок меньше, и ее не целесообразно брать в расчет.

Времена to снимаются с годографов ВСП на уровне Z=0

Отношение $|Rc/Rп|$ берется по модулю, так как могут встречаться отрицательные коэффициенты отражения. Знак коэффициента отражения на интенсивность волны не влияет, а задает лишь фазу волны.

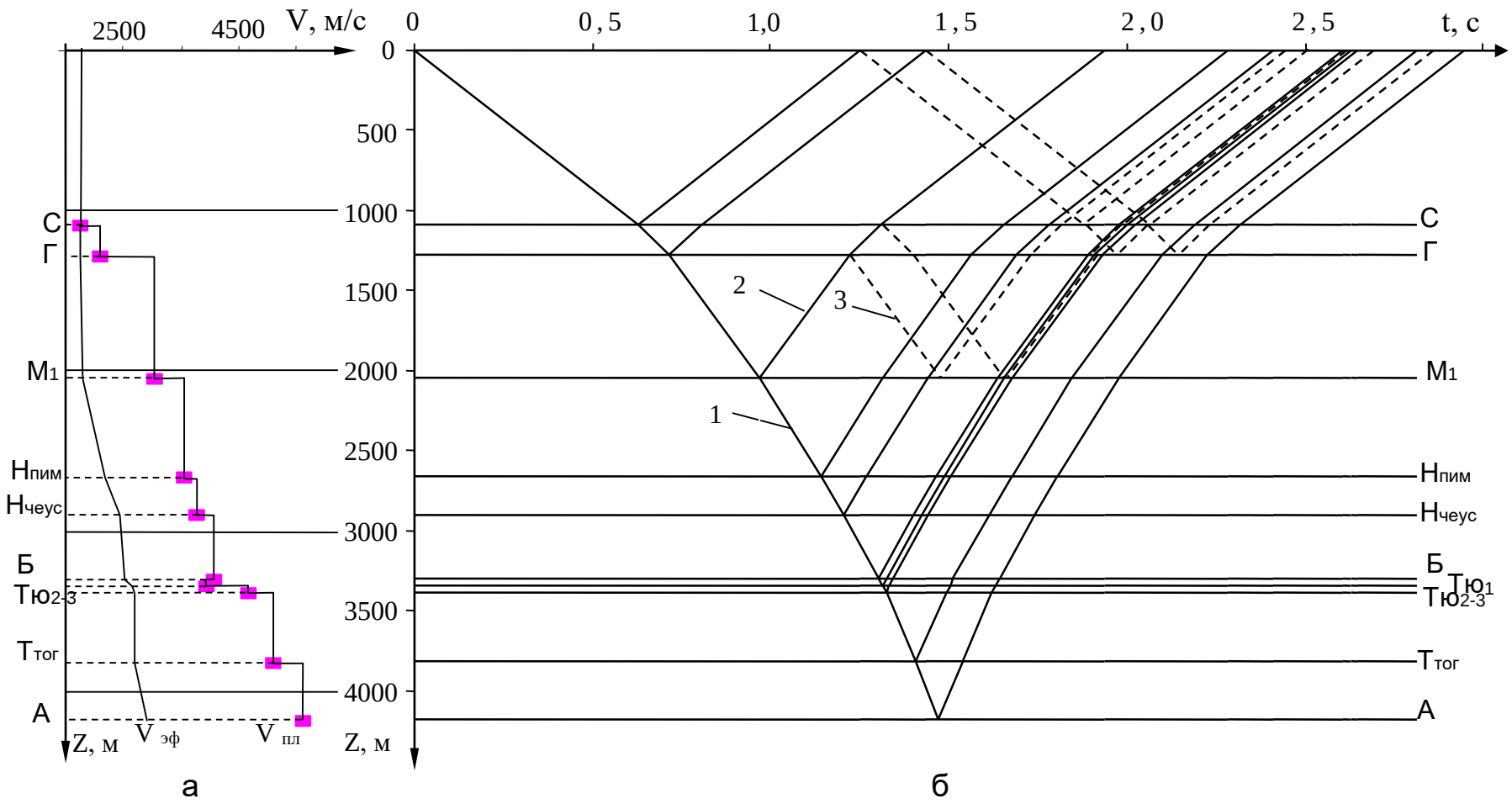


Рис. 1. Пример скоростных разрезов (а) и вертикальных годографов (б): 1 – падающих волн
2 – однократно-отраженных волн , 3 – кратно-отраженных волн

Часть 4. Расчет и анализ наземных годографов общей точки возбуждения

Рассчитать наземные продольные годографы, прямых, головных волн от первой преломляющей границы, однократно отраженных и кратно отраженных волн и построить их на одном графике (рис. 1). Расчет выполнить для расстояний источник – приемник (x) в диапазоне от 0 до x_{max}, где x_{max} принять равным 1.5 глубины залегания кровли самого нижнего слоя. Шаг расчета по x принять равным 200-500 м.

Вычисление годографов прямых и головных волн выполняется по точным формулам см учебник Бондарев В.И. Сейсморазведка, 2007 г.

Вычисление годографов отраженных волн выполняется по приближенным формулам, выведенным для двухслойной модели среды. При применении этой формулы необходимо использовать интегральные параметры - времена двойного пробега до отражающей границы и эффективную скорость распространения до ОГ (аналог средней скорости).

Годограф однократно отраженных волн для границы с номером N:

$$t(x)_N = \sqrt{{t_{o\,N}}^2 + \frac{x^2}{{V_{эф\,N}}^2}}$$

Годограф кратно отраженных волн, полнократных для границы с номером N:

$$t(x)_N = \sqrt{(n \cdot t_{o\,N})^2 + \frac{x^2}{{V_{эф\,N}}^2}}$$

где n – кратность волны.

Расчет времен и эффективных скоростей для частично кратных волн опирается на количество прохождения отдельных слоев. Ниже приведен пример расчета этих параметров *для частично кратных волн.*

Рассмотрим кратно отраженную волну СГ (см. рис.1).

Волна СГ проходит дважды интервал от поверхности земли до ОГ С и один раз интервал от ОГ С до ОГ Г. Отсюда следует, что при расчете эффективной скорости необходимо рассматривать два слоя, один с мощностью 2*1100м и пластовой скоростью 1800 м/с и второй слой с мощностью 200 м и скоростью 2100 м/с.

$$Vэф_k = \sqrt{\frac{\sum_1^k (Vпл_i \cdot h_i)}{\sum_1^k \Delta tв_i}} = \sqrt{\frac{1100 * 2 * 1800 + 200 * 2100}{1100 * 2/1800 + 200/2100}} = 1823\ м/с$$

и двойное время пробега: $to=(1800/1800 + 200/2100) * 2=2{,}634$ с

Рассмотрим кратно отраженную волну $M_1C\,M_1$ (см. рис.1).

Волна $M_1 C\ M_1$ один раз проходит интервал от поверхности земли до ОГ C и дважды интервалы от ОГ С до ОГ Г и от ОГ Г до ОГ M_1. Отсюда следует, что при расчете эффективной скорости необходимо рассматривать три слоя: один мощностью 900 м и скоростью 1800 м/с, второй 200*2 =400 м и скоростью 2100 м/с, третий 750*2=1500 м и скоростью 3200 м/с.

$$\text{Vэф}_\text{к} = \sqrt{\frac{1100 * 1800 + 200 * 2 * 2100 + 750 * 2 * 3200}{1100/1800 + 200 * 2/2100 + 750 * 2/3200}} = 2450 \text{ м/с}$$

и двойное время пробега: to=$(1100/1800 + 200 * 2/2100 + 750 * 2/3200) * 2$=2,540 с

Пример построения годографов приведен на рис.2.

Проанализировать полученные годографы, ответив на следующие вопросы

А) Имеются ли пересечения годографов однократно отраженных волн?

Б) Для каких однократных отражений многократно отраженные волны будут помехами для прослеживания? То есть времена нормальных отражений отличаются не более, чем на 0,2 с

В) Каково максимальное время прихода отраженных волн (для всех типов отраженных волн) на расстоянии x_{max}?

Пример ответов на вопросы по данным рис.2:

Анализ теоретических наземных годографов отраженных волн показал:

А) Годографы однократно отраженных волн в пределах интервала расчета не пересекаются (то есть волны от разных отражающих горизонтов не будут интерферировать), что благоприятно для прослеживания всех отражающих границ после устранения помех кратно отраженного типа.

Б) Кратные волны, мешающие прослеживанию целевых отражений, формируются главным образом на границах С, Г, М1. Они являются помехами для однократных отражений от границ Нчеус, Б,Тю1, Тю3-3, Ттог, А.

В) Максимальное время прихода отраженных волн (см годографы отраженных волн всех типов) на удалении от источника равном Xmax=3200 м составляет tmax=3,5 с.

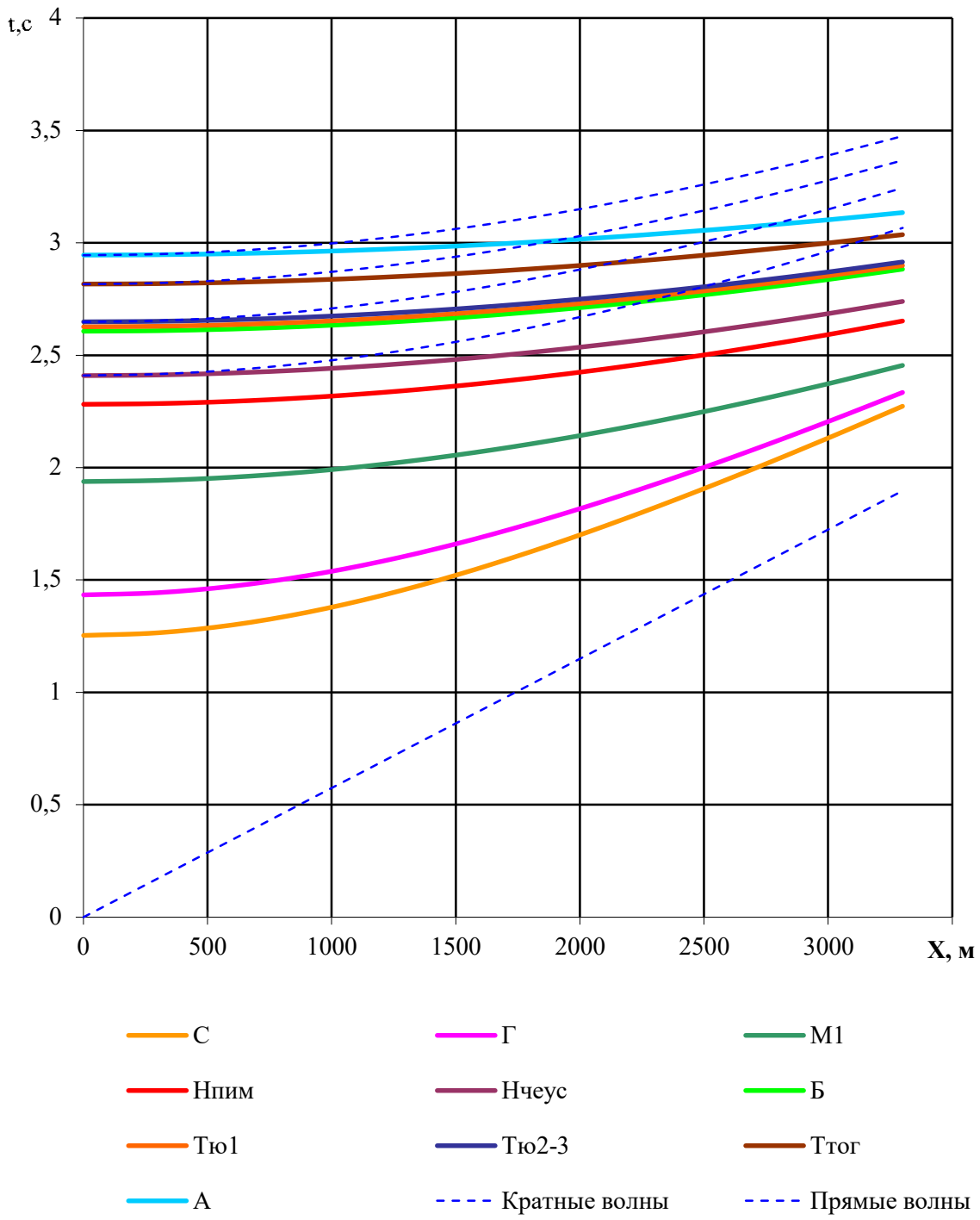


Рис. 2. Теоретические годографы ОТВ при продольном профилировании

Варианты исходных моделей среды

Вариант №1

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1795	1,58
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2104	1,65
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2648	2,16
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2902	2,14
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,1	3848	2,42
Т	Кровля тюменской свиты	3,2	3427	2,4
Т1	Верхняя часть тюменской свиты	3,4	3458	2,46
А	Подошва чехла	3,9	3602	2,52

Вариант №2

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	0,98	1900	1,81
М1	Кровля викуловской свиты	1,52	2700	2,08
М	Кровля фроловской свиты	1,85	3000	2,42
НАС5	Граница мегионской свиты	2,23	3220	2,43
НАС6	Кровля мегионской свиты	2,44	3332	2,3
Б	Кровля баженовской свиты	2,57	2917	2,41
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,64	3056	2,43
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	2,68	3778	2,45
Тю10	Нижняя часть тюменской свиты	2,81	3306	2,44
А	Подошва чехла	2,87	4200	2,50

Вариант №3

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
К	Подошва талицкой свиты	1,1	1795	1,58
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,9	2104	1,5
М	Кошайская пачка глин алымской свиты	2,6	2648	2,16
Б	Кровля баженовской свиты	2,9	2902	2,14
Н	Неокомские отложения ахской свиты	3,0	3848	2,42
Т	Кровля тюменской свиты	3,2	3427	2,4
Т1	Верхняя часть тюменской свиты	3,4	3458	2,46
А	Подошва чехла	3,9	3602	2,5

Вариант №4

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Верхний мел, кровля уватской свиты	1,15	2400	2,00
М	Нижний мел, кровля пласта АС 1	2,05	3400	2,12
НАС10	Нижний мел, кровля пласта АС 10	2,36	4100	2,20
НАС11	Нижний мел, кровля пласта АС 11	2,39	4160	2,23
НП	Нижний мел, кровля пласта БС 1	2,51	4295	2,28
НБС4,1	Нижний мел, кровля пласта БС4,1	2,81	4350	2,30
Б	Верхняя юра, кровля баженовской свиты	2,88	4380	2,31
А	Подошва осадочного чехла	2,89	4400	2,32

Вариант №5

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Э	Кровля тавдинской свиты	0,16	1600	2,16
Г	Кровля покурской свиты-сеноман	0,85	2030	2,28
БВ4-2	Кровля пласта БВ4-2	2,17	2690	2,49
БВ8	Кровля пласта БВ8 ванденской свиты	2,33	3910	2,46
БВ9	Мегионская свита	2,41	3750	2,37
АЧ2	Низ мегионской свиты	2,61	3190	2,72
Б	Кровля баженовской свиты	2,79	5300	2,35
Ю 1-1	Васюганская свита	2,85	3080	2,34
ТЮ2	Кровля тюменской свиты	2,93	2950	2,53
ТЮ3	Тюменская свита	3,03	4190	2,45
А	Подошва чехла	3,58	3670	2,44

Вариант №6

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С4	Верхний мел	1	1854	2,14
Г	Кровля покурской свиты	1,1	2197	2,20
М	Нижний мел	2,1	2550	2,26
НБП18	Кровля пласта БП18	2,4	3756	2,46
Б	Кровля баженовской свиты	2,7	3231	2,37
Т	Кровля васюганской свиты	2,9	2890	2,31
Т1	Кровля тюменской свиты	3,0	3928	2,49
Т4	Кровля нижнеюрских отложений	3,6	4181	2,53
А	Подошва чехла	3,9	5053	2,68

Вариант №7

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С"	Кровля люлинворской свиты	0,53	1940	2,16
Г	Кровля покурской свиты	0,96	2370	2,23
М	Подощва алымской свиты	1,72	2830	2,30
Д	Кровля мегионской свиты	2,25	2940	2,32
Ач	Ачимовская толща	2,49	3303	2,38
Б	Кровля баженовской свиты	2,54	4116	2,52
ТЮ1	Кровля васюганской свиты	2,56	3720	2,45
Т	Граница в верхней части тюменской свиты	2,62	3520	2,42
ТЮ10	Граница внутри тюменской свиты	2,78	4480	2,58
А	Подошва чехла	2,82	5610	2,77

Вариант №8

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
С	Кровля ипатовской свиты	0,9	1800	1,65
Г	Кровля покурской свиты	1,3	2020	1,96
М1	Подошва алымской свиты	1,5	2200	1,85
НБВ10	Тарская свита	2,0	2380	2,20
НБВ16	Мегионская свита	2,4	2400	2,40
Б	Кровля баженовской свиты	2,8	2550	2,31
Ю1.1	Кровля васюганской свиты	2,9	2600	2,45
ТЮ2	Верхи тюменской свиты	3,0	2800	2,40
ТЮ10	Тюменская свита	3,2	3330	2,44
А	Подошва чехла	3,6	3580	2,45

Вариант №9

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Уватская свита	1,08	1855	1,9
М	Подошва кошайской свиты	1,92	2730	2,2
Нас	Кровля пласта АС9	2,26	3355	2,3
Б1	Кровля баженовской свиты	2,84	3330	2,4
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,88	4210	2,4
Тю4	Верхняя часть тюменской свиты	2,93	3205	2,4
Трад	Горелая свита, радомская пачка глин	3,14	3050	2,5
А	Подошва чехла	3,18	3585	2,6

Вариант №10

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Кровля уватской свиты	0,98	1893	2,0
М1	Кровля викуловской свиты	1,51	2625	2,2
М	Кровля фроловской свиты	1,87	2748	2,3
Б	Баженовская свита	2,56	3058	2,4
Т2	Среднеюрские отложения тюменской свиты	2,70	3052	2,4
Т3	Граница тюменской свиты	2,78	2860	2,5
А	Подошва чехла	2,84	2993	2,6

Вариант №11

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	2,04	2070	2,18
М1	Кровля викуловской свиты	3,19	2970	2,33
М	Кошайская свита	3,81	3530	2,42
Б	Кровля тутлеймской свиты	4,98	3370	2,39
Т	Кровля тюменской свиты	5,20	3510	2,42
Т2	Внутренняя кровля тюменской свиты	5,46	4040	2,51
А	Подошва чехла	5,98	4060	2,52

Вариант №12

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Подошва кузнецовской свиты	1,15	2300	2,20
М	Кровля алымской свиты	2,05	2610	2,30
Нас4	Кровля песчанного пласта АС4	2,20	2750	2,35
Нас9	Кровля песчанного пласта АС9	2,30	3150	2,38
Нбс1	Кровля песчанного пласта БС1	2,45	3300	2,43
Б	Кровля баженовской свиты	2,96	3510	2,47
Тю2	Подошва алабакской свиты	3,04	3600	2,82
Тю10	Кровля песчанного пласта Ю10	3,38	3650	2,55
А	Подошва чехла	3,52	3710	2,60

Вариант №13

Индекс волны	Геологическая привязка	Глубина, км	Пластовая скорость, м/с	Плотность, г/см3
Г	Кровля уватской свиты	1,03	1900	2,20
М1	Кровля викуловской свиты	1,58	2210	2,25
М	Кровля фроловской свиты	1,90	2670	2,30
Нас5	Кровля пласта АС5	2,28	3380	2,40
Нас6	Кровля пласта АС6	2,52	3540	2,45
Б	Кровля баженовской свиты	2,63	3650	2,47
Тю2	Кровля тюменской свиты	2,69	3720	2,48
Тю10	Шеркалинская свита	2,86	3810	2,54
А	Подошва чехла	2,92	3900	2,60

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Б1.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1: Что такое перевод?…..... 3
1.1 Сущность перевода …….. 3
1.2 Определение перевода ……. 3
1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы …… 4
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 5
1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы …….. 6
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 7
1.5 Виды перевода ……. 7
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 9

Тема 2: Словарно-справочный аппарат переводчика …..…..... 10
2.1 Общие двуязычные словари …..…..... 10
2.2 Специальные политехнические двуязычные словари …..…..... 11
2.3 Другие источники терминов …..…..... 11
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 13

Тема 3: Лексические трудности перевода …..…..... 14
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 15
3.1 Образование английской научно-технической терминологии …..…..... 15
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 17
3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык …….. 17
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 18
3.3 Типы лексических соответствий …..…..... 18
3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок ……. 21
3.5 Термины …..…..... 22

Тема 4: Передача в переводах отдельных элементов текста …….. 25
4.1 Передача английских имен собственных на русском языке …….... 25
4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений …..…..... 31
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 32

Тема 5: Редактирование перевода …..…..... 34
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 36

Тема 6: Грамматические трудности перевода …..…..... 38
6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций …..…..... 38
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 39
6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге …..…..... 40
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 41
6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов …..…..... 41
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 44
6.4 Способы перевода причастия и его оборотов …..…..... 45
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 47
6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод ..…..... 48
Упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала …….... 49

Тема 1: Что такое перевод

Повторите материал практических занятий:

1.1 Сущность перевода

В повседневном, непрофессиональном понимании дать определение переводу достаточно просто. Любой случай, когда текст, созданный на одном языке перевыражается средствами другого языка мы называем переводом.

Поскольку язык это своего рода код или знаковая система, т.е. произвольное обозначение предметов и явлений действительности с помощью условных знаков, то перевод можно назвать перекодированием, поскольку каждый из условных знаков заменяется при переводе знаком другой знаковой системы.

Следовательно, перевод – это перевыражение или перекодирование исходного текста. Другими словами, перевод представляет собой перевыражение исходного текста средствами другого языка.

При этом термин «текст» понимается предельно широко: имеется в виду любое устное высказывание и любое письменное произведение от инструкции к телевизору до романа. Однако есть и ограничение: говоря о переводе, мы ограничиваемся вербальными текстами на живых человеческих языках. Понятие текста играет в переводоведении ключевую роль: переводчик, в отличие от лингвиста, имеет дело не столько с языком, сколько с его конкретными речевыми проявлениями – текстами, поэтому сфера перевода в этом смысле – царство речи. Под термином «текст» мы будем понимать речевое произведение, с помощью которого осуществляется вербальная коммуникация между людьми. Чаще всего отдельная законченная мысль реализуется в виде высказывания.

Всякий текст, как произведение речи, имеет определенное содержание, т.е. несет некую информацию, которая и подлежит передаче в процессе перевода. Это содержание иногда называют смыслом. Смысл высказывания и значения составляющих его слов не тождественны друг другу. Значение относится к единицам языка, оно существует и тогда, когда единицы языка не употреблены в коммуникации и не «актуализировались» в речи, образовав тем самым смысл высказывания или текста. Переводчик оперирует языковыми единицами, но объектом передачи в переводе является именно смысл, а не слова.

Иначе говоря, переводчик передает смысл всего текста, а не переводит отдельные слова. Этот основополагающий принцип перевода был высказан христианским писателем и богословом Иеронимом Стридонским еще в IV веке н.э.: «…я передаю не слово словом, а мысль мыслью».

Несоблюдение этого ключевого принципа перевода часто приводит к буквальному переводу, т.е. переводу «слово в слово». В результате нарушаются не только нормы языка, но и искажается смысл оригинала. Наглядной иллюстрацией «ловушек» буквального перевода могут служить пословицы, поговорки, разговорные клише, в которых общий смысл высказывания совсем не столь очевиден, как это может показаться на первый взгляд.

1.2 Определение перевода

Рассмотренные нами параметры понятия «перевод» касались преимущественно описания его как процесса, но в ходе обсуждения стало очевидно, что тем же термином мы обозначаем и результат этого процесса. Таким образом, слово «перевод» соотносится с двумя различными понятиями: 1) перевод как некая интеллектуальная деятельность, и 2) перевод как результат этого процесса, т.е. текст, созданный переводчиком.

Перевод – это деятельность, которая заключается в вариативном перевыражении, перекодировании текста, порожденного на одном языке в текст на другом языке, осуществляемая переводчиком, который творчески выбирает вариант в зависимости от вариативных ресурсов языка, вида перевода, задач перевода, типа текста и под воздействием собственной индивидуальности; перевод – это также и результат этой деятельности.

1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы

Технический перевод – это перевод, используемый для обмена специальной научно-технической информацией между людьми, говорящими на разных языках.

Из этого определения вытекает, что технический переводчик есть посредник, без которого этот обмен был бы невозможен. Из этого же определения следует, что технический переводчик так же, как и литературный, должен знать два языка, одним из которых он должен владеть достаточно свободно для точного, ясного и грамотного воспроизведения содержания оригинала. Но это не всё. Так как технический перевод есть средство обмена научно-технической информацией, то, следовательно, целью этого перевода на русский язык должно быть использование принципиально новых сведений. А это значит, что в своей работе технический переводчик имеет дело с новым материалом (причем качественно новым и ещё никому у нас неизвестным), для восприятия которого нужна определённая подготовка, нужны специальные знания. В наши дни Россия обменивается научно-технической информацией со многими зарубежными организациями в различных странах, она обменивается патентной информацией практически со всеми странами мира; специальные научно-технические журналы, выходящие в России, полностью переводятся в США, и значительно большее количество иностранных изданий переводится России.

Научно-техническую информацию, поступающую к нам, можно разделить на три потока:

1. Патентную литературу, являющуюся основной формой обмена, так как всё новое в области науки и техники оформляется в виде патента и его производных форм.

2. Периодику, специально предназначенную для обмена научно-технической информацией, например: отраслевые бюллетени, содержащие рефераты, аннотации и названия; отраслевые научно-технические журналы, содержащие дискуссионные, проблематичные и отчётные статьи специального характера; библиографические указатели с названием тем, изобретений и предметов промышленной продукции, также иногда содержащие аннотации и тематические обзоры работ по данной отрасли.

3. Различные периодические и непериодические издания и источники информации, не предназначенные специально для научно-технического обмена, но которые могут использоваться для этой цели, например: специальные журналы и книги, рекламные материалы, инструкции и другие подобные источники специальной информации.

Технический перевод охватывает несколько форм или способов обработки оригинала переводчиком. Все виды технического перевода имеют свои особенности и законы. Эти формы не зависят от сферы специализации, и поэтому каждый технический переводчик должен уметь выполнять все виды технического перевода. При этом он должен:

1) знать хотя бы один иностранный язык в степени, достаточной для понимания;

2) знать другой язык (обычно родной) в степени, достаточной для грамотного изложения;

3) уметь пользоваться рабочими источниками информации;

4) уметь делать различные виды технического перевода;

5) обладать терминологическим минимумом;

6) обладать основами информационных компьютерных технологий, работать в режиме текстовых редакторов;

7) научиться качественно выполнять различные виды научно-технического перевода.

Различают перевод ***дословный, буквальный, трансформационный и адекватный***.

Дословным является перевод при совпадении структуры предложений и порядка слов в английском и русском языках, когда предложение переводится без существенных изменений.

При ***буквальном*** переводе оставляют грамматические конструкции и порядок слов оригинала, чуждые родному языку, и грамматическое явление переводится без учёта всего контекста. С точки зрения начинающего переводчика, буквальный перевод можно рассматривать как этап на пути к достижению адекватного перевода.

Трансформационный перевод предусматривает лексико-грамматические трансформации, связанные со структурными и лексико-семантическими расхождениями между языками. Наиболее распространенные виды трансформаций – это изменение порядка слов, замена частей речи и членов предложения, добавление или опущение слов, антонимический перевод и т.д.

Адекватным считается перевод, точно передающий мысли автора со всеми их оттенками, с хорошим литературным языком, с применением соответствующей терминологии и с соблюдением стиля.

Для иллюстрации буквального и адекватного перевода можно привести следующий пример:

«Design. The hanger is claimed to be a form of construction that is on a scale as yet unprecedented in this country. As a piece of engineering, the building is extravagantly impressive. Yet the constructional techniques are basically so simple that it seems ridiculous that to cast such a shell on the ground and jack it up hasn't been done more frequently before. Ridiculous, that is, until you consider the size of the roof".

Буквальный перевод: «Проект. Ангар, заявляется, есть форма конструкции, которая по масштабам пока беспримерная в этой стране. Как произведение техники здание непомерно внушительно. Тем не менее, конструктивная техника в основном так проста, что кажется смешно, что отливать такую оболочку на земле и поднимать её домкратами не делали более часто раньше. Смешно, то есть, пока вы не рассмотрите размера крыши».

При буквальном переводе всегда страдает правильность языка перевода и искажается смысл оригинала, что и подтверждается приведённым примером.

Адекватный перевод: «Конструкция. Утверждают, что ангар является по своим масштабам непревзойдённым строением такого рода в Англии. Как инженерное сооружение ангар производит очень сильное впечатление. Тем не менее, строительные методы в основном весьма простые и кажется совершенно нелепым, что в прошлом их не применяли чаще. Кажется нелепым, пока вы не учтёте размеров крыши, ведь метод состоял в том, что оболочку бетонировали на земле, а затем поднимали в проектное положение с помощью домкратов».

Слова in this country переведены: «в Англии», так как отрывок взят из статьи, опубликованной в английском журнале. Стремление к достижению сбалансированного изложения на русском языке привело к изменению порядка последних предложений оригинала.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на качественные новые значения подчёркнутых слов.

Oil cracks

In mechanics, force does not mean strength. It seems to say no more than that a force is a push or pull, and since in physics all things must be measured it acquires from Newton's Law of Motion, a quantitative sense, which makes it the product of mass and acceleration. This, of course, is quite different from anything that the word "force" implies in everyday use.

A weight, one is surprised to learn, is not only the familiar block of metal with a ring on top, but a force. This is logical, because things fall under their own weight with an acceleration (due to gravity).

As to "work", the physicist has decided that a force works, or does work, only when it moves something. I may push and pull in vain at some immovable obstacle, and find that, mathematically I have done no work.

After this it is quite easy to accept the idea, that power has come to mean the rate at which work is done; or that metals suffer from "fatigue", or that oils can be made "to crack".

1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы

Для языка научно-технической литературы характерно отсутствие эмоциональной насыщенности, образных сравнений, метафор, элементов юмора, иронии и т.п.

Хотя основной особенностью языка научно-технической литературы является огромное количество специальных терминов, он включает большой процент общеупотребительных слов и словосочетаний. Значительную часть общеупотребительных слов составляют многозначные слова, представляющие известную трудность при переводе. Полисемантизм вообще характерен для английского языка, и нужно всегда иметь в виду, что любое, казалось бы знакомое, слово в зависимости от контекста может иметь совсем иное значение.

Контекст – синтаксический и лексический, узкий и широкий – служит тем средством, которое снимает у многозначной единицы все её значения, кроме одного. В этом заключается его функция. При переводе многозначных слов следует учитывать их грамматические и лексические связи в предложении.

Так, слово case имеет следующие значения: 1) случай, обстоятельство, положение, дело; 2) факты, доказательства, доводы (в пользу кого-либо или чего-либо); 3) судебное дело; 4) (мед.) случай, пациент, раненый и ряд других значений. В зависимости от контекста слово case может переводиться также следующими словами: вопрос, момент, прецедент и др.

It is not the case – это не так.

The executive of Union of Steel Metal Workers has passed the case back to the local officials to resolve.

Исполком национального союза металлистов вернул дело (вопрос) на рассмотрение местной администрации.

Слово facilities. Есть целый ряд английских слов, которые не имеют эквивалента в русском языке, и поэтому их приходится переводить по-разному, иногда, в зависимости от контекста, описательным путём. Одним из таких слов является слово facilities, которое обозначает предмет или обстоятельство, совокупность предметов или обстоятельств, помогающих совершить действие.

Facilities for transport – средства передвижения.

Facilities for studies – необходимые помещения, оборудование и даже наличие времени, необходимого для занятий.

Большой англо-русский словарь (БАРС) под ред. И. Р. Гальперина среди многочисленных значений даёт и следующие: 1) благоприятные условия, льготы; 2) оборудование, приспособление, аппаратура; 3) средства обслуживания, удобства. В зависимости от контекста facilities может переводиться и другими словами: возможность, помещение и т.д.

A more recent project has been the modernization of port facilities and the improvement of natural ports.

Более поздний проект предусматривает модернизацию оборудования порта и улучшение естественных портов.

MPs already complain of lack of facilities to do their work while Press and other staff also find they work in overcrowded and unsuitable conditions.

Члены парламента уже жалуются на отсутствие благоприятных условий для (выполнения) работы, и работники печати и другие служащие считают, что они также работают в переполненных помещениях и плохих условиях.

Интересно своей многозначностью и слово public, приобретающее различные значения в переводе терминологических словосочетаний : n 1) народ; 2) публика; 3) общественность; adj 1) общественный;

2) публичный, общедоступный; 3) общенародный; 4) открытый, гласный; 5) государственный, официальный и др.

Словосочетания:

public figure – общественный деятель

public image – репутация, мнение общественности (о каком-либо деятеле)

public service – коммунальное обслуживание

public facilities – предприятия общественного пользования

public officer – государственный служащий, чиновник, должностное лицо

public servant – должностное лицо, лицо, находящееся на государственной службе

public career – политическая карьера

public relations 1) связи (лица, организации) с общественностью, прессой; 2) реклама, пропаганда, рекламное дело; 3) служба (отдел) информации, отдел связи с печатью, пресс-бюро.

В ряде случаев правильный выбор лексического значения многозначного слова требует учёта его грамматических связей.

Так, хорошо известные значения глагола to assume – принимать, приобретать, характерны для него в тех случаях, когда за этим глаголом следует дополнение, выраженное существительным:

All deposits of uranium will assume tremendous importance.

Все залежи урана приобретут огромное значение.

В значении предполагать, полагать глагол to assume встречается в объектном инфинитивном обороте (сложном дополнении), субъектном инфинитивном обороте (сложном подлежащем).

We assume the compressor to be adaptable to any power source.

Мы полагаем, что компрессор можно приспособить к любому источнику.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите следующие предложения, обращая внимание на значения многозначных слов.

1. Education is seen by the council as having a key role to play in increasing the economic effectiveness of the West Midlands, and it urges the fullest use of the region's facilities.

2. In any case, what the lawyer is after is the reasoning, the sequence of arguments, starting with the premises and leading up to the conclusions.

3. Capitol Hill is the place people think they know more about than any other place on earth, because everything on Capitol Hill seems to be public. Everyone refers to it as a public place, and it is true that, at times, you can see all the public men whose salaries are paid by the public.

4. This led to the reaction assuming a different course.

5. One of the facilities our students have is a very good library.

6. The mineworkers' and steel workers' current demands are two cases about which there is speculation.

7. In her complaint to the council Mrs. R. said she was trying to make the point that as the crematorium facilities were maintained for the public, regardless of whether they were religious or not, they should be treated equally.

8. There is the strongest case for self-government.

9. "Facilities for retraining need to be developed to enable regional industry and the people employed in industry to cope with the technological and economic changes that are certain to be encountered", the report says.

10. They had a strong case when they argued that the agreement should be reconsidered.

1.5 Виды перевода

Приступая к переводу научно-технической литературы, можно использовать основные виды перевода:

1. Перевод путем использования имеющихся в русском языке эквивалентов, т.е. постоянных и равнозначных соответствий в двух данных языках, в большинстве случаев не зависящих от контекста,

например:

viscose – вискоза

cedar – кедр
heating – нагревание
loss – потеря.

2. Перевод с помощью аналогов, т.е. слов синонимичного ряда.

В этих случаях одному иностранному слову соответствует несколько русских слов, например:

Bunching – группирование, варьирование, образование сгустков, скапливание и т.д.

allowance – разрешение, поправка на что-либо, допуск.

Надо выбрать из этого ряда вариант, наиболее подходящий по контексту.

3. Калькирование, или дословный перевод, состоит в переводе английского слова или выражения путем точного воспроизведения их средствами русского языка, например:

multistoried – многоэтажный
motor convertor – двигатель-преобразователь
superpower system – сверхмощная система
sky-scraper – небоскреб.

При дословном переводе предложения не происходит каких-либо перегруппировок, сохраняется структура предложения, каждое слово переводится так, как оно дано в словаре (с учетом контекста).

Дословный перевод допускается и используется тогда, когда для большинства английских слов в предложении имеются эквиваленты в русском языке и когда структура предложения имеет полное соответствие в русском языке, например:

Radiomen well know that alternating current is the very current that makes radio possible.

Радисты хорошо знают, что переменный ток – это тот самый ток, который делает возможной радиосвязь.

Но дословный перевод возможен не всегда, рассмотрим предложение:

Before the coming of railway and the steamship the volume of world trade was very small compared with what it is today.

До появления железных дорог и паровых судов объем мировой торговли по сравнению с современным объемом был незначительным.

Дословный перевод для данного предложения несовместим с нормами русского языка, и слово coming нельзя переводить в этом предложении соответствующим слову приход. Рекомендуется для слова coming выбрать одно из лексических соответствий. Существительные же railway и steamship необходимо перевести множественным числом, что более соответствует стилю русской речи. В предложении:

British steel shapes produced annually amount to twelve million tons.

Производство стального проката в Англии ежегодно достигает примерно 12 миллионов тонн.

По тем же соображениям нельзя steel shapes перевести дословно (стальные формы) и необходимо прибегнуть к русскому обороту –производство стального проката, а для глагола amount использовать русские глаголы равняться, доходить до.

От дословного перевода, однако, следует отличать недопустимый в переводческой практике буквальный перевод, т.е. простой механический перевод слов иностранного текста в таком порядке, в каком они следуют в нем, без учета синтаксических и логических связей.

4. Для перевода английских слов, не имеющих лексических соответствий в русском языке, можно использовать описательный перевод. Он представляет собой передачу значения английского слова при помощи более или менее распространенного объяснения, например:

prompt-period accident можно перевести, только прибегнув к описательному переводу: авария, связанная с переходом реактора на мгновенно-критический режим.

5. Транслитерация – это передача буквами русского письма букв английского письма независимо от произношения английского слова.

Для использования транслитерации можно и не знать произношения английского слова, ограничиваясь лишь его зрительным восприятием:

retarder – ретардер
transposition – транспозиция
irradiation – иррадиация.

Транслитерация целесообразна тогда, когда желательно воспроизвести лаконизм подлинника и сохранить специфическую характеристику данной реалии в иностранном языке.

6. Транскрибирование – это передача произношения английского слова русскими буквами, т.е. передача его фактического облика:

white spirit – уайт-спирит
fan – фэн
Whitehall Уайт-холл (улица в Лондоне, на которой расположены правительственные учреждения).

Транскрибирование является основным приемом перевода при передаче имен и названий и так же, как и транслитерация, используется в тех случаях, когда желательно воспроизвести лаконизм и специфику иностранного слова.

В тех случаях, когда эти стилистические соображения не играют большой роли, лучше пользоваться описательным переводом, так как транскрибирование дает новую лексическую единицу, чуждую русскому языку, которая может оказаться непонятной читателю.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Подберите русские соответствия к следующим именам и названиям.

A. Eugene Garside Katharine Wooley
Sophie Wilkins Giles G. Stephens
James Dylan Graham Hancock
Howard Carter William Cathcart
B. Hitachi, Ltd
Trace Analytical Laboratories, Inc.
Dell Publishing Co
Random House of Canada, Limited
United States Environmental Protection Agency
C. The Grand Canyon Conwall
River Dart New Jersey
Devonshire Kentucky
North Carolina British Columbia

2. Переведите на русский язык следующие термины и терминологические словосочетания, употребляя транскрипцию и транслитерацию, найдите значения переводимых терминов в специальных словарях.

blink broker visual control
Bonus active interface
gold certificate vibration monitoring
crossed cheque gas chromatograph
clearing bank atomic mass spectrometer
close corporation Magna Carta
bank references London Traded Options
tariff quota future business
terminals of the airport plastics processing technology

Тема 2: Словарно-справочный аппарат переводчика

Повторите материал практических занятий:

Для того чтобы переводчик быстро находил нужные ему специальные сведения, он должен знать, какие рабочие источники информации бывают, что в каждом из них можно найти и в какой последовательности ими пользоваться.

Все рабочие источники информации, используемые переводчиком, можно разделить на общие, с которыми работают все переводчики, и специальные, которыми преимущественно пользуется технический переводчик.

Общие источники информации подразделяются на словари общего назначения и общие энциклопедии. Словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные (например, англо-русские и русско-английские, неспециальные словари и фразеологические словари) и одноязычные, включающие толковые словари (например, толковые словари русского и английского языка) и словари иностранных слов; имеются также вспомогательные одноязычные словари (например, синонимов, антонимов и орфографические), а также энциклопедические словари общего назначения.

Специальные источники информации включают специальные словари, специальные энциклопедии, справочники по различным отраслям науки и техники, специальную литературу и прочие источники информации.

Специальные словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные, включающие политехнические двуязычные словари, отраслевые словари и вспомогательные специальные двуязычные словари (например, словари сокращений) а также одноязычные специальные словари (например, «Краткий политехнический словарь»).

2.1 Общие двуязычные словари

Для успешного пользования общими двуязычными словарями необходимо помнить следующее:

1. Любой общий двуязычный словарь (кроме фразеологического) даёт не перевод слов, а только возможные эквиваленты каждого данного слова и, как правило, далеко не все. Словарь только даёт намёк на то, что слово может выражать в определённом контексте.

2. Чтобы быстро находить нужное слово, надо хорошо знать алфавит. При частом обращении к словарю хорошее знание алфавита даёт значительную экономию времени.

3. Нужно хорошо знать смысл всех условных обозначений, сокращений, значков различных шрифтов и знаков препинания, используемых в словарных статьях, а для этого, прежде чем пользоваться словарем, необходимо внимательно прочитать статью о пользовании им и ознакомиться со списком сокращений.

Примером общего двуязычного словаря может служить «Новый большой англо-русский словарь» (НБАРС) под редакцией Ю. Д. Апресяна и Э. М. Медниковой, 2002 г. НБАРС охватывает все слои английской лексики от научно-технической терминологии до молодёжного сленга. В словарь включены обширные списки личных имён и географических названий. Виды словарных статей – отдельные слова, устойчивые словосочетания и словообразовательные элементы (приставки, суффиксы и т.д.). Переводы сгруппированы в значения и подзначения, упорядоченные по частотности употребления. Приводятся фонетическая транскрипция, сведения о нестандартно образуемых формах, управлении и т.п., в необходимых случаях даны подробные пояснения.

К важнейшим достоинствам НБАРС относится богатый иллюстративный материал, большая часть словарных статей снабжена примерами употребления слов в реальных контекстах.

НБАРС является дальнейшим развитием двухтомного «Большого англо-русского словаря», впервые изданного в 1972 году под редакцией И. Р. Гальперина.

2.2 Специальные политехнические двуязычные словари

Эти словари дают эквиваленты общетехнических и общенаучных терминов, а также и многих обычных слов, широко используемых в языке науки и техники.

Примером двуязычного политехнического словаря может служить «Англо-русский политехнический словарь» под редакцией А. Е. Чернухина (Изд. 2-е. М. : Сов. энцикл., 1971). В этом словаре расположение материала алфавитно-гнездовое, т.е. если термин состоит из одного слова, то это слово нужно искать как в обычном словаре, по алфавиту, а если термин состоит из нескольких слов, одно из которых является определяемым, а другое (или другие) – определениями, то такой термин нужно искать по определяемому слову. Обычно это слово стоит в конце терминологического сочетания, но может стоять и в начале, например, если определяемые слова присоединяются к нему предлогом «of».

Если слово входит в несколько терминологических сочетаний, то эти сочетания образуют гнёзда, в которых они располагаются в виде списка, несколько сдвинутого вправо от основного слова, приводимого в начале списка. Терминологические сочетания в этом гнезде располагаются в алфавитном порядке по слову, являющемуся единственным или главным к основному термину, причем сам основной термин в списке-гнезде заменяется тильдой (~).

Термины политехнического словаря относятся ко всем отраслям науки и техники («поли» – греческое слово, обозначающее «много»).

Для указания, к какой именно области относится данный термин, используются специальные сокращения, например: свт. – светотехника; к-ф – кинематография и фотография; ак. – акустика. Эти сокращения набираются курсивом.

В конце словаря имеется список наиболее употребительных специальных сокращений и обозначений, принятых в различных областях науки и техники.

Словарь снабжён также приложением, в котором переводчик может найти очень полезные сведения, например, как обозначаются в английской и американской технической литературе футы, дюймы, десятичные дроби и т.д.; различные математические знаки, символы и сокращения, греческий алфавит, римскую нумерацию; английские и американские меры длин, веса и т.д.

Хорошими помощниками переводчика являются и отраслевые двуязычные словари. Они отличаются от политехнического тем, что в них можно найти больше терминов и эквивалентов, относящихся к данной отрасли.

Предположим, нам нужно перевести статью по экономике. Попробуем воспользоваться «Англо-русским коммерческим словарём-справочником» (сост. И. Г. Анохина. М. : Моби, 1992). Словарь содержит более 20 тыс. терминов, используемых в области финансов, кредита, внешней торговли, бухгалтерского учёта, ценообразования, страхования.

В приложении-справочнике можно найти подробные указания по составлению деловых писем и контрактов, краткий толковый словарь по внешнеэкономической деятельности, маркетингу, рыночной экономике, таблицу перевода мер и весов, денежные единицы стран мира, сокращения и т.д.

Отметим некоторые особенности данного словаря:

1) термины в словаре расположены в алфавитном порядке;

2) для составления терминов выбрана алфавитно-гнездовая система;

3) термины, состоящие из определяемых слов и определений, следует искать по определяемым словам;

4) пояснения к русским переводам набраны курсивом и заключены в круглые скобки, например: base (база, базис, основа, основание); to create a base (создать базу), raw material base (сырьевая база), (определяемое слово), bid (предложение цены (на аукционе), заявка (на торгах)).

2.3 Другие источники терминов

Помимо двуязычных словарей (бумажных и электронных на дисках и онлайновых) существуют и другие источники терминов:

1. Одноязычные русские и английские (американские) технические энциклопедии (например, McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms).

2. Одноязычные технические справочники для специалистов

(например, Mark’s Standard Handbook for Mechanical Engineers).

3. Сборники рекомендуемых терминов, выпускающиеся в советские годы Комитетом научно-технической терминологии Академии наук, которые до сих пор не потеряли своего значения, особенно при переводе научных статей. В общей сложности Комитетом было издано 119 выпусков. Многие выпуски можно приобрести в электронном виде в издательстве «ЭТС» (www.ets.ru).

4. Одноязычные толковые политехнические словари.

К этой категории относится очень полезный «Иллюстрированный толковый словарь научной и технической лексики», составленный по вузовскому тематическому принципу и изданный в 1994 году.

5. Посещение выставок, посвященных оборудованию и приборам для различных отраслей промышленности. Библиотека каталогов и проспектов, набранных на выставке, открывает доступ к новейшей информации по конкретной области.

6. Использование Интернета.

В процессе перевода переводчик обращается к Интернету в следующих случаях:

1) когда он хочет знать, что означает отсутствующий в словарях английский термин;

2) когда ему требуется найти определение термина;

3) когда он хочет знать, что означает отсутствующее в словарях английское словосочетание;

4) когда ему встретилось незнакомое сокращение;

5) когда заголовок документа или раздела не находит объяснения в последующем тексте;

6) когда ему необходимо знать, как выглядит некое устройство или схема технологического процесса;

7) когда ему необходимо убедиться, что созданный им русский эквивалент термина действительно используется российскими специалистами;

8) когда ему встретилось географическое название и нужно проверить, как оно пишется по-русски;

9) когда он встречает в переводимом документе цитату или фрагмент из другого документа, смысл которых непонятен;

10) когда ему необходимо ознакомиться со стандартом;

11) когда ему необходимо найти патент.

При этом он пользуется как находящимися в Интернете различными Web-сайтами (на которых хранятся Web-страницы и файлы с интересующей переводчика информацией), онлайновыми словарями – например, English Oxford Dictionary (www.oed.com), OnelookDictionary (www.onelook.com) и Massengineers (www.massengineers.com), а также многочисленными относительно небольшими узкоспециальными словарями, нередко прилагаемыми к описанию конкретного изделия фирмы.

В настоящее время один из наиболее полных и самых популярных автоматических онлайновых словарей – Multitran.

Заслуживает упоминания и словарь американских реалий, а именно: Англо-русский лингвострановедческий словарь «Американа». (Изд-во «Полиграмма», 1996). Полный текст этого словаря опубликован в бесплатном доступе по адресу: www.americana.ru.

Поиск содержащих необходимую информацию Web-страниц и файлов (т.е. тех или иных документов) осуществляется с помощью поисковых систем двух типов – индексов и каталогов. Интернетовский индекс ищет у себя (и находит или не находит) любое запрашиваемое у него слово или словосочетание, а интернетовский каталог подобен тематическому библиотечному каталогу: пользуясь каталогом, мы последовательно переходим от более широких и общих тем ко всё более узким и конкретным. Переводчик всегда знает, что он ищет, поэтому он может пользоваться только индексами, а именно наиболее популярными и мощными Google (www.google.com) и Яндекс (www.yandex.ru). Правила, по которым ищется отдельное слово или словосочетание, называют языком запросов.

Вызвав поисковую индексирующую систему и набрав в поле поиска запрос, мы получаем страницы поиска. На каждой странице поиска размещены описания тех или иных десяти (иногда более) Web-страниц. Описание Web-страницы начинается с её названия, затем следуют указание на формат, в котором страница выполнена (если это не традиционный интернетовский формат HTLM), и фрагменты текста страницы с выделенными жирным шрифтом словами, содержащимися в запросе. Наконец, следует интернетовский адрес описываемой страницы и ссылки Catched (Сохранено). Выбрав ссылку «Сохранено», мы увидим Web-страницу в том виде, в котором её видел Google в момент индексирования.

Наконец, укажем наиболее типичные формы запросов в системе Google:

а) пробел между словами запроса воспринимается Google как оператор AND, поэтому при запросе, например, feed pumps разыскиваются как термин feed pumps, так и по отдельности feed и pumps;

б) поиск фразы на Web-страницах осуществляется с помощью прямых кавычек: «feed pumps used in power boilers»;

в) знак * в запросе заменяет любое слово в составе разыскиваемой фразы (используется, когда фраза известна не полностью);

г) оператор OR между двумя словами требует искать страницы в которых есть хотя бы одно из двух слов (средство экономии времени на поиск);

д) чтобы Google прореагировал на служебное слово (обычно он их игнорирует), нужно перед этим словом поставить оператор плюс (+). Например, +to +be overruled;

е) при желании сузить поиск заголовками, нужно добавить (без пробела после двоеточия) префикс entitle, а именно: entitle:”feed pump”. Такой поиск полезен только для однокомпонентных либо довольно распространённых терминов;

ж) при желании, например, найти питательные насосы для котлов можно ещё более сузить поиск, запросив: entitle:”feed pump” boilers; в этом случае в заголовок попадают feed pumps, а слово boilers может встретиться в любом месте документа и, в частности, в том же заголовке.

При переводе научно-технических текстов также можно использовать тематические глоссарии, часто с подробными комментариями и объяснениями на следующих Web-сайтах компаний :1) slovary.ru; 2) ru.wikipedia.org; 3) lingvo.ru; 4) lingvo.yandex.ru; 5) lingvotech.com (elslovari); 6) sokr.ru

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

Переведите на русский язык следующий текст, пользуясь «Англо-русским словарём» и общим политехническим словарём. Найдите и выпишите столбиком по одному эквиваленту для каждого подчёркнутого слова или словосочетания.

In spite of astounding technological advances in the development of weapons and equipment for warfare, the Infantryman’s load remains about the same in terms of weight, bulk and number of items in his pack. During the past three decades, we have developed nuclear weapons which have increased our available firepower immeasurably. We have developed huge airplanes that fly more than twice the speed of sound. By exploiting air movement, we are working toward optimum mobility for our combat forces. Advancement in other areas such as communication, surveillance and target finding devices has been perhaps less spectacular but nevertheless significant. But the Infantryman, who in the final analysis must close with and destroy the enemy, has, at best, enjoyed only marginal improvement in his combat equipment, clothing and weapons.

Тема 3: Лексические трудности перевода

Повторите материал практических занятий:

Лексический состав научно-технических текстов характеризуется широким использованием терминов (слов, словосочетаний, фраз), являющихся инструментом, при помощи которого оперируют научно-техническими понятиями, и относительно малым разнообразием лексических групп. Основной признак терминов – их определяемость, иными словами, формой существования термина является определение.

В общем под термином понимается слово или словосочетание любой формы употребления, выражающее научное понятие, имеющее определение и пригодное к применению в науке и технике. Все термины делятся на простые, сложные и словосочетания.

Для того чтобы правильно определить выражаемые термином понятия, нужно знать и ту область науки и техники, к которой относится данная терминология. Любой термин следует рассматривать не как обособленную смысловую единицу, вне всякой связи с окружающими его словами и контекстом в целом, а как слово, за которым закреплено определённое техническое значение, но которое может изменить своё содержание в зависимости от той отрасли, в которой оно употребляется в данном конкретном случае.

Для термина характерна соотнесённость с точным определённым понятием, стремление к однозначности. Это приводит к тому, что ряд терминов приобретает своего рода независимость от контекста и, следовательно, может переводиться с помощью лексического эквивалента.

Многие английские термины в любом контексте соответствуют определённым русским терминам, например: voltage – напряжение, capacitance – ёмкость, oxygen – кислород, wattage – мощность. Основная масса научно-технической терминологии не входит в состав общелитературного языка, оставаясь понятной лишь специалистам данной отрасли знания. Тем не менее, роль контекста чрезвычайно велика, так как значительное количество терминов представляет собой общеупотребительные английские слова, взятые в специальном значении. Так, контекст помогает выявить:

1. Употреблено ли слово в своём обычном значении или в специальном техническом, например, valve – клапан или электронная лампа, short – короткий или короткое замыкание, planning – планирование или технология.

2. В каком из своих значений употреблён многозначный термин в данном конкретном случае. Например, означает ли существительное switch – выключатель, железнодорожная стрелка или коммуникационный аппарат? Используется ли термин line в значении линейный или производственный? Как следует перевести глагол shunt – параллельно включать или маневрировать? Только контекст позволяет выявить значение многозначного слова.

3. Кроме того, в ряде случаев контекст даёт возможность опустить некоторые компоненты термина-словосочетания, которые подразумеваются сами собой. Например, вместо transformer primary winding в том же самом контексте может часто употребляться просто primary – первичная обмотка трансформатора; вместо oil-circuit breaker употребляется breaker – масляный выключатель.

Возможность использовать в контексте не весь термин-словосочетание, а только какую-то его часть обусловливается тем, что термин связан с определённым точным понятием или явлением.

Термины объединяются в определённые терминологические системы, выражающие понятия определённой отрасли знаний.

В каждой терминологической системе термины образуют определённые группы, для которых общим является их принадлежность либо к классу предметов, либо к классу процессов, свойств и т.п.

Каждая из этих групп делится в свою очередь на более узкие терминологические группы. В терминологических группах сложных терминов часто выступает один общий элемент. Например, языковые единицы tele, scope выступают в качестве компонентов сложного слова –

telegraph, television, horoscope, telescope и т.п.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Укажите, в каких значениях употребляются следующие слова и термины, и переведите их.

1. shaft; 2. pin; 3. turn (sing, pl); 4. relay; 5. capacity; 6. handling;

7. error; 8. developing; 9. average; 10. plate; 11. female; 12. bed; 13. flight; 14. grid; 15. course; 16. hammering; 17. hand; 18. kick; 19. kill; 20. maintenance; 21. trouble; 22. trolley; 23. smash.

2. Переведите следующие термины на русский язык.

1. flywheel; 2. trip coil; 3. clock-word; 4. circuit; 5. safety; 6. switch; 7. brake gear; 8. ionic rectifier; 9. capacitor; 10. back coupling; 11. flat rate; 12. stress; 13. electric charge; 14. winding; 15. ring; 16. friction coupler; 17. gear; 18. variable capacitor; 19. microphone; 20. electronic instrument; 21. coil.

3. Переведите следующие терминологические словосочетания на русский язык.

1. associated mode of operations; 2. data signal quality detection; 3. connection through an exchange; 4. effectively transmitted signals in sound-program transmission; 5. error-detecting system; 6. optional user facility; 7. public data transmission service; 8. two-way – alternate interaction; 9. pair of complementary channels; 10. time consistent busy hour; 11. ratio of compression; 12. indirect manual demand operation; 13. External loss time; 14. setting-up times of an international call; 15. digital line pass; 16. mean time between interruptions; 17. automatic booked call service; 18. centralized multi-end-point-connection; 19. level of maintenance; 20. emergency call service; 21. probability of successful service completion; 22. error correction by detection and repetition.

4. Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на термины и термины-словосочетания.

Electronic mail

Subscribers to electronic mail services effectively rent a piece of computer memory- the mailbox- and by logging on to the system they can send and receive mail to and from other mailboxes on the same system. Electronic mail theoretically has everything going for it in terms of what modern business needs for person-to-person, official, documented communication. It is instantaneous, world-wide broadcast (i.e. one message can be relayed to infinite addresses), protected by pass codes and reviewable on a VDU-you don’t have to end up with a document in your hand unless you want one. Because all electronic mail services involve logging onto a computer-controlled network, electronic mail is programmable and cheaper to run that traditional post/phone communications.

3.1 Образование английской научно-технической терминологии

Основными способами образования терминов являются синтаксический, морфологический, а также заимствования из других языков отраслевых терминологий.

Большинство современных английских терминов образованы синтаксическим способом:

1. С помощью предложных сочетаний:

body of a reactor – корпус реактора

lid of frame – крышка корпуса

2. С помощью конструкции типа «существительное + существительное:

survey party – изыскательская партия

suspension bridge – подвесной мост

3. С помощью конструкции «прилагательное + существительное»:

vertical component – вертикальная составляющая

electrical substation – электрическая подстанция

4. С помощью конструкции типа «причастие I + существительное»:

accelerating field – ускоряющее поле

rectifying tube – выпрямительная лампа

5. С помощью конструкции типа «причастие II + существительное»:

fixed contact – неподвижный контакт.

Наиболее распространённым типом морфологического способа образования является суффиксация.

Продуктивными суффиксами в области научно-технической терминологии являются:

-ium – латинский суффикс, широко используемый в химической терминологии:

deuterium – дейтерий, тяжёлый водород

curium – кюрий (хим.)

-osis – суффикс заимствован из греческого языка через латинский, используется для образования существительных, обозначающих различного рода болезни:

silicosis – силикоз, болезнь лёгких, вызванная попаданием в них частиц каменно-угольной пыли и т.д.

-ite- coalite – бездымное топливо

-ize- dieselize – оборудовать дизелем

-ee- employee – служащий

-ism- synchronism – синхронизм

-er- ejector – эжектор

-ing – суффикс, для образования существительных, указывающих на действие:

handling – управление, уход за машиной.

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний. Рост числа сокращений объясняется тем, что сложные слова и словосочетания громоздки и неудобны и появляется стремление передать их кратко.

Laser-light amplification by stimulated emission of radiation – квантовый генератор и усилитель оптического диапазона.

Сокращения, как и отдельные слова, могут выступать в предложении в различных синтаксических функциях и оформляются морфологически по всем правилам английской грамматики (принимать множественное число, употребляться в притяжательном падеже).

1. Буквенные сокращения (инициальный тип сокращения):

а) сокращенное слово – это первая буква и сокращённое словосочетание – первые буквы компонентов. Сокращенные слова произносятся полностью:

E-east – восток

R-railway – железная дорога;

б) сокращенное словосочетание произносится чаще всего как название букв, составляющих сокращение:

Emf – electromotive force – электродвижущая сила.

2. Слоговые сокращения.

Слоговые сокращения представляют собой начальные слоги компонентов словосочетаний. Они пишутся слитно и читаются как одно слово:

maxcap- maximum capacity – максимальная мощность.

3. Усеченные слова:

а) усечение, при котором остаётся начальная часть слова:

sub (submarine) – подводная лодка;

б) усечение, при котором остаётся конечная часть слова:

chute-parachute – парашют;

в) усечение, при котором отпадает средняя часть слова:

Ry (railway) – железная дорога;

г) усечение, при котором остаются два слога:

memo(memorandum) – докладная записка;

д) усечение прилагательного в сложном слове:

technicolour- (technical colour) – цветная кинематография.

Заимствования из других языков в английской терминологии в среднем составляют 3 – 4 %.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Дайте возможные варианты перевода следующих терминов.

1. self-contained; 2. plug-and-socket device; 3. push-pull scheme; 4. overhead wire; 5. jack-in-the-box device; 6. air-tight; 7. self-aligning; 8. end-on; 9. head-on; 10. steady-state; 11. corn-and-cob; 12. half-and-half; 13. looping-in; 14. high-efficiency; 15. power-actuated; 16. cross-country; 17. high-rate; 18. fast-head; 19. time-delay; 20. pre-production; 21. Quick acting; 22. trouble-free; 23. trouble-shooting.

3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык

При работе с лексикой научно-технической литературы наибольшую трудность для понимания и перевода представляют многокомпонентные термины – терминологические словосочетания, созданные лексическим и синтаксическим способом, т.е. представляющие собой словосочетания, образованные по определённым моделям. Терминологические словосочетания представляют собой семантически целостные сочетания двух или большего числа слов, связанных с помощью предлога или беспредложным способом. Они могут быть устойчивыми и свободными сочетаниями.

При переводе терминологических словосочетаний необходимо уяснить, в каком порядке следует раскрывать значение данного словосочетания. Терминологические словосочетания строятся из сочетания существительного обычно в единственном числе (ядра словосочетания) с другими частями речи, которые могут стоять до и после него.

Особую трудность при переводе представляют беспредложные терминологические словосочетания, состоящие из цепочки слов, не связанных между собой какими-либо служебными словами (артиклями, предлогами и т.д.)

В беспредложном терминологическом словосочетании главным словом является последнее, все слова, стоящие слева от него, играют второстепенную роль – роль определения. Перевод беспредложных терминологических словосочетаний надо начинать с главного слова.

Например: life test – испытание на срок службы; radio wave propagation – распространение радиоволн.

Основные способы перевода терминов-словосочетаний

1. Перевод с помощью русских слов и выражений, дословно воспроизводящих слова и выражения английского языка (так называемое калькирование):

single-arm semaphore – однокрылый семафор

low-noise engine – малошумовой двигатель.

2. Перевод с помощью использования родительного падежа:

direct current system – система постоянного тока

control-surface cable – тросуправление.

3. Перевод с помощью использования различных предлогов:

pressure oil gun – шприц для подачи масла под давлением для пресс-маслёнок

data processing equipment – оборудование для обработки данных.

4. Перевод одного из членов словосочетания группой поясняющих слов:

high aluminum cement – цемент с большим содержанием глинозёма

analogue computer – счетно-решающее устройство непрерывного действия.

5. Перевод с изменением порядка компонентов атрибутивной группы:

battery-charging mother generators – мотор-генераторы, подзаряжающие батареи

automobile repair plant construction project – проект строительства авторемонтного завода.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите термины-словосочетания.

1. oil dashpots; 2. under-voltage; 3. arcing contact; 4. exhaust velocity; 5. combustion zone; 6. locomotive servicing; 7. long distance call; 8. play load weight; 9. out-going terminus; 10. connected clamp; 11. good combustion; 12. over-current; 13. oil retainer; 14. excitation circuit; 15. bypass valve; 16. trip-coil; 17. superheater header; 18. bus-bar terminals;19. tuning condenser; 20. wet battery; 21. alarm device; 22. instrument transformer; 23. voltage transformer; 24. poletip; 25. boiling point; 26. yield point; 27. fixed point; 28. fixed seat; 29. feed mechanism; 30. ceiling voltage; 31. power station; 32. power train; 33. train handling; 34. train communication; 35. horse power; 36. fixing device; 37. fixing lug; 38. flash coating; 39. flash light; 40. flash period; 41. flash suppressor.

2. Переведите многокомпонентные термины-словосочетания:

a) a single-phase direct current locomotive, the bilateral axle box guides, a motor driven oil pump, auxiliary equipment, load and spud condition, three phase asynchronous motors, a given attractive effort characteristic, a new series of electric locomotives, high voltage d.c. motors;

b) small-size universal electronic computers, the 1990 figures, a high level peace meeting, a 40-foot-long rocket powered plane, a ten per cent wage increase, the average sized motor car, the newly built locomotive repairing shop, the Fifth World Trade Union Congress.

3. Дайте варианты перевода выделенных терминов и терминологических словосочетаний на русский язык в следующих предложениях.

1. There are two basic ways to obtain plastic flow: the first by direct bearing on normal loading of the seal surfaces.

2. The incoming cross-country crude oil pipeline will be cathodically protected with an impressed current cathodic protection system designed and installed by others. The local piping will be electrically isolated from the transmission line, and underground portions will be protected with local impressed current systems.

3. Tests on plastic models of turbine casings, in-service strain and ultrasonic measurements on operational superheaders, and in-pile biaxial tests and measurements on zirconium tubes were some of the practical problems discussed.

4. Concentration of the same amount of ionization in a thin-down, however, may become biologically significant in organs such as the hypothalamus, or ocular lens where loss of a few cells is crucial.

5. A core competence is something that a company does well relative to other internal activities.

6. A distinctive competence is something a company does well relative to competitors.

7. Diesel engine exhaust and some other constituents are known to the State of California to cause cancer, birth defects, and other reproductive harm.

8. The transmitting stations shall conform to the maximum permitted spurious emission power levels.

9. The coast stations shall not occupy the idle radiotelephone channels by emitting the identification signals, such as those generated by the call ships or tapes.

10. The signals for testing and adjustment shall be chosen in such a manner that no confusion will arise with a signal, abbreviation, etc, having a special meaning defined by the International Code of Signals.

3.3 Типы лексических соответствий

Подавляющему большинству слов английского языка соответствуют в русском языке слова, близкие им по смыслу. Русское слово, близкое по значению аналогичному английскому, принято называть лексическим соответствием или эквивалентом. В практике перевода под термином «эквивалент» понимается любое правильно найденное соответствие.

Условно все лексические соответствия можно подразделить на три типа:

1) однозначные эквиваленты;
2) вариантные соответствия;
3) лексические трансформации.

1) однозначные эквиваленты

Когда значению английского слова соответствует значение одного русского слова, мы имеем дело с однозначным эквивалентом. К лексическим однозначным эквивалентам в любом языке относятся определенные группы лексики:

- имена собственные и географические названия, входящие в словарный состав обоих языков, например: Zeus – Зевс; Moscow – Москва; Poland – Польша; William Shakespeare – Уильям Шекспир;

- научные и технические термины, например: hydrogen – водород; mammal – млекопитающее; usufruct - узуфрукт; porcupine – дикобраз; schizophrenia – шизофрения; vertebra – позвонок; sea-buckthorn – облепиха;

- наименования организаций, партий и т.п., например: United Nations Organization – Организация Объединенных Наций; The International Court of Justice – Международный суд ООН; FIFA – ФИФА (Международная организация футбольных ассоциаций);

- некоторые другие группы слов, близкие по семантике к указанным трем, например: а) названия месяцев и дней недели: January – январь; Monday – понедельник; б) числительные: thousand – тысяча; million – миллион; в) личные местоимения: I – я; they – они.

Передача эквивалентов на другой язык не зависит от контекста и от переводчика требуется лишь твердое знание соответствующего эквивалента.

Для переводчика стабильные лексические соответствия имеют большое значение. Они являются как бы опорными точками текста перевода (особенно устного), поскольку такие эквиваленты почти всегда можно использовать «готовыми», и это дает возможность сосредоточить усилия на других более сложных для перевода отрезках. Именно эти единицы перевода, прежде всего, проясняются в сознании переводчика и помогают ему понять значение окружающего контекста и всего высказывания в целом.

Интернациональными словами обычно называются слова, которые сходны по звучанию, написанию и значению и встречаются в ряде языков.

Это слова-заимствования, которые появились в языках на основе транскрибирования и транслитерации. Большинство интернациональных слов заимствованы из греческого, латинского и французского языков. Как известно, в средние века латинский язык был интернациональным языком – языком науки, дипломатии и литературы. Интернациональные слова французского происхождения были заимствованы в более позднюю эпоху. Чаще всего такие слова выражают общественно-политические и научные понятия: parliament – парламент; philosophy – философия; system - система; astronomy – астрономия; diameter – диаметр.

В ряде случаев заимствованные слова используются в разных языках с одинаковой семантикой и могут помогать переводчику. Помощь они оказывают в тех случаях, когда за внешним сходством стоит совпадение знаний. Независимо от контекста слово zinc будет переводиться как «цинк», chameleon как «хамелеон», centimeter как «сантиметр», a classical music как «классическая музыка». Для изучающего язык эти слова как бы служат опорами, на которых строится смысл текста, есть основания полагать, что и в сознании переводчика интернациональные слова проясняются в первую очередь.

Обратите внимание на то, как много схожих с русскими лексических единиц в следующей статье европейской конвенции по правам человека:

Prohibition of discrimination

The enjoyment of the rights and freedoms set forth in this Convention shall be secured without discrimination on any ground such as sex, race, colour, language, religion, political or other opinion, national or social origin, association with social minority, property, birth or other status.

Запрещение дискриминации

Пользование правами и свободами, признанными в настоящей Конвенции, должно быть обеспечено без какой бы то ни было дискриминации по признаку пола, расы, цвета кожи, языка,

религии, политических или иных убеждений, национального или социального происхождения, принадлежности к национальным меньшинствам, имущественного положения, рождения или по любым иным признакам.

Однако большинство интернациональных слов в английском и русском языках не совпадают по своему объему значений. Такие слова принято называть псевдоинтернациональными или «ложными друзьями» переводчика. (Так назвали эту группу слов еще в 20-е гг. XX столетия французские исследователи и переводчики М.Кеслер и Ж.Дерокиньи, которые впервые назвали данный класс слов faux amis du traducteur – «ложные друзья переводчика». В английском языке для их обозначения используются термины false cognates и false friends.) Поразительное сходство таких слов по форме с русскими словами вынуждает переводчика считать их сходными и по содержанию. А здесь то и таится опасность. Попав в эту ловушку, переводчик может неправильно передать значение таких слов и тем самым исказить смысл всего высказывания. Так, в вышеуказанном примере было бы ошибкой переводить английские слова sex, association, status как «секс», «ассоциация», «статус», поэтому для их перевода необходимо найти другие соответствия.

В той же мере, в какой интернациональная лексика служит подспорьем переводчику, псевдоинтернациональная может являться помехой – вводить в заблуждение, толкать к ложным аналогиям и разного рода оплошностям и ошибкам. Приведем примеры некоторых таких ошибок, которые взяты из реальной жизни.

1. В фильме «Саймон говорит» главный герой, спустившись в машине с парашютом прямо на пляж и проезжая мимо удивленных людей, говорит своему спутнику (в переводе): «Эти кавказцы?» Людям, не знающим английского языка трудно было догадаться, о каких кавказцах идет речь. Разумеется, герой (афро-американского происхождения) говорил не о кавказцах, а о белых. Герой просто восклицал, удивляясь: «Ох уж эти белые!» Слово Caucasian в английском, прежде всего, употребляется для обозначения расы со светлым (белым) цветом кожи, европейца. Кстати, кавказцы по-английски будет men from / natives of the Caucasus.

2. Еще один, классический пример – перевод названия фильма-ужаса The Faculty – «Факультет». Герои фильма учатся в школе, и никакого факультета у них и в помине нет. Дело в том, что слово faculty может обозначать «преподавательский состав учебного заведения», проще, учителей и именно в них по сценарию вселяются пришельцы. Может быть, фильм стоило бы так и назвать «Учителя-пришельцы»?

3. В одном из переводов фильма The American Beauty героиня говорит мужу: You look so pathetic. Переводчик передает эту фразу так: «Ты выглядишь таким патетичным». Он просто не удосужился проверить по словарю значение слова pathetic, которое значит «жалкий, печальный». Таким образом, реплику героини нужно было бы перевести, например, так: «Ты выглядишь таким жалким!» / «Ты такой жалкий!» Кстати, в разговорном употреблении жалость часто переходит в презрение: You’re pathetic – «Ты (просто) ничтожество».

4. В одном американском фильме (где роль Гудзонского Ястреба играет Брюс Уиллис) речь идет о похищении рукописной книги Леонардо да Винчи – по-английски - codex. Однако в переводе его с упорным постоянством переводили как «кодекс». Русскому слову кодекс, как правило, соответствует другое слово – code (criminal code, civil code и т.п.)

Приведенные примеры наглядно свидетельствуют о том, что «ложные друзья» переводчика требуют к себе пристального внимания.

Классификация «ложных друзей» переводчика

В сопоставлении русского и английского языков слова, называемые «ложными друзьями» переводчика можно подразделить на две основные группы:

1) слова, которые имеют сходное написание и произношение, но совершенно другой значение

Схематически такое отношение между значениями английского и русского слов можно представить следующим образом:

A P где, А – значение английского слова, а Р – значение русского слова.

Такой тип отношения между схожими словами называется внеположенностью. На схеме наглядно видно, что значения английского и русского языков не перекрещиваются, т.е. не

имеют вообще ничего общего. При этом контекст зачастую не подает сигналов о том, что напрашивающееся по аналогии «соответствие» – ложное. Например:

She has a very fine complexion. У нее чудесный цвет лица (а не комплекция).

The work is done accurately. Это работа выполнена точно (а не аккуратно).

The troops were sent by sea. Войска (а не трупы) были отправлены морем.

He spoke to her in Dutch but she didn't understand him. Он заговорил с ней на голландском (а не на датском), но она его не поняла.

He is a physician. Он – врач-терапевт (а не физик).

Некоторые русские и английские слова могут обозначать разные понятия, но при этом принадлежать к одному семантическому полю. К примеру, английское слово decade и русское «декада» означают, определенный отрезок времени, но первое – «десятилетие», а второе – «десять дней». Английское biscuit и русское «бисквит» относятся к гастрономической сфере, но первое – это «сухое печенье, галета», а второе – «выпечка из сладкого сдобного теста», velvet и «вельвет» – обозначают разные виды ткани: английское velvet – это «бархат», а русское название «вельвет» соответствует английскому слову corduroy.

2) к более сложным случаям относятся такие «ложные друзья», которые лишь в одном или двух значениях совпадают с русскими словами, но расходятся в остальных. Такой тип отношений между значениями двух слов называется перекрещиванием.

По сути речь идет о частном случае многозначности, когда слово с несколькими значениями в одном из своих значений соответствует схожему ему по форме слову другого языка. Например:

advocate – сторонник, защитник, активист, а не только адвокат;

dramatic – впечатляющий, привлекающий внимание, яркий, значительный, а не только драматический/драматичный;

legal – законный, юридический, правовой, судебный, правомерный, а не только легальный;

aggressive – напористый, целеустремленный, энергичный, а не только агрессивный;

object – цель, задача, а не только объект;

material – вещественный, существенный, а не только материальный;

nation – государство, народ, страна, и реже нация;

officer – чиновник, должностное лицо, полицейский, служащий, капитан на торговом судне, а не только офицер.

Такая лексика составляет большую часть «ложных друзей» переводчика и поэтому требует особого внимания. Страховкой от ошибок может быть лишь очень внимательный анализ контекста и проверка всех значений по словарю.

3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок

Пословицы, поговорки и фразеологизмы являются оборотом речи, особой формой, облаченной в краткое, ритмизованное изречение, несущее обобщённую мысль, вывод, иносказание с дидактическим уклоном. Основными их особенностями являются многозначность, несоответствие со значением составляющих компонентов, омонимия.

Трудности перевода **пословиц, поговорок и фразеологизмов** с одного языка на другой существовали, и будут существовать всегда, так как их перевод не является однозначным.

Одной из важных проблем при переводе является распознавание устойчивых выражений в тексте оригинала. Ведь неправильное их восприятие приводит к искажению текста перевода.

Следует отметить и необходимость учитывать национально-культурную специфику языка, его образность. Ведь, совпадая по смыслу, они могут иметь разные эмоциональные оттенки или стилистическую окрашенность.

Можно выделить следующие соответствия пословиц, поговорок и фразеологизмов:

• **Фразеологизм** полностью совпадает с фразеологической единицей языка перевода в прямом и переносном значениях.

Например:

«To be unable to put two words together» - «Двух слов связать не может»;

«Money rules the world» - «Деньги правят миром»;

«All is not gold that glitters» - «Не всё то золото, что блестит»;

«To live under the same roof» - «Жить под одной крышей».

Частичное совпадение с языком перевода. Одинаковый переносный смысл передается с помощью другого образа, сохраняя все остальные компоненты фразеологизма.

Например:

«Two dogs fight for a bone and the third runs away with it» - «Две собаки дерутся, а третья кость грызет»;

«As cross (glum, silky) as a bear» - «Злой, как собака»;

«A bird in the hand is worth two in the bush» - «Лучше синица в руках, чем журавль в небе».

Вариант оригинала не соответствует языку перевода. Здесь происходит отказ от применения фразеологического соответствия и происходит описание основного (переносного) смысла переводимого сочетания.

Например:

«Every dog has his day» - «Будет и на нашей улице праздник»;

«Neck or nothing» - «Либо пан, либо пропал»;

«East or West, home is best» - «В гостях хорошо, а дома лучше».

Перевод фразеологизмов, пословиц и поговорок, по праву, можно считать одним из самых трудных переводческих аспектов. Так как очень сложно переводить то, что считается духовным наследием народа, частью их культуры. Смысл, понятный одному человеку, кажется чем-то новым для другого. Зачастую, чтобы раскрыть полное значение фразеологизма, необходимо найти его эквивалент в языке перевода. Однако, реальный процесс – это не просто поиск эквивалентных языковых соответствий, а сложный, многогранный процесс, на который, кроме мастерства и профессионализма переводчика, влияют множество других факторов, впоследствии отражающихся на качестве перевода.

3.5 Термины

Термин - это «специальное слово (или словосочетание), принятое в профессиональной деятельности и употребляемое в особых условиях», «словесное обозначение понятия, входящего в систему понятий определённой области профессиональных знаний», «основной понятийный элемент языка для специальных целей». Термины преобладают над иными видами специальной лексики (профессионализмами, профессиональными жаргонизмами и пр.), формируя тем самым значительный терминологический пласт. Среди ученыхлингвистов, занимавшихся исследованием терминологии можно выделить таких, как А.В. Суперанская, Н.В. Подольская, Н.В. Васильева, М.В. Умерова, К.А. Мякшин, В.М. Лейчик. В целом, объем исследований терминологической лексики сравнительно небольшой. Благодаря терминам в научных текстах обеспечивается полная и точная передача информации. Разными учеными выдвигаются различные требования к терминам. Наиболее подробный перечень требований, предъявляемых к терминам, представлен у Сагера: логическая связь с понятием, систематичность, следование основным правилам словообразования, возможность образования производных, отсутствие плеоназмов, краткость и релевантность информации, отсутствие синонимов, отсутствие морфологических вариантов, отсутствие омонимов, моносемия, точность содержания, независимость от контекста. Также допускается наличие у терминов синонимов, среди которых один есть основной способом наименования понятия, а другие считаются вариантами, и их употребление иногда обусловлено контекстом и другими условиями. Термины объединяются в группы по значению и образуют «терминологическое поле», так как понятие, которое обозначается термином, взаимосвязано с другими понятиями той же области и является «элементом системы понятий». Также термины, в отличие от общеупотребительной лексики, должны быть связаны с определенным видом или направлением деятельности.

Основанием для выделения классификаций терминологической лексики служат определенные признаки, а именно: формальные, содержательные, функциональные,

внутриязыковые и внеязыковые. По категории понятия выделяют термины предметов, процессов, признаков, свойств, величин и единиц.

Учитывая историческое происхождение, можно выделить исконные термины, заимствованные термины и термины-гибриды. С точки зрения формы термины в первую очередь делятся на термины-слова (однословные термины) и термины-словосочетания.

«Все термины делятся на общенаучные, общеотраслевые, и номенклатурные, - отраслевые и узкоспециальные термины, а также на узкоотраслевые». По степени абстракции выделяют теоретические термины и эмпирические термины (термины наблюдения). С учетом предметной принадлежности называемых терминами понятий и соответственно принадлежности терминов той или иной области знания выделяются математические, физические, метрологические, биологические термины, дипломатические, спортивные, военные, ремесленные термины и т.д.

По семантической (содержательной) структуре термины можно разделить на однозначные (моносемичные) и многозначные (полисемичные). С точки зрения семантической структуры сочетания делятся на свободные, устойчивые и фразеологические сочетания.

Перед переводчиком стоит важная задача по сохранению эквивалентности при переводе терминов. Существуют различные подходы к определению данного понятия. Рассмотрим три подхода, выделяемые В.Н. Комиссаровым. Первый подход подразумевает эквивалентность как тождественность, наиболее полное сохранение содержания оригинала в переводе. Второй подход направлен на поиск инвариантной части текста. Целью переводчика является сохранить эту часть. Третий подход подразумевает, что эквивалентность состоит в сохранении цели коммуникации – речевой функции высказывания.

Что касается понятия терминологической эквивалентности, то выделяется несколько подходов к ее изучению: логоцентрический и лексикоцентрический. Суть логоцентрического подхода заключается в определении эквивалентности как логического понятия. Если термины разных языков обозначают одно и то же понятие, они считаются эквивалентными. Данный подход допускает наличие синонимии и вариативности. Второй подход приравнивает терминологическую эквивалентность к лексической.

Первый подход представлен в стандартах Международной организации по стандартизации (ISO), в которой были разработаны четыре вида соотношения понятий различных языков с целью разработки принципов их гармонизации:

1. идентичные понятия - понятия, полностью совпадающие по объёму и не требующие гармонизации;

2. частично пересекающиеся понятия - понятия, имеющие различия в объёме; различия между ними могут быть незначительными - можно рассматривать их как одно понятие, имеющее в каждом языке определённые особенности;

3. понятия, существующие в одной понятийной системе и отсутствующие в другой;

4. одно понятие в одной понятийной системе, соответствующее более чем одному понятию в другой понятийной системе.

Считается, что невозможно «перевести» термин, можно лишь выделить «перечень лексических эквивалентов этого слова и их дефиниций, отражающих набор значений исходной единицы». Поэтому перевод термина есть поиск уже существующих соответствий в языке, нежели поиск нового.

Существует несколько способов подбора терминологического соответствия в языке перевода:

1. поиск имеющегося в языке перевода эквивалента термина;

2. «семантическая конвергенция» – создание нового значения у существующего в языке перевода слова или словосочетания под воздействием оригинального термина Результатом конвергенции в таком случае являются лексико-семантические аналоги;

3. калькирование: семантическое калькирование (поэлементный перевод) или структурное калькирование;

4. заимствование;

5. использование греко-латинских элементов (интернационализмов);

6. описательный перевод.

Данные способы передачи термина на иностранном языке можно считать способами перевода термина, когда речь идёт о создании нового соответствия, иногда также новой языковой единицы. Переводчик располагает приёмами, обычно используемыми для передачи безэквивалентных единиц (имён, названий, реалий, терминов). К уже перечисленным можно добавить транслитерацию и транскрипцию и создание полностью нового термина, лексическая форма которого не будет иметь значительной связи с формой оригинального термина. Также некоторыми учеными выделяется смешанный способ, который подразумевает соединение нескольких способов.

Считается, что термины тесно связаны с общеупотребительными словами языка. Вследствие этого некоторые способы лексической передачи единиц языка могут быть также применены в отношении терминов. Рассмотрим использование лексических трансформаций для передачи безэквивалентной терминологии.

Разными учеными выделяются различные классификации переводческих трансформаций. Например, В.Н. Комиссаров определяет существование трансформаций в пределах трансформационной грамматики, т.е. в связи с существованием в языке взаимосвязанных синтаксических структур. Согласно его классификации, переводческие трансформации можно разделить на три класса: лексические, грамматические и лексикограмматические.

Я.И. Рецкер подразделяет все переводческие трансформации на лексические и грамматические. Лексические трансформации по Рецкеру понимаются как «приёмы логического мышления», которые служат для раскрытия значения иностранного слова в контексте. В соответствии с данным подходом, можно выделить семь основных видов лексических трансформаций: дифференциация значений, конкретизация значений, генерализация значений, смысловое развитие (замена словарного соответствия при переводе контекстуальным. Сюда относится метафора и метонимия), антонимический перевод, целостное преобразование и компенсация «потерь».

Именно приемы дифференциации, конкретизации, генерализации и смыслового развития являются наиболее релевантными для перевода терминов, поскольку затрагивают формально-логические отношения между понятиями, относятся к взаимоотношению объемов понятий. Также выделим приемы добавления и опущения.

Как отмечает Н.К. Гарбовский, большинство типологий трансформаций похожи по структуре, они также опираются на различные уровни языковой системы. Классификация, которую выделяет автор, основана на логико-семантических и семиотических категориях, на которых основывалась теория переводческой эквивалентности. Согласно Н.К. Гарбовскому, «эквивалентный перевод - это тот, в котором все преобразования смыслов, заключённых в исходном сообщении, носят рациональный характер и не зависят непосредственно от воли переводчика». Автор также подчёркивает важность рассмотрения каждого отдельного преобразования в интерпретирующей системе перевода в целом.

Таким образом, при переводе терминологической лексики переводчик должен ориентироваться не только на типологию текста и его стилистическую принадлежность, а также должен вести учет различных факторов и учет контекста. Для воссоздания терминологической единицы в языке перевода возможен поиск эквивалента или аналога, использование транскрипции, транслитерации или калькирование, заимствование термина, описательный перевод, использование интернационализмов, а также создание полностью нового термина. Помимо данных способов возможно применение переводческих трансформаций, описанных выше. Трансформации возможны на 4 уровнях эквивалентности: прагматическом, денотативном, сигнификативном и синтаксическом. Для перевода терминов и терминологических сочетаний особо важным является сигнификативный уровень (семантический), в рамках которого возможно использование следующих переводческих трансформаций: генерализация, конкретизация, перифраза и дифференциация.

Тема 4: Передача в переводах отдельных элементов текста

Повторите материал практических занятий:

4.1 Передача английских имен собственных на русском языке

При переводе практически любого текста приходится сталкиваться с необходимостью передачи иностранных имен собственных. **Имена собственные** – это особый класс слов, выполняющих в основном номинативную функцию, т.е. служит названием (наименованием) предмета. Имена собственные представляют собой очень обширный пласт лексики в переводе. Подсчитано, что имен собственных и названий в языке больше, чем нарицательной лексики.

К именам собственным относятся:

- имена, фамилии или прозвища людей, клички животных; - географические или страноведческие названия (т.е. названия объектов и предметов культуры, искусства и т.д. англоязычных стран);
- названия народов и племен;
- названия предприятий и организаций (включая названия фирм, компаний, корпораций);
- названия спортивных команд, клубов;
- названия типов ракетно-космической и боевой техники, марок автомобилей;
- позывные станций связи;
- названия периодических изданий и другие названия.

В теории перевода имена собственные называются ***единичными понятиями***, т.к. **они обозначают строго один объект**. В подавляющем большинстве случаев значение имени собственного, как правило, не зависит от контекста. Может показаться, что задача переводчика сводится к автоматической подстановке нужного иноязычного соответствия. Но на самом деле эта простота кажущаяся. Здесь возникают проблемы совершенно иного плана, связанные как со спецификой звукового, графического и грамматического строя каждого из языков, так и с отсутствием единой системы в передаче этого пласта лексики в переводе.

На вопрос, существуют ли определенные правила передачи имен собственных в переводе, к сожалению, приходится ответить отрицательно. За правило переводчик должен взять поиск или проверку нужных соответствий по словарям, справочникам, атласам, энциклопедиям и т.д. Тем не менее, даже краткий обзор тех способов и приемов, которые используются, пусть и непоследовательно, при передаче этого разряда лексики, может помочь начинающему переводчику лучше ориентироваться в данном вопросе и избежать возможных ошибок.

Итак, существует несколько приемов передачи имен собственных. К ним относятся:

1) транскрипция;
2) транслитерация;
3) перевод или калькирование;
4) включение в текст иностранного имени в его исходной графике.

Рассмотрим их по порядку, начиная с конца, двигаясь как бы по нарастанию степени их употребительности и популярности в современной переводческой практике.

1) включение в текст иностранного имени в его исходной графике Данный способ передачи удобен тем, что он сразу выделяет имя собственное в контексте и снимает ряд проблем, связанных с трудностью или невозможностью передачи отдельных иноязычных звуков или букв. Этот способ применяется в некоторых научных изданиях, а также в юридических документах (договорах, протоколах и т.п.). Например:

*For years such organizations as the **Audibon Society** and the **Sierra Club** have been in the forefront of environmental movement. В течение многих лет такие организации как **Audibon Society** и **Sierra Club** занимали ведущее положение среди участников движения в защиту окружающей среды.*

Тем не менее, этот способ имеет довольно ограниченное применение.

Приемлемый для зрительного прочтения, он не работает при необходимости «озвучивании» текста человеком, не знающим языка оригинала. Компромиссное решение –

сочетание включенной в текст иноязычной формы с транскрипцией, которая воспроизводит звучание слов оригинала. Например:

*I, **Edward J. Freel** Secretary of State of the State of Delaware, do hereby certify the attached is a true and correct copy of the Certificate of Incorporation of **"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**, filed in this office on the eighth day of July, A.D. 1997, at 4:30 o'clock p.m.*

*Я, Эдвард Дж. Фрил (**Edward J. Freel**) государственный секретарь штата Делавэр, настоящим свидетельствую, что приложенное является достоверной и подлинной копией свидетельства об учреждении компании «Лебоф, Лам, Грин и Макрей Интернэшнл Корпорейшн» (**"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**), предоставленной для регистрации в данный офис восьмого июля 1997 года, н.э. в 4:30 дня.*

2) перевод или калькирование

Калькирование или ***покомпонентный перевод*** **состоит в замене составных частей лексической единицы, морфем или слов их прямыми лексическими соответствиями в переводящем языке.** Английское слово или словосочетание переводится по частям, которые потом складываются без каких-либо изменений. Использование этого приема позволяет **создать осмысленную** единицу в переводном тексте и при этом **сохранить элементы формы и функции** исходной единицы.

Так, калькирование бывает просто необходимо при передаче так называемых «говорящих» имен и кличек. Как известно, имена подобного рода не только называют человека, но и содержат какую-то его характеристику. К примеру, имя пирата *Jack Sparrow* из кинофильма «Пираты Карибского моря» можно передать при помощи транскрипции как *Джек Спэрроу*, но тогда в переводе оно потеряет одну из своих важных характеристик. Именно поэтому при передаче фамилии персонажа был использован перевод, который позволил сохранить заключенный в имени оригинальный образ. Многие представители уголовного мира также имеют «говорящие» имена. Как правило, такие имена состоят из двух и более компонентов. Имена, входящие в состав кличек, транскрибируются по общему правилу, а слова, которые имеют свою мотивировку, переводятся. Например: *Jack the Ripper – Джек-Потрошитель* (*Джек* – транскрипция, *Потрошитель* – калькирование); *The Boston Strangler – Бостонский душитель* (калькирование).

Прием калькирования может применяться для передачи названий организаций: *International Energy Agency – Международное энергетическое агентство; League of Nations – Лига Наций*.

Однако у этого приема есть и ограничение. Он может применяться только тогда, когда **исходный образ передаваемого имени или названия достаточно понятен для русского получателя** и вызывает у него ту же реакцию, что и у получателя исходного текста. Например, калькирование недопустимо при передаче на русский язык названия известной международной компании *PricewaterhouseCoopers.* Перевод-калька «Цена водного дома Куперсов» вызовет только недоумение, поэтому для передачи этого названия необходимо прибегнуть к транскрипции.

Традиционно ряд географических названий передается при помощи калькирования: *Cape of Good Hope – Мыс Доброй Надежды; Great Slave Lake – Большое Невольничье озеро; Pacific Ocean – Тихий океан; Gulf of Mexico – Мексиканский залив; Rocky Mountains – Скалистые горы*.

Если название состоит из двух элементов – имени нарицательного и имени собственного – то первый элемент иногда переводится, а второй транскрибируется: *North Dakota – Северная Дакота; New Zealand – Новая Зеландия*.

Встречаются случаи параллельного сосуществования перевода и транскрипции одного и того же имени: *South Island – остров Южный и Саут-Айленд; White Mountains – Белые горы и горы Уайт-Маунтина*. А вот название американского города *Salt Lake City* ранее передавалось посредством кальки (*Город Соленого Озера*), а теперь транскрибируется – *Солт-Лейк-Сити.*

Однако чаще использование калькирования для передачи имен собственных и названий неприемлемо. Для нахождения в Москве станции метро Юго-Западная или улицы в Нью-Йорке

под названием Orange Street необходима лишь опора на звуковую или графическую форму названия, перевод же может внести путаницу. По этой причине названия локального характера не переводятся**.** К ним относятся названия улиц, площадей, станций метро, деревень, поселков. Станция метро Юго-Западная в переводе звучит как Yugo-Zapadnaya, а Orange Street передается на русский язык как Ориндж Стрит.

3) транслитерация

Прием транслитерации (дословно с латинского trans litera – через букву) **заключается в замене английских букв русскими.** Иначе говоря, транслитерация передает графическую форму английского слова на основе использования определенных буквенных соответствий английского и русского языков. Например:

Malta (страна) – Мальта
Waterloo (город в Бельгии) – Ватерлоо
Watson (герой романов Конан Дойля) – Ватсон
Isaac Newton – Исаак Невтон

Метод транслитерации преобладал в переводческой практике до XX столетия. Поэтому большинство имен собственных и географических названий, вошедших в русский язык путем транслитерации, связаны с развитием межкультурных контактов в ранние исторические эпохи. Особенно плодотворным в плане проникновения иностранных имен был XVII - XVIII в., когда появились русские версии имен Дидерот, Невтон, Шакеспеаре. Правда уже в XIX в. многие из них начали сменяться более привычными нам именами: Дидро, Ньютон, Шекспир, которые основаны на принципе транскрипции. Однако некоторые из них сохранили транслитеррированную форму и по сей день, например: столицы Лондон, Вашингтон, название швейцарской фирмы Брегет (Breguet) и др. По традиции транслитерируются имена английских монархов: Elizabeth II – Елизавета II; George V – Георг V; Charles I – Карл I. Имена последующих английских монархов также по традиции будут передаваться путем транслитерации.

На протяжении почти всей истории перевода транслитерация конкурировала с другим методом – **транскрипцией**. В последние десятилетия транслитерация уступила первенство транскрипции, но, несмотря на то, что метод транскрипции стал ведущим, некоторые элементы транслитерации сохраняются, в частности в письменном переводе. Так, при передаче английских имен с удвоенной согласной, этот элемент сохраняется и в русском языке: Collins – Коллинз, сохраняются и непроизносимые согласные: Robe**r**t – Робе**р**т. Отсутствие в русском языке некоторых звуков английского языка также вынуждает переводчика прибегать к транслитерации: Morni**ng** Star – газета Морни**нг** Стар. Иногда отказ от транскрибирования вызван восстановлением исходной формы имени собственного или соображениями благозвучия.

4) транскрипция

Прием **транскрипции** заключается в **передаче русскими буквами не орфографической формы, а его звучания (или некоторого его подобия).**

Проще говоря, **это передача английских звуков русскими буквами**. Например:

Isaak Asimov – Айзек Азимов (а не Исаак)
Watson – Уотсон (а не Ватсон)
George – Джордж (а не Георг)
William Blake – Уильям Блейк (а не Вильям или Вильгельм)
Wall Street – Уолл Стрит
Waterloo (город в США) – Уотерлу (а не Ватерлоо)

В целом, несмотря на непоследовательность в использовании транскрипции, данный метод считается преобладающим, поэтому попытки пользоваться транслитерацией при передаче имен собственных, где это возможно, представляет собой нарушение установленной нормы.

Для правильного использования приема транскрипции необходимо:

а) знать правильное произношение имени на английском языке;

б) учитывать происхождение имени (например: фамилия американского писателя польского происхождения R.Zelazny следует транскрибировать с учетом произношения этого имени на языке оригинала – польском, т.е. «Желязны» (с ударением на второй слог), а не как «Зилазни» (с ударением на первый слог), как это было сделано в первых переводах его книг;

в) знать определенные русские буквенные соответствия английским звукам;

г) учитывать орфографические нормы русского языка и типичные случаи сохранения транслитерации. (Например: в русских переводах сохраняются часто непроизносимое английское r и другие непроизносимые согласные; а также передающие один звук двойные согласные: Daily Worke**r** – Дейли Уоркe**р**, Bi**ll** Clinton – Би**лл** Клинтон (кстати, имя Билл – производное от Уильям), Cam**p**be**ll** – Кэм**п**бе**лл**, Whis**t**le – Уис**т**л). А вот долгота английских гласных не влияет на смыслоразличение в русском языке и при транскрибировании никак не отражается: Mr B**ea**n – М-р Б**и**н (а не Б**ии**н). Учитывая то, что в русском языке отсутствуют некоторые звуки английского языка, например, [ŋ], [w], [æ], [ð] и др. переводчик просто вынужден прибегать к сочетанию транскрипции и транслитерации).

Существуют определенные русские буквенные соответствия английским звукам:

1. [æ] передается буквами «э» или «а»:

Hampshire – Гэмпшир

Stanford – Стэнфорд

Allan – Аллан

2. [e] передается буквами «э» или «е» тремя способами:

а) в начале слова через «э»:

Essex – Эссекс

Elliot – Эллиот

б) после гласной через «э»:

Coen – Коэн

в) после согласной через «е»:

Betty – Бетти

Hendon – Хэндон

3. [Λ] передается буквой «а» или исторически «у»:

Humber – Хамбер

Budweiser – Бадвайзер

Hudson – Гудзон

Dublin – Дублин

4. [ə:] передается буквой «е» (реже – «э», но не «ё»):

Burns – Бернс (а не Бёрнс!)

Turner – Тернер

Bird – Бэрд

Bernard – Бернард

5. Безударный редуцированный гласный [ə] передается как соответствующий гласный полного образования в ударном слоге, т.е. транслитерируется:

Boston – Бостон

Norstad – Норстэд

Miller – Миллер

Но: Plymouth – Плимут

6. Английские дифтонги и трифтонги, после которых следует буква r обычно передаются одной или двумя гласными и буквой «р»:

Moor – Мур

Tower – Тауэр

Blair – Блэр

Clear – Клир

7. [r] передается буквой «р», даже если он не произносится:

Harper – Харпер

Richard – Ричард

8. [ð] передается буквой «з»:

Warner Brothers – Уорнер Бразерз

9. [θ] передается буквой «т», например:

Smith – Смит

Thatcher – Тэтчер

Hathaway – Хатауэй

Но: Labour Monthly – Лейбор Мансли

10. [ŋ] передается буквосочетанием «нг», например:

Ringo – Ринго

Morning – Морнинг

11. [w] передается буквой «у» во всех случаях, кроме одного: когда он стоит перед звуком [u], то передается буквой «в»:

Wilde – Уайльд

West – Уэст

Wood – Вуд

Wolfenson – Вульфенсон

Queen – Куин

Все, что не соответствует данному правилу, – результат исторического или традиционного написания, например: Вайоминг, Вашингтон, д-р Ватсон, Винни Пух, Вильям Шекспир.

12. [h] передается буквой «х» или традиционно «г»:

Henry – Генри

Hastings – Гастингс

Horton – Хортон

Heathrow – Хитроу

13. При передаче удвоенных английских согласных в именах собственных следует сохранять их в русском варианте, если за ними не следует еще один согласный:

Wattaker – Уиттакер

Benneton – Беннетон

Churchill – Черчилль

Но: графство Мидлсекс (Middlesex) в Англии

город Питсбург (Pittsburg) в США

город Сиэтл (Seattle) в США

Обратите внимание на часто встречающиеся ошибки:

Graham – Грахам (правильно – Грэм)

Heather – Хетер или Хизер (правильно – Хезер)

Keath – Кис или Кейт (правильно – Кит)

Stephen – Стефен (правильно – Стивен)

Sean – Сеан (правильно – Шон)

Walles – Валлес (правильно – Уоллес)

Steinberg – Штейнберг (правильно – Стайнберг, если это не немец, а англичанин или американец)

Walter – Вальтер (правильно – Уолтер).

Правила переводческой транскрипции англоязычных имен и географических названий отражены в специальных словарях, справочниках и учебных пособиях:

- «Словарь английских личных имен» А.И.Рыбакина;
- «Англо-русский словарь персоналий» Д.И.Ермоловича;
- монография Д.И.Ермоловича «Имена собственные на стыке языков и культур»;
- пособие Р.А.Лидина «Иностранные фамилии и личные имена» и др.

Обращение к этим справочным материалам может понадобиться и тогда, когда переводчик не знает, как читается то или иное имя на английском языке, и ему сначала нужно

определить возможное произношение имени на основе предложенных пофонемных соответствий и аналогий.

Сводные правила передачи английских имен собственных и названий При передаче имен собственных переводчику необходимо усвоить основные правила, а затем изучить случаи отклонения от этих правил, объясняемые влиянием переводческой традиции. Приведем основные закономерности передачи имен собственных и названий с английского языка на русский.

1. Географические названия:

а) переводятся:

Lake Superior – Озеро Верхнее

the Pacific Ocean – Тихий океан

Rocky Mountains – Скалистые горы

б) транскрибируются:

New Mexico – Нью-Мексико

Pearl Harbor – Перл-Харбор

В некоторых случаях сохраняется традиционная, хоти и искаженная транскрипция: Texas – Техас.

в) передаются смешанным способом:

North Dakota – Северная Дакота

Black Hills – горы Блэк-Хилс

При переводе с английского языка иноязычных названий (немецких, французских и др.) сохраняется устоявшаяся традиционная форма:

Mexico City – Мехико

Munich – Мюнхен

Venice – Венеция

Nice – Ницца

2. Названия компаний традиционно передавались с помощью транскрипции:

Paramount Pictures – Парамаунт Пикчерз

BBC – Би-Би-Си

CNN – Си-Эн-Эн

General Electric Corp. – Дженерал Электрик Корпорейшн

Однако в последнее время все чаще непосредственно включаются в перевод с введением поясняющего слова: AT&T – компания AT&T.

3. Названия периодических изданий, кораблей, улиц, площадей и театров также транскрибируются:

The Wall Street Journal – «Уолл Стрит Джорнэл (артикль опускается)

Mayflower – «Мэйфлауэр»

Downing Street – Даунинг-стрит

Bedford Square – Бедфорд Сквер

Но: Trafalgar Square – Трафальгарская площадь

4. Названия партий, международных организаций и государственных служб, как правило, переводятся:

Conservative Party – Консервативная партия

U.S. Department of State – Госдепартамент США

Однако и здесь есть свои исключения:

Labour Party – Лейбористская (а не Трудовая) партия

Foreign Office – Форин Офис (а не иностранная контора) – МИД Соединенного Королевства

Scotland Yard – Скотленд Ярд (а не шотландский двор) - управление лондонской полиции

Очень часто перед транскрибированным названием добавляются соответствующие поясняющие слова, например, газета, компания, автомобильная корпорация (если известно, к какой отрасли экономики она относится).

5. Имена и фамилии людей:
а) транскрибируются;
б) передаются согласно переводческим традициям:
Charles Dickens – Чарльз Диккенс
Но: Charles I – Карл Первый
George V – Георг Пятый
в) клички и прозвища, а также «говорящие» имена и фамилии переводятся:
Jack the Ripper – Джек Потрошитель
Emiric the Evil – Эмерик Жестокий

4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений

Лексическим признаком научно-технической литературы кроме насыщенности текста специальными терминами является также наличие реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций и сокращений. Под реалиями научно-технической литературы принято понимать названия фирм, предприятий, марок оборудования, местонахождение предприятий. Реалии, как правило, не переводятся, а даются в тексте перевода в их оригинальном написании или в транслитерации, по возможности без сокращений. В скобках указывается название страны, если оно не ясно из предшествующего описания.

Географические названия и общеизвестные имена собственные приводятся в русской транскрипции. Например:

1. For radio-relay systems, Standard Electric Lorenz uses Cassegrain antennas which are suited for the radiation or reception of horizontally and vertically polarized waves. – В радиорелейных системах фирма Standard Electric Lorenz (Germany) применяет антенны Кассегрена, обеспечивающие приём или передачу волн с горизонтальной и вертикальной поляризацией.

2. A new 110 MHz spectrum analyzer has been developed by Marconi Instruments Limited. – Фирмой Маркони Инструментс Лимитед (Великобритания) разработан новый 110 МГц анализатор спектра.

Клише представляет собой стереотипные слова и фразы. Они занимают особое место в общем арсенале лексических средств, но наиболее часто встречаются в периодических публикациях политического и научно-технического характера. Клише включают идиомы, устойчивые выражения и стереотипы речи, набор готовых фраз.

Например:

Английский язык	Русский язык
From above mentioned…	Учитывая вышесказанное
The subject is…	Речь идёт о…
Favorable solution…	Удачное решение…
As for…	Что касается…
Far going possibilities…	Неограниченные возможности…
What we claims…	Предметом изобретения является…
The distinguished feature of the device is…	Устройство, отличающееся тем, что…
Cast-iron will	Железная воля
Statesmanship	Государственный ум
To take up one’s sword	Обнажить меч

Чаще всего для перевода подобной лексики используют метод подбора эквивалентов на другом языке. Другими словами, перевод устойчивого сочетания или клише осуществляется путём подбора единственного возможного (готового) соответствия на другом языке.

Таких соответствий в газетно-публицистическом стиле много, например, в английском языке существуют два возможных и в равной мере адекватных клише-соответствия: Arms race и arms drive для передачи русского клише – гонка вооружений.

Устойчивые сочетания и клише могут переводиться и выборочно. В таких случаях можно говорить о выборочном переводе. Под выборочным переводом обычно имеется в виду

перевод устойчивых сочетаний или клише с помощью оного из синонимичных выражений.

Выбор синонима обусловливается контекстом.

При отсутствии в русском языке эквивалента для передачи клишированного выражения на английском языке приходится прибегать к приёму свободного перевода. Возможны два типа свободного перевода устойчивых сочетаний: калькирование и описательный перевод.

Калькирование – это дословный перевод, при котором в языке перевода сохраняются семантические и стилистические признаки оригинала.

При описательном переводе переводчик раскрывает значение (понятие) описательным путём. Например, словосочетание – prominent place, front page (в газете) можно передать как терминологически-видное место, так и описательным путём: поместить на видном месте.

Эффективность перевода научно-технической литературы может быть повышена, если априорно сняты трудности в понимании логико-грамматических лексических единиц.

Особенность логико-грамматических единиц связана с тем, что они являются логической частью предложений и влияют на грамматические связи. В общем логико-грамматические лексические единицы могут быть подразделены на семь смысловых классов: соединение и логическая последовательность идей (and, also, apart from, besides, furthermore, in addition to, moreover, simultaneously, thus, too…), парафраз и наложение (as if, in the same way, in like manner, like, similarly…), причинность (accordingly, as, because, consequently, hence, once, since, therefore, as long as, owing to…), контраст и сопоставление (alternatively, although, but if, however, nevertheless, otherwise, in spite of, on the other hand…), ограничение (except, impossible, occasionally,. only,unless, if, only when…), предположение (conclude, confirm, consider, reduce, imagine, suppose, in principle, it follows…), вопрос (how big? How long? What? When? With what purpose? To what extent?).

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний, образования новых слов путём сокращения существующих, что является следствием информационной оптимизации сообщений и стремления коммуникации к минимизации сложности знаков. В некоторых текстах на долю сокращений приходится более 50 % всех словоупотреблений и более 15 % – словаря, что позволяет в несколько раз сжимать как объем передаваемой информации, так и графическое представление отдельных текстов, а также пополнять лексический состав языка. Существуют сокращения буквенные, инициальные, слоговые, смешанные (сочетания букв и слогов), усечённые слова, стяжения, а также сокращения с помощью средств символики. В качестве иллюстрации можно дать примеры возможных вариантов сокращений, наиболее характерных для английских научных текстов, как AASIR (Advanced Atmospheric Sound and Imaging Radiometer), C/N (Carrier- to Noise Ratio), CORODIM (Correlation of the Recognition of Degradation with Intelligibility Measurements), RTT (Radio type), UTC (Coordinated Universal Time).

Сокращения часто используются в служебных документах, при международном сотрудничестве они утверждаются на соответствующих конференциях и форумах. Например, некоторые аббревиатуры, которые могут использоваться всеми службами, ответственными за техническое обслуживание телеграфного оборудования:

DER REG – Register does not operate – Регистр не работает

ICI – Here is – Здесь

PH – Out on phase on system – Несовпадение по фазе и системе

PERC – Permanent call on – Непрерывный вызов

RS – Reception switched over to… – Приём переключен на…

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, подбирая соответствия для устойчивых сочетаний.

1. The British economy is not out of the wood yet.

2. The proposal went over big with big business.

3. In the times of stagflation many overseas companies pulled over, but somehow we managed to buck the trend.

4. The manager has put our project into cold storage, so it is still up in the air.

5. Lots of hot money is being transferred to Switzerland which has always been the tax haven for Europe's wealthy.

6. The company has gone on the hook recently.

7. The business is slack, and our sales level hardly reaches the break-even poin.

8. All we understood from his double-dutch was that it was supposed to be a Dutch Party.

9. The turnover has increased considerably before the triple witching hour.

10. Let's deal him in and give him a piece of the cake.

2. Переведите следующие предложения на русский язык, обращая внимание на логико-грамматические лексические единицы.

1. Our world has become so various and complicated that we no longer have one common medium of communication.

2. It is still unclear at this time whether, indeed, one type of fibers is better than the other.

3. Since a microphone is an essential part of all electrical communication systems let us first see how it function.

4. In music, on the other hand, a much wider frequency range is required.

5. Amplification can be done either before or after detection.

6. Secondly, even smaller rural village will also have telephone facilities.

7. Communication theory deals with systems for transmitting information from one point to another.

8. Thus, the best we can do is to find the law which represents the experience of a given county over the recent past, and then we can use it to predict the immediate future with some degree of confidence.

9. Otherwise we say that the source has no memory.

10. Electric waves in space or on wires decay as they travel away from the transmitter.

11. Today the engineers usually describe the mathematical content of the subject either as "information theory" or as the "statistical theory of communication".

12. In addition, teleconference and electronic mailbox services had been introduced by 1986.

13. Despite the scarcity of natural resources and shortage of adequately skilled manpower and technology communication facilities were greatly expanded during this period.

14. As regards the distribution network, the decision is still outstanding.

Тема 5: Редактирование перевода

Повторите материал практических занятий:

В современном обществе знание иностранного языка необходимо не только в случае, если мы отправимся в путешествие за границу, но и в повседневной жизни. Так, например, трудно представить себе гуманитария, в частности филолога, без словарей. В этом случае весьма выгодный вариант – онлайн-словарь, т.к. это то средство, которое, не требуя денег и места, обеспечивает моментальный доступ к любому слову. Популярными являются ABBY Lingvo, Multitran, Duden. Но в условиях современности с постоянно усиливающейся тенденцией к максимализации общения многоязычие становится серьезным тормозом прогресса, что обуславливает необходимость создавать системы машинного (автоматического) перевода и владеть таким информационным ресурсом, как электронные (онлайн) переводчики.

Автоматический перевод – выполняемое на компьютере действие по преобразованию текста на одном естественном языке в эквивалентный по содержанию текст на другом языке, а также результат такого действия. Системы машинного перевода давно перестали быть диковинкой. Программы автоматического перевода оказывают существенную помощь в обработке информации на различных иностранных языках в различных отраслях знаний специалистам, не владеющим иностранным языком.

Наиболее распространенной программой машинного перевода является система PROMT – это набор профессиональных инструментов, обеспечивающий перевод с основных европейских языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и т.д.) на русский и обратно. Система обеспечивает связный перевод текстов с учетом морфологических, синтаксических и семантических связей. Программа способна переводить исходный текст по словам, группам слов, предложениям, а также может перевести весь текст.

Многие пользователи обращаются к системам машинного перевода ежедневно, не обращая внимания на их плюсы и минусы.

Итак, к преимуществам программ машинного перевода относятся:

1 Быстрый доступ и высокая скорость. Программа-переводчик всегда под рукой, а обращение в бюро переводов зачастую связано с дополнительными затратами времени и сил. Всего несколько секунд – и мы получаем готовый перевод целого текста. Это позволяет быстро понять общий смысл, а если программа настроена на перевод текстов именно такой тематики, потребуется лишь минимальное редактирование.

2 Экономичность. Если мы обращаемся к профессиональным переводчикам, то мы должны оплатить услугу согласно количеству переведенных страниц. Система машинного перевода в онлайн-режиме не требует оплаты, необходим только доступ к Интернету.

3 Защита и безопасность информации. Системе машинного перевода пользователь может «доверить» любую, даже личную информацию (деловую переписку, финансовые отчеты). Программа-переводчик гарантирует конфиденциальность.

4 Гибкость и универсальность. Понятие гибкость подразумевает возможность настройки либо на конкретную предметную область (специализированные словари), либо настройки на конкретную книгу или текст (словари, созданные пользователями).

Любой переводчик всегда специализируется на какой-либо одной предметной области, т.е. если переводчик художественной литературы берется за перевод научных или технических текстов, ошибок не избежать. В свою очередь система машинного перевода универсальна. Пользователю нужно всего лишь грамотно подключить словарь, специализированный на соответствующую тематику.

Минусы: электронные переводчики адекватно переводят простые части речи, но не всегда справляются с переводом падежей, устойчивых оборотов, фразеологизмов, построения предложения.

Некоторые слова электронный переводчик оставляет без перевода. В таких случаях необходимо подбирать синонимы, перестраивать структуру предложения, т.е. зачастую перевод нуждается в корректировке, редактировании. А это очень кропотливая работа и она отнимает

довольно таки много сил и времени.

Машинный перевод – выполняемая компьютером операция по превращению текста одного естественного языка в эквивалентный по содержанию текст на другом языке.

Современный машинный или автоматический перевод воплощается с помощью человека: пред-редактора, что тем или иным образом выполняет предыдущую обработку текста, интер-редактора, что принимает непосредственное участие в переводе и пост-редактора, который исправляет недостатки и ошибки в переведенном тексте. В наше время есть достаточно широкий выбор программ, которые условно можно подразделить на две основных группы: электронные словари (electronic dictionary) и системы машинного перевода (machine translation system). Системы машинного перевода обеспечивают последовательный перевод текстов, который учитывает морфологические, синтаксические и семантические связки членов предложения.

Для осуществления машинного перевода в компьютер вводится специальная программа, которая реализует алгоритм перевода, под которым понимается последовательность однозначно и строго определенных действий над текстом для нахождения переводных соответствий в данной паре языков при заданном направлении перевода (из одного конкретного языка в другой).

Полный процесс машинного перевода состоит из следующих основных этапов:

1) анализ текста на входном языке (поиск слов в словаре, морфологический и синтаксический анализ – моделируется понимание текста);

2) преобразование (переход от структуры текста на входном языке к структуре текста на выходном языке);

3) синтез текста на выходном языке (синтаксическое и морфологическое оформление текста – моделируется построение текста).

Изучая проблему машинного перевода (МП), следует рассмотреть отдельно различные подразделы этой проблемы. Следующая классификация систем машинного перевода основана на лекциях Лари Чайлдса, проведенных в рамках Международной Конференции по Техническим Коммуникациям 1990 года:

- полностью автоматический перевод;
- автоматизированный машинный перевод при участии человека;
- □ перевод, осуществляемый человеком с использованием компьютера.

В соответствии с указанной выше классификацией, целью данной работы является обзор и анализ систем МП второй группы, поскольку систем МП первой группы еще не существует в природе, а системы третьей группы, в сущности, не являются системами МП, а более напоминают электронные словари.

Автоматизированный машинный перевод при участии человека. Этот вид машинного перевода теперь вполне осуществим. Системы МП осуществляют автоматизированный перевод текста. Единицами перевода при этом служат слова или словосочетания, причем последние разработки позволяют учитывать морфологию переводимого слова. Развитые системы МП осуществляют перевод по заданным разработчиком и/или корректируемым пользователем алгоритмам перевода.

Говоря о машинном переводе при участии человека, обычно подразумевают редактирование текстов как до, так и после их обработки компьютером. Люди-переводчики изменяют тексты так, чтобы они были понятны машинам. После того, как компьютер сделал перевод, люди редактируют грубый машинный перевод, делая текст на выходном языке правильным. Помимо такого порядка работы, существуют системы МП, во время перевода требующие постоянного присутствия человека-переводчика, помогающего компьютеру делать перевод особенно сложных или неоднозначных конструкций.

Машинный перевод с помощью человека применим в большей степени к текстам с ограниченным вокабуляром по узко-ограниченной тематике.

На сегодняшний день, одними из часто используемых систем являются такие системы машинного перевода, как:

- PROMT 2000/XT компании PROMT;

- Retrans Vista компаний Vista и Advantis;

- Переводчик Google Translate.

Таким образом, на основании сравнительных данных можно выделить ниже перечисленные преимущества и недостатки систем машинного перевода.

Достоинства программ-переводчиков:

- наличие словарей по специальностям, мгновенный поиск, расположение в несколько окон, возможность одновременного обзора нескольких вариантов перевода;

- возможность создания собственного словаря пользователя;

- подключение к текстовому редактору Microsoft Office, что позволяет, не отрываясь от оригинала и его перевода, выбирать подходящие соответствия для перевода;

- возможность перевода с разных языков;

- компактность, наличие практически неограниченного объема информации в компьютере;

- быстрота поиска.

Недостатки программ-переводчиков:

- ограниченность обзора, обусловленное размерами экрана, раскрытый большой словарь позволяет увидеть сразу гораздо большее количество значений слова, особенно если оно имеет много значений;

- словари-переводчики не соблюдают правила грамматики, стилистики и лексики, не учитывают игру слов, художественные приемы;

- чаще всего текстовые переводчики выбирают одно из значений многозначного слова, которое может не соответствовать контексту;

- при отсутствии слова в словаре не переводят его;

- электронные словари-переводчики часто выдают несколько вариантов перевода слова на другой язык, не объясняя разницы в тех или иных словарных соответствиях, что затрудняет правильный выбор того или иного соответствия в данном контексте.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Сравните машинный перевод текста и перевод, выполненный человеком. Найдите фрагменты текста, с которыми система не справилась.

Оригинал: It is regrettable that the mathematicians who presented papers were so ill-informed on the current state of biological thought and experimentation. As a result, they either neglected relevant facts or merely rediscovered well-known results. Thus, Dr. Eden argued that evolutionists explain away difficulties by assigning arbitrary values to unknown parameters, such as intensity of selection. In fact, a great deal is known about the value of such parameters in present-day natural populations, and this certainly influences our view about the value (that) these parameters had in the past.

Машинный перевод: Прискорбно что математики которые представляли бумаги, были настолько не осведомлены на текущем состоянии биологической мысли и экспериментирования. В результате они или пренебрегали соответствующими фактами или просто открывали вновь известные результаты. Таким образом, доктор Эден утверждал, что эволюционисты объясняют трудности, назначая произвольные ценности на неизвестные параметры, типа интенсивности выбора. Фактически, много известен о ценности таких параметров в современных естественных поселениях, и это конечно влияет на наше представление о ценности (которую) эти параметры имели в прошлом.

Перевод, выполненный человеком: Прискорбно, что математики, которые представили доклады, были так плохо информированы о современном состоянии биологической мысли и экспериментах. В результате они или не использовали относящиеся к делу факты, или просто заново открывали хорошо известные результаты. Так, доктор Иден утверждал, что ученые, занимающиеся эволюцией, преодолевают трудности, приписывая произвольные значения неизвестным параметрам, например, интенсивности отбора. На самом же деле, о

количественных значениях таких параметров в современных естественных популяциях уже довольно много известно, и это, несомненно, влияет, на наш взгляд, на те величины, которые эти параметры имели в прошлом.

2. Прочитайте ошибочные переводы (в скобках указаны оригинальные выражения). Объясните, на каком уровне языковой системы допущены ошибки. Дайте правильный перевод на английский язык.

- Repair of hours (Ремонт часов – уличная вывеска) - Squirrel Institute (Институт Белка́ – уличная вывеска) - Language in the test (язык в тесте – из меню) - Geology institute of wounds (Институт геологии РАН – уличная вывеска) - Clinic them. Pirogova (Клиника им. Пирогова – дорожный указатель)

3. Переведите текст на русский язык, используя систему машинного перевода. Отредактируйте результат.

No matter how smart we are. There are some things that we just cannot figure out. Our knowledge is never complete, and we do not know all the factors that will influence what we are doing. And sometimes a single overlooked factor can make the difference between success and failure. To be successful in the business world we need to check our bright ideas against the environment. Our enthusiasm must be restrained long enough so that we could analyze our ideas critically. Whenever possible, we should not go all-out until we get a chance to test them thoroughly. Do not speak for the facts – make the facts speak for themselves.

Тема 6: Грамматические трудности перевода

Повторите материал практических занятий:

6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций

Страдательный залог в английском языке образуется из вспомогательного глагола to be в соответствующем времени и причастия прошедшего времени (Past Participle) смыслового глагола. Глаголы в страдательном залоге могут употребляться во всех временах и формах, в которых употребляются глаголы в действительном залоге за исключением формы Future Continuous, форм Present Perfect Continuous и Past Perfect Continuous. Вместо этих форм в страдательном залоге употребляются соответственно Future Indefinite, Present Perfect и Past Perfect:

At this time tomorrow a new magnetic gear will be installed. Завтра в это время будет устанавливаться новая электромагнитная передача.

A close study of the structure of natural rubber has been made by our scientists for a number of years. Наши ученые уже в течение ряда лет проводят тщательное изучение структуры натурального каучука.

The new device had been tested for two hours when the chief engineer came and stopped the experiment. Новый прибор испытывался уже два часа, когда пришёл главный инженер и прекратил испытание.

Обычно страдательный залог употребляется в тех случаях, когда неизвестно, кто совершает действие, либо этому не придаётся никакого значения.

Если в предложении указано, кем или чем произведено действие, то употребляется предложный оборот с предлогами by или with, которые переводятся с помощью, посредством или дополнением в творительном падеже без предлога: with pumps – насосами; with machinery – машинами; by open method – открытым способом; by convection – путём (посредством) конвекции.

Предложения со сказуемым в страдательном залоге на русский язык переводятся:

1. Сочетанием глагола быть и краткой формой причастия страдательного залога:

The temperature of the water was raised by heating. Температура воды была повышена нагреванием.

2. Глаголами, оканчивающимися на -ся, -сь со страдательным значением:

Drill rods are made of alloyed steel. Буровые штанги изготовляются из легированной стали.

3. Неопределённо-личным оборотом с глаголами в действительном залоге в 3-м лице множественного числа:

He has been brought the acid solution he demanded. Ему принесли раствор кислоты, который он требовал.

Функция страдательного залога в английском языке гораздо шире, чем в русском, так как в английском языке в страдательном залоге могут употребляться все глаголы, выражающие действие, направленное на какой-либо объект. В английском языке подлежащим предложения в страдательном залоге может быть не только прямое дополнение соответствующего предложения в действительном залоге, как в русском языке, но и беспредложное дополнение, отвечающее на вопрос «кому?»

The scientists were offered new themes for research. Ученым предложили новые темы для научной работы.

На русский язык такие предложения переводятся:

1. Неопределённо-личным оборотом (при отсутствии дополнения с предлогом by). Подлежащее английского предложения обычно переводится существительным или местоимением в косвенном падеже, чаще всего в дательном или винительном:

The relay was given its initial position. Реле придали первоначальное положение.

2. Предложением в действительном залоге с глаголом в личной форме (при наличии

дополнения с предлогом by):

The resolution was objected to by almost everybody. Почти все возражали против резолюции.

К числу наиболее часто употребляемых глаголов, с которыми возможны такие пассивные конструкции, относятся: to give – давать, to offer – предлагать, to bring – приносить, to teach – учить, преподавать; to show – показывать, to promise – обещать и некоторые другие.

Кроме того, в английском языке в страдательном залоге употребляются глаголы, требующие после себя предложного дополнения,

например:

These measurements were referred to at the conference. Об этих изменениях шла речь на конференции.

В страдательных оборотах, подлежащее которых соответствует предложному дополнению параллельного действительного оборота, предлог сохраняет своё место после глагола-сказуемого. Страдательные обороты этого типа не всегда могут быть переведены на русский язык при помощи страдательного залога. Чаще всего они переводятся соответствующими действительными оборотами (неопределённо-личными) или глаголами, оканчивающимися на -ся:

No account is taken of price changes in this article. В этой статье не учитываются изменения цен.

К наиболее часто употребляемым в пассивной конструкции глаголам, требующим предложного дополнения, относятся:

To act on (upon) – действовать, влиять на; to account for – объяснять; to agree upon – договориться; to arrive at – достигать чего-либо; to depend on – полагаться на; to insist on – настаивать на; to provide for – предусматривать.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения, обращая внимание на возможные варианты сказуемого.

1. This question was agreed upon after a prolonged discussion.
2. We were informed about the report to be made by our professor at the meeting.
3. Fuel is delivered to the injector by a pump which, in its turn, is operated from a shaft.
4. The agreement was arrived at yesterday.
5. The composition of steel is affected by various ingredients.
6. Next year the new atomic power station will be put into operation.
7. The weight of the mechanical part had been greatly reduced.
8. Toward this end methanol was administered.
9. By this definition the following is meant.
10. The analysis will be followed by the synthesis.

2. Определите время и залог сказуемого и переведите предложения на русский язык.

1. Modern architecture is characterized by simplicity of line.
2. Coated nylon has been used recently as the basic material in the construction of small craft.
3. The plant is being modified now to start mass production of the new houses.
4. The project was approved, but the engineer was shown some drawbacks that could easily be corrected.
5. You will be informed as soon as the drawings are received.
6. The goods are reported by the sellers to have been shipped on Tuesday.
7. Certain special steps were taken to reduce the weight of the whole structure.
8. With a catalyst the reaction was accelerated tenfold.
9. These parts are made of steel throughout.
10. This technique will be referred to in many articles.

6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге

В английском языке имеется довольно многочисленная группа модальных глаголов, выражающих не действие, а отношение говорящего к действию, т.е. необходимость, вероятность или возможность совершения действия.

Модальные глаголы могут сочетаться с любой формой инфинитива смыслового глагола. Модальные глаголы can, may, must в сочетании с инфинитивом в страдательном залоге переводятся на русский язык словами можно, нужно, должен плюс инфинитив смыслового глагола в страдательном залоге:

The machine tool can be stopped at any moment. Станок можно остановить в любой момент.

Atomic energy finds such wide application that our age might be called the age of atom. Атомная энергия так широко применяется, что наш век можно назвать веком атома.

Модальные глаголы must, may, might в сочетании с перфектным инфинитивом употребляются для выражения весьма вероятного предположения, значительной степени убеждённости в совершении действия, относящегося к прошлому. Они переводятся на русский язык словами должно быть, возможно, не исключено, видимо, следовало бы:

He may have got the condenser he needed. Он, возможно, достал конденсатор, который был ему нужен.

Might выражает меньшую степень возможности совершения действия, чем may:

He might have known that to cut down the flow of water in a pipe you need only to shut off a valve. Ему следовало бы знать, что для остановки движения воды в трубе нужно было только закрыть клапан.

Глаголы can и could в отрицательной и вопросительной формах в сочетании с перфектным инфинитивом выражают сомнение, категорическое отрицание, удивление по поводу того, что действие, выраженное инфинитивом, в действительности совершилось, и переводятся при помощи слов не может быть, разве:

He couldn’t have seen a jet engine in action many years ago. Не может быть, чтобы он видел реактивный двигатель в действии много лет тому назад.

Глаголы to be, to have могут употребляться в качестве эквивалентов модального глагола must и выражать долженствование. В этом случае за ними следует инфинитив с частицей to.

Глагол to have в сочетании с инфинитивом смыслового глагола близок по значению глаголу must и переводится словами должен, обязан:

In flight the pilot has to know and report his position. В полете пилот обязан знать своё местонахождение и сообщать о нём.

Глагол to have выражает необходимость совершить действие в силу определённых обстоятельств и переводится словами надо, нужно, приходится:

Our engineers had to solve many complicated practical problems to reduce wear in machinery. Нашим учёным пришлось разрешить много сложных практических задач, чтобы уменьшить износ в машинах.

Глагол to be в сочетании с инфинитивом смыслового глагола выражает необходимость совершения действия в силу предварительной договорённости, заранее намеченного плана и переводится словами должен, предстоит:

Now he is to study this phenomenon. Теперь ему предстоит изучить это явление.

Не следует смешивать употребление глагола to be в качестве модального с употреблением его в качестве глагола-связки в составном именном сказуемом. Когда именная часть выражена инфинитивом, to be переводится словами заключается в том, чтобы; состоять в том, чтобы.

The chief reason for the use of such bearings is to simplify lubrication problems.

Главная причина использования таких подшипников заключается в том, что они дают возможность упростить проблемы смазки.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на модальные глаголы.

1. You may look through the results of his experiment.
2. Compressed air or electricity must be employed in both cases.
3. The chief might have obliged him to do this if he wanted.
4. These reactions can be classified into three groups.
5. He cannot have broken the tube while making the experiment.
6. The economy of the design may be readily appreciated from the given figures.
7. Nuclear energy may be used to light and heat our homes.
8. This arrangement must be perfectly reliable in operation.
9. The isomer can then be assigned a cis-configuration.
10. Motors and generators brought in at the receiving section must first be given a visual inspection.

2. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на модальное значение глаголов to be, to have.

1. To meet this large demand for power, more generating capacity has to be created.
2. We are to take into consideration all the advantages and disadvantages to decide what system is the best for the future work.
3. Control of motor torque, speed and braking are functions which will have to be performed for all types of motors.
4. This substation is to be completed in the short period of two years.
5. Among the possible sources of motive power for locomotives one has to consider the possibility of applying atomic energy.
6. In diesel engines high engine speeds are to be reduced by some form of transmission.
7. Current transformers are used wherever high voltage has to be metered.
8. Railroad industry is to develop its services so that it might keep pace with the growing demands for carrying fright and carriages.
9. They had to site the auxiliary equipment between the high tension components and the driving compartment.
10. It is to be expected that a good many of the early electron results will have to be slightly revised in the light of modern experimental and analytical techniques.

3. Переведите следующие предложения, обращая внимание на сочетание глаголов с инфинитивом в страдательном залоге.

1. The machine-tool can be stopped at any moment.
2. With coals of moderate ash content the efficiency may be raised appreciably when using pulverized fuel firing.
3. The operator thought that the moving parts of the machine must have been lubricated well.
4. Nuclear energy may be used to light and heat our homes.
5. The engineer might have overlooked something that may turn out to be important in carrying out this experiment.
6. The quantities of unsold goods were so big that they couldn’t be realized in so short period.
7. New mines must be laid out on an all-electric basis.
8. He couldn’t have seen a jet engine in action many years ago.
9. Any mixture will travel along with the air to definite points, where it can easily be drained off.
10. Some day atomic energy might have been used to control the weather of the world.

6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов

Инфинитив относится к неличным формам глагола. Называя действие, он не указывает

ни лица, ни числа, ни наклонения. Формальным признаком инфинитива является частица to, которая в некоторых случаях опускается. Значительные трудности при переводе возникают в связи с многообразием синтаксических функций инфинитива в предложении и наличием ряда конструкций, отсутствующих в русском языке.

Инфинитив в предложении может быть:

1. Подлежащим

To build good road is one of the most important tasks facing our engineers.

Переводится на русский язык инфинитивом с существительным.

Строить хорошие дороги – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами, или Строительство хороших дорог – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами.

2. Именной частью составного именного сказуемого

В этой функции инфинитив употребляется в сочетании с глаголом-связкой to be, которая переводится на русский язык словами являться, заключается в том, чтобы, состоять в том, чтобы, например:

The object is to provide low pressure.

Переводится на русский язык инфинитивом или существительным.

Цель заключается в том, чтобы создать низкое давление, или Целью является создание низкого давления.

3. Частью составного глагольного сказуемого

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может употребляться в сочетании с модальными глаголами must, can, may и трудностей при переводе на русский язык не представляет:

Under such conditions dust can get into the interior.

При таких условиях пыль может проникнуть внутрь.

The engine may be considered as one of the most important parts of a locomotive.

Двигатель может рассматриваться как одна из наиболее важных частей (тепловоза).

Any installation must be inspected before it can be formally commissioned.

Любую установку необходимо проверить, прежде чем пустить её в нормальную эксплуатацию.

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может сочетаться с глаголами, значение которых без него не полно. В сочетании с такими глаголами инфинитив переводится на русский язык либо инфинитивом, либо глаголом в личной форме:

The temperature begins to rise sharply. Температура начинает резко повышаться.

4. Дополнением

В функции прямого дополнения, т.е. тогда, когда инфинитив следует за переходным глаголом, он переводится на русский язык инфинитивом:

We endeavored to minimize the old disadvantages.

Мы стремились довести до минимума ранее имевшие место недостатки.

5. Определением

В английском языке, как и в русском, инфинитив в функции определения стоит после определяемого существительного. Он употребляется в английском языке чаще, чем в русском, и переводится следующими способами:

а) существительным:

Ability to load across the face of a heading is achieved by the provision of a swivel trough. Возможность подачи угля поперёк забоя обеспечивается при помощи установки поворотного желоба;

б) инфинитивом:

In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by specialists. Пытаясь преодолеть эти трудности, специалисты провели большую экспериментальную работу;

в) причастным оборотом:

The expenses to be paid by the customer include the overheads. Затраты, оплачиваемые

заказчиком, включают и накладные расходы;

г) определительным придаточным предложением:

The problem to be solved is very important. Задача, которую следует решить, – очень важная.

6. Обстоятельством

Инфинитив в функции обстоятельства употребляется для выражения цели и следствия.

Часто инфинитив или инфинитивная группа в функции обстоятельства цели стоит в начале предложения. Так как инфинитив в начале предложения может выполнять также и функцию подлежащего, следует обращать внимание на то, какой член предложения следует за инфинитивом. За инфинитивом или инфинитивной группой в функции обстоятельства обычно следует подлежащее (или группа подлежащего):

To give the necessary output the plant needed new techniques.

Чтобы дать необходимый выпуск продукции, заводу нужно было перейти на новую технологию.

За инфинитивом или инфинитивной группой в функции подлежащего обычно следует сказуемое:

To apply such pressures does not seem to be much of a problem. Применение таких давлений не является сложной проблемой.

Инфинитив в функции обстоятельства цели переводится:

а) придаточным предложением, которое вводится союзами чтобы, для того чтобы:

The whole structure may be rail- mounted to provide easy movement. Вся конструкция может быть установлена на рельсах, чтобы облегчить её передвижение;

б) существительным с предлогом:

To ensure the contact great care must be exercised in alignment. Для обеспечения надлежащего контакта необходимо обращать внимание на регулировку.

Перевод объектного инфинитивного оборота

В английском языке после многих глаголов в действительном залоге употребляется так называемый «объектный инфинитивный оборот». Он представляет собой синтаксическую группу – сложное дополнение, которое состоит из существительного в общем падеже или местоимения в объектном падеже и инфинитива. В русском языке такого оборота нет. Объектный инфинитивный оборот на русский язык переводится придаточным дополнительным предложением с союзами что, чтобы, как, например:

We know the pressure to decrease as altitude increases. Мы знаем, что давление понижается по мере того, как увеличивается высота.

Объектный инфинитивный оборот употребляется после глаголов, выражающих:

а) предположение: to suppose – полагать, предполагать; to assume – допускать, предполагать; to consider – считать; to think – думать; to find – считать, находить; to expect – ожидать;

б) желание: to want – хотеть; to wish – желать; to like – любить, нравиться, после оборота «I should like»;

в) физическое восприятие: to see – видеть; to hear – слышать; to watch, to observe – наблюдать; to feel – чувствовать; to notice – замечать (после этих глаголов инфинитив в обороте употребляется без частицы to);

г) приказание, разрешение, принуждение: to order – приказывать; to command – приказывать; to allow – позволять; to make – заставлять и после глаголов to stimulate, to permit, to enable и некоторых других.

Перевод субъектного инфинитивного оборота

Субъектный инфинитивный оборот – это сочетание существительного в общем падеже (или местоимения в именительном падеже) с инфинитивом. В предложении этот оборот выполняет функцию сложного подлежащего:

This method is known to be effective. Известно, что этот метод эффективен.

В предложениях, содержащих субъектный инфинитивный оборот, сказуемое чаще всего

выражено:

а) личной формой глагола в страдательном залоге. Из них наиболее распространёнными являются: to know, to say, to report, to believe, to suppose, to think, to understand, to order, to expect, to see, to declare, to make и др.:

The goods are reported to have been awaiting shipment for several days. Сообщают, что товары ожидают отгрузки в течение нескольких дней;

б) глаголами: to seem, to appear, to prove, to happen, to chance в действительном залоге:

The installation of indirect illumination appeared to be quite necessary to the designer's room. Установка косвенного освещения оказалась совершенно необходимой в конструкторской;

в) глаголом-связкой to be, за которым следуют прилагательные и наречия: likely, unlikely, certain, sure.

The prices are unlikely to fall. Маловероятно, что цены понизятся.

Предложения с субъектным инфинитивным оборотом переводятся:

а) сложноподчинённым предложением, главное предложение в нём выражено неопределённо-личным или безличным оборотом типа говорят, сообщают, известно, казалось, за которым следует придаточное предложение, присоединяющееся к главному посредством союза что.

These materials are expected to find wide application. Ожидают, что эти материалы найдут широкое применение;

б) простым предложением с вводным неопределённо-личным оборотом:

These measures are known to increase the efficiency. Как известно, эти мероприятия увеличивают эффективность.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на функции инфинитива.

1. To understand the action of batteries let us examine a very simple sort of a coal.
2.The object of heat treatment is to secure perfect diffusion of the carbon present.
3. They will automatically rise and allow the part to be quickly removed.
4. The building of a good road causes a great deal of preliminary work to be done.
5. It is impossible for some machines to withstand such atmospheres.
6. The question of the fixtures to be adopted was not yet definitely settled.
7. It takes longer for the reaction to complete at low temperatures.
8. Certain special steps were taken to reduce the weight of the mechanical part.
9. It is interesting to note that electric heaters have become very popular.
10. In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by the specialists.

2. Переведите предложения с инфинитивными оборотами.

1. Modern discoveries allow science and engineering to be developed rapidly.
2. Pressure is known to act equally in all directions.
3. We know gravity to act on every particle of a body.
4. The contract is said to have been signed.
5. The rapid rise was found to be relatively independent of the viscosity.
6. We expected the core to be coated with a thin layer of pure rubber.
7. The steam engines and turbines are known to be heat engines.
8. The difficult tin situation stimulated the workers to find substitute materials.
9. This method is known to be effective.
10. The latest discoveries in the field of atomic energy allowed our scientists to construct the first atomic power station.

3. Переведите следующие предложения.

1. The out-of-balance error is required to be made small.

2. In general negative irons seem to have a desirable effect while positive irons seem to have an undesirable effect.

3. The number of tracks in the marshalling yard should be governed by the number of separations to be made.

4. One would expect zink oxide to have the largest volume.

5. Due allowance should be made for the starting currents in laying out the electrical system.

6. To apply such atmospheres to presses and some forging machines does not seem to be much of a problem.

7. The building of a good road causes a great deal of preliminary work to be done.

8. The contract is said to have been signed.

9. Many factors are likely to be encountered in this practical work.

10. The route indicated can be considered to have been chosen beforehand.

6.4 Способы перевода причастия и его оборотов

Причастие относится к неличным формам глагола и обладает признаками как прилагательного (иногда наречия), так и глагола.

Причастия в английском языке подразделяются на причастие I (Participle I) и причастие II (Participle II)

Participle I

Причастие I образуется от основы инфинитива любого глагола путем прибавления суффикса -ing:

This branch of industry has not been developed enough to meet ever increasing demands of our fast developing national economy. Эта отрасль промышленности еще не достаточно развита, чтобы удовлетворять все возрастающие требования нашего быстро развивающегося народного хозяйства.

Participle I при самостоятельном употреблении выполняет в предложении функцию определения и функции различных обстоятельств.

В функции определения Participle I может стоять перед определяемым существительным. В этом случае оно обычно переводится на русский язык причастием действительного залога настоящего времени:

boiling water – кипящая вода.

Participle I в функции определения может стоять после определяемого им существительного. В этом случае за Participle I обычно следуют поясняющие слова – дополнение, обстоятельство, образуя вместе с ним причастный оборот, который переводится на русский язык причастным оборотом или придаточным определительным предложением, например:

Electrons forming at atom are in motion. Электроны, образующие атом, находятся в движении.

В функции обстоятельства Participle I занимает в предложении обычное для обстоятельства место, то есть либо предшествует подлежащему, либо следует за глаголом-сказуемым. Participle I в функции обстоятельства переводится на русский язык деепричастием несовершенного вида, а в некоторых случаях и деепричастием совершенного вида, например:

The new instrument worked continuously cutting off the projected parts. Новый инструмент работал безостановочно, срезая выступающие части.

Cooling off this device he effected his object. Охладив прибор, он добился своей цели.

Participle I в функции обстоятельства времени часто предшествуют союзы when – когда, while – в то время как.

Причастие с относящимися к нему словами в этих случаях можно перевести деепричастным оборотом (без союза), обстоятельственным придаточным предложением или существительным с предлогом при, например:

While repairing the motor the operator found two broken studs. Ремонтируя двигатель,

рабочий обнаружил две сломанные шпильки.

(При ремонте двигателя рабочий обнаружил две сломанные шпильки. Когда рабочий ремонтировал двигатель, он обнаружил две сломанные шпильки).

Participle II

Participle II соответствует русскому страдательному причастию настоящего или прошедшего времени с окончанием на -мый, -нный, -тый, а также действительному причастию со страдательным значением, оканчивающемуся на -вшийся, -щийся:

melted – расплавляемый, расплавляющийся, расплавленный, расплавлявшийся.

Participle II в функции определения без поясняющих слов может стоять перед определяемым им существительным и на русский язык переводится причастием страдательного залога настоящего или прошедшего времени:

The new production level here being considered will involve considerable capital expenditure. Рассматриваемый здесь новый уровень производства потребует значительных капитальных вложений.

Participle II в функции определения может стоять и после существительного, которое оно определяет. В таких случаях Participle II может переводиться либо причастием действительного или страдательного залога настоящего или прошедшего времени, либо придаточным предложением, например:

The signal supplied by the auxiliary source controls the power. Сигнал, подаваемый вспомогательным источником, регулирует мощность.

Participle I и II с поясняющими словами образуют определительный причастный оборот, который на русский язык переводится действительным или страдательным причастием настоящего или прошедшего времени или определительным придаточным предложением:

Engine drivers will use special television devices designed for application in railroad transport.

Машинисты будут пользоваться специальными телевизионными приборами, сконструированными для применения на железнодорожном транспорте.

Причастие II в функции обстоятельства

В функции обстоятельства Participle II употребляется значительно реже, чем в функции определения и обычно стоит в начале или в конце предложения. Перед Participle II в функции обстоятельства часто употребляются союзы обстоятельственных придаточных предложений when, if, while. Причастия или причастные обороты с этими союзами переводятся на русский язык:

а) обстоятельственным придаточным предложением:

An electric computer forms an impressively complex device when viewed as a whole. Электронная вычислительная машина представляет собой исключительно сложный прибор, если ее рассматривать в целом;

б) деепричастным оборотом:

When properly insulated the wire may be used in conditions of excessive moisture. Будучи хорошо изолирован, провод может быть использован в условиях повышенной влажности;

в) существительным с предлогом при:

While used precision instruments require very delicate handling. Точные приборы при пользовании ими требуют очень осторожного обращения.

Absolute Participle Construction
Независимый причастный оборот

В то время как в обычном (зависимом) причастном обороте субъект действия, выраженного причастием, совпадает с подлежащим предложения, независимый причастный оборот имеет собственный субъект действия, который не совпадает с подлежащим предложения;

сравните:

Зависимый причастный оборот Независимый причастный оборот

Being tired he decided to go to bed.
Будучи усталым (так как он устал), он решил лечь спать.

He being tired, I decided not to disturb him.
Так как он устал, я решил не тревожить его.

Независимый причастный оборот может выполнять в предложении функции обстоятельства времени, причины и условия. Он всегда отделяется от главного предложения запятой.

В функции обстоятельства времени и причины оборот переводится придаточным предложением с союзами «так как», «когда», «после того, как», например:

The experiment being over, they left the lab.

Когда (после того, как) эксперимент закончился, они ушли из лаборатории.

В функции обстоятельства сопутствующих условий такой оборот обычно ставится после главного предложения и переводится самостоятельным предложением с союзами «причем», «а», «и», «тогда как», например:

Only over – current protection is provided, the earth leakage protection being separated. Предусматривается только защита от перегрузки, а защита от утечки на землю устанавливается отдельно.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите следующие предложения, обращая внимание на функции причастия I.

1. Adjusting the installation property he could have avoided any trouble in future.
2. The compound being treated for several hours turned dark red.
3. The columns supporting the dome were smashed.
4. The new instrument worked continuously cutting off the projecting parts.
5. Watching minimum waste in all techniques we increase the output of the shop.
6. While planning the frame work of a steel building, one should bear in mind the fact that commercial sections of steel are available in numerous sizes and shapes.
7. The schematic diagram gives a view of the control desk showing the various operating positions at the 7 levels.
8. Watching minimum waste in all techniques we increase the output of the shop.
9. One of the major factors limiting the information rate of a signal propagating along a glass fiber is the intrinsic dispersive characteristics of glass.
10. Varying the excitation of generators operating in parallel, it is possible to divide the load between the machines in any manner desired.

2. Переведите следующие предложения, обращая внимание на функции причастия II.

1. Condensation occurs when the air becomes saturated.
2. A valve when used in this way is called a photoelectric tube.
3. To charge an object by induction one should hold a charged body at some distance near the object to be charged.
4. If heated, the wire melts.
5. The signal supplied by the auxiliary source controls the power.
6. Insulated, the wire may be used as a conductor.
7. It is necessary to summarize the results obtained.
8. Optical fibers consist of a core surrounded by a cladding of a slightly lower refractive index.
9. To determine the horse-power required, it is desirable to have the contour of the road.
10. When applied the method increases the production of machine parts.

3. Найдите независимый причастный оборот и переведите предложения на русский язык.

1. The current having been determined, the necessary data could be completed.
2. The characteristics are similar to those secured by secondary resistance control, the speed

varying with change of load.

3. The brass rod being replaced by copper, the same phenomena will occur.

4. Other things being equal, solid catalysts would attain their maximum activity.

5. The controller is driven by a servo- motor, the speed of commutation being selected by the regulation of a relay.

6. Motion having begun, oil tends to lift the shaft away from the bearing.

7. The eight tanks are divided into two independent groups, each supplying three motors.

8. The induction motor being of high efficiency, the power input of the primary would be but slightly more than the rating.

9. For more than a decade the auto-production field had been divided into many rival groups, each having developed the means and seeking the expand at the expense of the other.

10. With the experiment being carried out, we started new investigations.

6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод

Герундий – это неличная форма глагола. Он обладает как свойствами глагола, так и свойствами существительного.

Герундий образуется от любого английского глагола путём прибавления к форме инфинитива окончания -ing:

finding – нахождение, analyzing – анализирование, controlling – контролирование и т.д. По форме образования он совпадает с Participle I. В русском языке нет формы глагола, соответствующей герундию, однако он приближается в некоторой степени по значению к отглагольному существительному.

Герундий в предложении может быть:

1. Подлежащим. В функции подлежащего герундий переводится на русский язык:

а) существительным:

Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists. Успешному проведению этого испытания помогло тщательное исследование выдающихся ученых;

б) инфинитивом; в тех случаях, когда герундий в функции подлежащего стоит после сказуемого, перед сказуемым в функции формального подлежащего стоит местоимение :

It is conventional starting the engine after it is being heated. Общепринято запускать двигатель, когда он нагреется.

2. Именной частью сказуемого или частью составного глагольного сказуемого. В функции именной части сказуемого герундий переводится на русский язык инфинитивом или существительным, например:

His main occupation was washing reflectors with soapy water. Основным его занятием было промывать отражатели мыльной водой.

The main point of a transformer is providing the change of voltage. Главное назначение трансформатора – обеспечение измерения напряжения.

3. Дополнением. В функции дополнения герундий может переводиться на русский язык:

а) существительным:

The turbulent flow of gases produces cooling. Турбулентное течение газов вызывает охлаждение;

б) инфинитивом:

Nowadays engineers prefer using semi-conductors for generating heat and cold. В настоящее время инженеры предпочитают использовать полупроводники для получения тепла и холода;

в) глаголом в личной форме в составе придаточного предложения:

I remember their having adapted this arrangement as being more economical. Я помню, что они одобрили это устройство как более экономичное.

4. Определением. Герундий в функции определения употребляется с предлогами, чаще всего с предлогом of (иногда с предлогом for) и переводится на русский язык существительным (в родительном падеже), инфинитивом или придаточным предложением:

Various methods of cooling transformers are adapted in practice depending upon the size and

local conditions. В практике применяются различные методы охлаждения трансформаторов в зависимости от их размеров и местных условий.

The scientists demand of being more fully informed concerning the subject discussed was accepted. Требование ученого получить более полную информацию о предмете, который обсуждался, было принято.

They knew of the exact conditions having been established necessary for observing the very start of transformation consistently. Они знали о том, что были установлены точные условия, необходимые для последовательного наблюдения самого начала превращения.

5. Обстоятельством. Герундий в функции обстоятельства употребляется с предлогами, имеющими различное обстоятельственное значение и может переводиться на русский язык:

а) существительным:

Each specimen is tested again after being lowered into the acid. Каждый образец испытывается вновь после погружения в кислоту;

б) деепричастием:

The manufacturers have the option of cancelling the contract upon giving prompt notice to buyers. Фирма-изготовитель имеет право аннулировать контракт, предварительно известив об этом заказчиков;

в) придаточным предложением:

On having been used through a small transformer the electric current operated the radio.

Когда электрический ток пропустили через небольшой трансформатор, он обеспечил работу приёмника.

Действие, выраженное герундием, не всегда относится к подлежащему или дополнению предложения. Оно может относиться к лицу (или предмету), обозначенному существительным в притяжательномпадеже или притяжательным местоимением, которое стоит перед герундием.

Герундий с предшествующим ему именем существительным или местоимением представляет собой сложный герундиальный оборот – сложное подлежащее, дополнение, определение или обстоятельство, например:

On the buyer's paying only part of the amount of the invoice we cannot insist on the contract being signed immediately. Когда покупатель оплачивает только часть суммы фактуры, мы не можем настаивать на том, чтобы контракт был подписан немедленно (сложное обстоятельство и сложное дополнение).

There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days. Нет надежды, что мы получим полный анализ этих данных в течение 10 дней (сложное определение).

It is being theoretically correct did not make it less cumbersome. То, что она (формула) была теоретически правильной, не делало её более громоздкой (сложное подлежащее).

Такие герундиальные обороты переводятся на русский язык, как правило, придаточным предложением; причем существительное в общем или притяжательном падеже или притяжательное местоимение соответствует в русском языке подлежащему придаточного предложения, а герундий – сказуемому. Иногда такие обороты переводятся существительным:

If the goods are destroyed by fire, or fire at the mill prevents their being produced, the charterers shall have the right of cancelling this charter. Если товары будут уничтожены пожаром или пожар на заводе помешает их изготовлению, фрахтователи будут иметь право аннулировать данный чартер.

В технической литературе встречается герундий с оборотом there is (are). В таких случаях герундий переводится на русский язык существительным или личной формой глагола, например:

There was no absorbing gases on the surfaces of solids. На поверхности твердых веществ газы не абсорбировались.

Выполните упражнения для тренировки и закрепления пройденного материала:

1. Переведите предложения на русский язык, обращая внимание на формы и

функции герундия.

1. Grinding is carried out by a small grinding wheel.
2. This form of material is made by pressing steel plates between dies under hydraulic pressure.
3. This is equivalent to solving an equation.
4. Stopping the spindle should be avoided.
5. The mean effective pressure can be calculated without drawing the theoretical diagram.
6. The increased use of cylinder liners has led to improvements in the centrifugal method of casting.
7. This results in burning of valves.
8. On finding that the estimation of these coefficients involves a number of uncertainties, he couldn't make any definite generalizations.
9. The lab must be ventilated after and before being used for carrying out the experiment again.
10. We are against postponing the negotiations on this question.

2. Переведите на русский язык, обращая внимание на перевод герундиальных оборотов.

1. The explanation lies in the product being more stable.
2. We insisted on their being offered favorable terms of payment.
3. The possibility of ethylene being converted into aromatic hydrocarbons is slight.
4. We object to their being denied the aspiration to test such new methods as may be suggested by fresh knowledge.
5. He objected to the goods being payed in advance.
6. A theory of solids must therefore enable the crystal form and elastic properties of any solid substance being deduced from the properties of atoms of which it is built.
7. Mendeleyev's having created the Periodic Table was of great importance to chemistry.
8. There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days.
9. We know of their taking part in this experiment.
10. Her taking part in this work was very important.

3. Переведите следующие предложения, обращая внимание на слова, оканчивающиеся на -ing.

1. The methods of joining the individual stages of separation together into a continuously operating cascade have been adequately described.
2. The eight tanks are divided into two independent groups, each supplying three motors.
3. The process of establishing a scale of radiant energy may be regarded as taking place in two stages, the first of which is concerned with the problem of selectivity.
4. There were other ways of applying high voltage.
5. On being heated to a sufficient high temperature any body becomes a source of light.
6. The new government acted immediately to protect overseas reserves by imposing additional import restrictions.
7. The increased use of cylinder liners has led to improvements in the centrifugal method of casting.
8. On unloadoing the goods were taken to the warehouse.
9. Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists.
10. Various methods of cooling transformers are adopted in practice depending upon the size and the local conditions.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Б1.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…….. 3

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям……... 5
1.1 Повторение материала практических занятий……..... 5
1.2 Чтение и перевод учебных текстов……. 43
1.3 Подготовка к практическим занятиям (запоминание иноязычных лексических единиц и грамматических конструкций) ..……..... 54
1.4 Самостоятельное изучение тем курса (для заочной формы обучения) ……. 77

II. Другие виды самостоятельной работы…… 77
2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания: 77
2.1.1 Подготовка к практико-ориентированному заданию ……. 77
2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного……. 81
2.3 Подготовка доклада…….. 88
2.4 Подготовка к тесту……..... 94
2.5 Подготовка к экзамену…….. 94

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 знании 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 практических учебных заданий, которые должен выполнить студент в процессе обучения, объект его деятельности; с другой стороны – это способ деятельности студента по выполнению соответствующего 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.

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 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*/*экзамена*.

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине являются:
- повторение материала аудиторных занятий;
- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. работа с литературой);
- подготовка к практическим занятиям (в т.ч. чтение и перевод учебных текстов, запоминание иноязычной лексики);
- подготовка к экзамену.

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

I. Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям

1.1 Повторение материала практических занятий

Практические занятия направлены на развитие умений иноязычного говорения в рамках заданных РПД тем: **Что такое перевод?, Словарно-справочный аппарат переводчика, Лексические трудности перевода, Передача в переводах отдельных элементов текста, Редактирование перевода, Грамматические трудности перевода.**

Тема №1

1.1 Сущность перевода

В повседневном, непрофессиональном понимании дать определение переводу достаточно просто. Любой случай, когда текст, созданный на одном языке перевыражается средствами другого языка мы называем переводом.

Поскольку язык это своего рода код или знаковая система, т.е. произвольное обозначение предметов и явлений действительности с помощью условных знаков, то перевод можно назвать перекодированием, поскольку каждый из условных знаков заменяется при переводе знаком другой знаковой системы.

Следовательно, перевод – это перевыражение или перекодирование исходного текста. Другими словами, перевод представляет собой перевыражение исходного текста средствами другого языка.

При этом термин «текст» понимается предельно широко: имеется в виду любое устное высказывание и любое письменное произведение от инструкции к телевизору до романа. Однако есть и ограничение: говоря о переводе, мы ограничиваемся вербальными текстами на живых человеческих языках. Понятие текста играет в переводоведении ключевую роль: переводчик, в отличие от лингвиста, имеет дело не столько с языком, сколько с его конкретными речевыми проявлениями – текстами, поэтому сфера перевода в этом смысле – царство речи. Под термином «текст» мы будем понимать речевое произведение, с помощью которого осуществляется вербальная коммуникация между людьми. Чаще всего отдельная законченная мысль реализуется в виде высказывания.

Всякий текст, как произведение речи, имеет определенное содержание, т.е. несет некую информацию, которая и подлежит передаче в процессе перевода. Это содержание иногда называют смыслом. Смысл высказывания и значения составляющих его слов не тождественны друг другу. Значение относится к единицам языка, оно существует и тогда, когда единицы языка не употреблены в коммуникации и не «актуализировались» в речи, образовав тем самым смысл высказывания или текста. Переводчик оперирует языковыми единицами, но объектом передачи в переводе является именно смысл, а не слова.

Иначе говоря, переводчик передает смысл всего текста, а не переводит отдельные слова. Этот основополагающий принцип перевода был высказан христианским писателем и богословом Иеронимом Стридонским еще в IV веке н.э.: «…я передаю не слово словом, а мысль мыслью».

Несоблюдение этого ключевого принципа перевода часто приводит к буквальному переводу, т.е. переводу «слово в слово». В результате нарушаются не только нормы языка, но и искажается смысл оригинала. Наглядной иллюстрацией «ловушек» буквального перевода могут служить пословицы, поговорки, разговорные клише, в которых общий смысл высказывания совсем не столь очевиден, как это может показаться на первый взгляд.

1.2 Определение перевода

Рассмотренные нами параметры понятия «перевод» касались преимущественно описания его как процесса, но в ходе обсуждения стало очевидно, что тем же термином мы обозначаем и результат этого процесса. Таким образом, слово «перевод» соотносится с двумя различными понятиями: 1) перевод как некая интеллектуальная деятельность, и 2) перевод как результат этого процесса, т.е. текст, созданный переводчиком.

Перевод – это деятельность, которая заключается в вариативном перевыражении, перекодировании текста, порожденного на одном языке в текст на другом языке, осуществляемая переводчиком, который творчески выбирает вариант в зависимости от вариативных ресурсов языка, вида перевода, задач перевода, типа текста и под воздействием собственной индивидуальности; перевод – это также и результат этой деятельности.

1.3 Основные положения перевода научно-технической литературы

Технический перевод – это перевод, используемый для обмена специальной научно-технической информацией между людьми, говорящими на разных языках.

Из этого определения вытекает, что технический переводчик есть посредник, без которого этот обмен был бы невозможен. Из этого же определения следует, что технический переводчик так же, как и литературный, должен знать два языка, одним из которых он должен владеть достаточно свободно для точного, ясного и грамотного воспроизведения содержания оригинала. Но это не всё. Так как технический перевод есть средство обмена научно-технической информацией, то, следовательно, целью этого перевода на русский язык должно быть использование принципиально новых сведений. А это значит, что в своей работе технический переводчик имеет дело с новым материалом (причем качественно новым и ещё никому у нас неизвестным), для восприятия которого нужна определённая подготовка, нужны специальные знания. В наши дни Россия обменивается научно-технической информацией со многими зарубежными организациями в различных странах, она обменивается патентной информацией практически со всеми странами мира; специальные научно-технические журналы, выходящие в России, полностью переводятся в США, и значительно большее количество иностранных изданий переводится России.

Научно-техническую информацию, поступающую к нам, можно разделить на три потока:

1. Патентную литературу, являющуюся основной формой обмена, так как всё новое в области науки и техники оформляется в виде патента и его производных форм.

2. Периодику, специально предназначенную для обмена научно-технической информацией, например: отраслевые бюллетени, содержащие рефераты, аннотации и названия; отраслевые научно-технические журналы, содержащие дискуссионные, проблематичные и отчётные статьи специального характера; библиографические указатели с названием тем, изобретений и предметов промышленной продукции, также иногда содержащие аннотации и тематические обзоры работ по данной отрасли.

3. Различные периодические и непериодические издания и источники информации, не предназначенные специально для научно-технического обмена, но которые могут использоваться для этой цели, например: специальные журналы и книги, рекламные материалы, инструкции и другие подобные источники специальной информации.

Технический перевод охватывает несколько форм или способов обработки оригинала переводчиком. Все виды технического перевода имеют свои особенности и законы. Эти формы не зависят от сферы специализации, и поэтому каждый технический переводчик должен уметь выполнять все виды технического перевода. При этом он должен:

1) знать хотя бы один иностранный язык в степени, достаточной для понимания;

2) знать другой язык (обычно родной) в степени, достаточной для грамотного изложения;

3) уметь пользоваться рабочими источниками информации;

4) уметь делать различные виды технического перевода;

5) обладать терминологическим минимумом;

6) обладать основами информационных компьютерных технологий, работать в режиме текстовых редакторов;

7) научиться качественно выполнять различные виды научно-технического перевода.

Различают перевод ***дословный, буквальный, трансформационный и адекватный***.

Дословным является перевод при совпадении структуры предложений и порядка слов в английском и русском языках, когда предложение переводится без существенных изменений.

При ***буквальном*** переводе оставляют грамматические конструкции и порядок слов оригинала, чуждые родному языку, и грамматическое явление переводится без учёта всего контекста. С точки зрения начинающего переводчика, буквальный перевод можно рассматривать как этап на пути к достижению адекватного перевода.

Трансформационный перевод предусматривает лексико-грамматические трансформации, связанные со структурными и лексико-семантическими расхождениями между языками. Наиболее распространенные виды трансформаций – это изменение порядка слов, замена частей речи и членов предложения, добавление или опущение слов, антонимический перевод и т.д.

Адекватным считается перевод, точно передающий мысли автора со всеми их оттенками, с хорошим литературным языком, с применением соответствующей терминологии и с соблюдением стиля.

Для иллюстрации буквального и адекватного перевода можно привести следующий пример:

«Design. The hanger is claimed to be a form of construction that is on a scale as yet unprecedented in this country. As a piece of engineering, the building is extravagantly impressive. Yet the constructional techniques are basically so simple that it seems ridiculous that to cast such a shell on the ground and jack it up hasn't been done more frequently before. Ridiculous, that is, until you consider the size of the roof".

Буквальный перевод: «Проект. Ангар, заявляется, есть форма конструкции, которая по масштабам пока беспримерная в этой стране. Как произведение техники здание непомерно внушительно. Тем не менее, конструктивная техника в основном так проста, что кажется смешно, что отливать такую оболочку на земле и поднимать её домкратами не делали более часто раньше. Смешно, то есть, пока вы не рассмотрите размера крыши».

При буквальном переводе всегда страдает правильность языка перевода и искажается смысл оригинала, что и подтверждается приведённым примером.

Адекватный перевод: «Конструкция. Утверждают, что ангар является по своим масштабам непревзойдённым строением такого рода в Англии. Как инженерное сооружение ангар производит очень сильное впечатление. Тем не менее, строительные методы в основном весьма простые и кажется совершенно нелепым, что в прошлом их не применяли чаще. Кажется нелепым, пока вы не учтёте размеров крыши, ведь метод состоял в том, что оболочку бетонировали на земле, а затем поднимали в проектное положение с помощью домкратов».

Слова in this country переведены: «в Англии», так как отрывок взят из статьи, опубликованной в английском журнале. Стремление к достижению сбалансированного изложения на русском языке привело к изменению порядка последних предложений оригинала.

1.4 Краткая характеристика языка научно-технической литературы

Для языка научно-технической литературы характерно отсутствие эмоциональной насыщенности, образных сравнений, метафор, элементов юмора, иронии и т.п.

Хотя основной особенностью языка научно-технической литературы является огромное количество специальных терминов, он включает большой процент общеупотребительных слов и словосочетаний. Значительную часть общеупотребительных слов составляют многозначные слова, представляющие известную трудность при переводе. Полисемантизм вообще характерен для английского языка, и нужно всегда иметь в виду, что любое, казалось бы знакомое, слово в зависимости от контекста может иметь совсем иное значение.

Контекст – синтаксический и лексический, узкий и широкий – служит тем средством, которое снимает у многозначной единицы все её значения, кроме одного. В этом заключается его функция. При переводе многозначных слов следует учитывать их грамматические и лексические связи в предложении.

Так, слово case имеет следующие значения: 1) случай, обстоятельство, положение, дело; 2) факты, доказательства, доводы (в пользу кого-либо или чего-либо); 3) судебное дело; 4) (мед.) случай, пациент, раненый и ряд других значений. В зависимости от контекста слово case может переводиться также следующими словами: вопрос, момент, прецедент и др.

It is not the case – это не так.

The executive of Union of Steel Metal Workers has passed the case back to the local officials to resolve.

Исполком национального союза металлистов вернул дело (вопрос) на рассмотрение местной администрации.

Слово facilities. Есть целый ряд английских слов, которые не имеют эквивалента в русском языке, и поэтому их приходится переводить по-разному, иногда, в зависимости от контекста, описательным путём. Одним из таких слов является слово facilities, которое обозначает предмет или обстоятельство, совокупность предметов или обстоятельств, помогающих совершить действие.

Facilities for transport – средства передвижения.

Facilities for studies – необходимые помещения, оборудование и даже наличие времени, необходимого для занятий.

Большой англо-русский словарь (БАРС) под ред. И. Р. Гальперина среди многочисленных значений даёт и следующие: 1) благоприятные условия, льготы; 2) оборудование, приспособление, аппаратура; 3) средства обслуживания, удобства. В зависимости от контекста facilities может переводиться и другими словами: возможность, помещение и т.д.

A more recent project has been the modernization of port facilities and the improvement of natural ports.

Более поздний проект предусматривает модернизацию оборудования порта и улучшение естественных портов.

MPs already complain of lack of facilities to do their work while Press and other staff also find they work in overcrowded and unsuitable conditions.

Члены парламента уже жалуются на отсутствие благоприятных условий для (выполнения) работы, и работники печати и другие служащие считают, что они также работают в переполненных помещениях и плохих условиях.

Интересно своей многозначностью и слово public, приобретающее различные значения в переводе терминологических словосочетаний : n 1) народ; 2) публика; 3) общественность; adj 1) общественный;

2) публичный, общедоступный; 3) общенародный; 4) открытый, гласный; 5) государственный, официальный и др.

Словосочетания:

public figure – общественный деятель

public image – репутация, мнение общественности (о каком-либо деятеле)

public service – коммунальное обслуживание

public facilities – предприятия общественного пользования

public officer – государственный служащий, чиновник, должностное лицо

public servant – должностное лицо, лицо, находящееся на государственной службе

public career – политическая карьера

public relations 1) связи (лица, организации) с общественностью, прессой; 2) реклама, пропаганда, рекламное дело; 3) служба (отдел) информации, отдел связи с печатью, пресс-бюро.

В ряде случаев правильный выбор лексического значения многозначного слова требует учёта его грамматических связей.

Так, хорошо известные значения глагола to assume – принимать, приобретать, характерны для него в тех случаях, когда за этим глаголом следует дополнение, выраженное существительным:

All deposits of uranium will assume tremendous importance.

Все залежи урана приобретут огромное значение.

В значении предполагать, полагать глагол to assume встречается в объектном инфинитивном обороте (сложном дополнении), субъектном инфинитивном обороте (сложном подлежащем).

We assume the compressor to be adaptable to any power source.

Мы полагаем, что компрессор можно приспособить к любому источнику.

1.5 Виды перевода

Приступая к переводу научно-технической литературы, можно использовать основные виды перевода:

1. Перевод путем использования имеющихся в русском языке эквивалентов, т.е. постоянных и равнозначных соответствий в двух данных языках, в большинстве случаев не зависящих от контекста,

например:

viscose – вискоза

cedar – кедр

heating – нагревание

loss – потеря.

2. Перевод с помощью аналогов, т.е. слов синонимичного ряда.

В этих случаях одному иностранному слову соответствует несколько русских слов, например:

Bunching – группирование, варьирование, образование сгустков, скапливание и т.д.

allowance – разрешение, поправка на что-либо, допуск.

Надо выбрать из этого ряда вариант, наиболее подходящий по контексту.

3. Калькирование, или дословный перевод, состоит в переводе английского слова или выражения путем точного воспроизведения их средствами русского языка, например:

multistoried – многоэтажный

motor convertor – двигатель-преобразователь

superpower system – сверхмощная система

sky-scraper – небоскреб.

При дословном переводе предложения не происходит каких-либо перегруппировок, сохраняется структура предложения, каждое слово переводится так, как оно дано в словаре (с учетом контекста).

Дословный перевод допускается и используется тогда, когда для большинства английских слов в предложении имеются эквиваленты в русском языке и когда структура предложения имеет полное соответствие в русском языке, например:

Radiomen well know that alternating current is the very current that makes radio possible.

Радисты хорошо знают, что переменный ток – это тот самый ток, который делает возможной радиосвязь.

Но дословный перевод возможен не всегда, рассмотрим предложение:

Before the coming of railway and the steamship the volume of world trade was very small compared with what it is today.

До появления железных дорог и паровых судов объем мировой торговли по сравнению с современным объемом был незначительным.

Дословный перевод для данного предложения несовместим с нормами русского языка, и слово coming нельзя переводить в этом предложении соответствующим слову приход. Рекомендуется для слова coming выбрать одно из лексических соответствий. Существительные

же railway и steamship необходимо перевести множественным числом, что более соответствует стилю русской речи. В предложении:

British steel shapes produced annually amount to twelve million tons.

Производство стального проката в Англии ежегодно достигает примерно 12 миллионов тонн.

По тем же соображениям нельзя steel shapes перевести дословно (стальные формы) и необходимо прибегнуть к русскому обороту –производство стального проката, а для глагола amount использовать русские глаголы равняться, доходить до.

От дословного перевода, однако, следует отличать недопустимый в переводческой практике буквальный перевод, т.е. простой механический перевод слов иностранного текста в таком порядке, в каком они следуют в нем, без учета синтаксических и логических связей.

4. Для перевода английских слов, не имеющих лексических соответствий в русском языке, можно использовать описательный перевод. Он представляет собой передачу значения английского слова при помощи более или менее распространенного объяснения, например:

prompt-period accident можно перевести, только прибегнув к описательному переводу: авария, связанная с переходом реактора на мгновенно-критический режим.

5. Транслитерация – это передача буквами русского письма букв английского письма независимо от произношения английского слова.

Для использования транслитерации можно и не знать произношения английского слова, ограничиваясь лишь его зрительным восприятием:

retarder – ретардер

transposition – транспозиция

irradiation – иррадиация.

Транслитерация целесообразна тогда, когда желательно воспроизвести лаконизм подлинника и сохранить специфическую характеристику данной реалии в иностранном языке.

6. Транскрибирование – это передача произношения английского слова русскими буквами, т.е. передача его фактического облика:

white spirit – уайт-спирит

fan – фэн

Whitehall Уайт-холл (улица в Лондоне, на которой расположены правительственные учреждения).

Транскрибирование является основным приемом перевода при передаче имен и названий и так же, как и транслитерация, используется в тех случаях, когда желательно воспроизвести лаконизм и специфику иностранного слова.

В тех случаях, когда эти стилистические соображения не играют большой роли, лучше пользоваться описательным переводом, так как транскрибирование дает новую лексическую единицу, чуждую русскому языку, которая может оказаться непонятной читателю.

Тема №2

Для того чтобы переводчик быстро находил нужные ему специальные сведения, он должен знать, какие рабочие источники информации бывают, что в каждом из них можно найти и в какой последовательности ими пользоваться.

Все рабочие источники информации, используемые переводчиком, можно разделить на общие, с которыми работают все переводчики, и специальные, которыми преимущественно пользуется технический переводчик.

Общие источники информации подразделяются на словари общего назначения и общие энциклопедии. Словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные (например, англо-русские и русско-английские, неспециальные словари и фразеологические словари) и одноязычные, включающие толковые словари (например, толковые словари русского и

английского языка) и словари иностранных слов; имеются также вспомогательные одноязычные словари (например, синонимов, антонимов и орфографические), а также энциклопедические словари общего назначения.

Специальные источники информации включают специальные словари, специальные энциклопедии, справочники по различным отраслям науки и техники, специальную литературу и прочие источники информации.

Специальные словари, в свою очередь, подразделяются на двуязычные, включающие политехнические двуязычные словари, отраслевые словари и вспомогательные специальные двуязычные словари (например, словари сокращений) а также одноязычные специальные словари (например, «Краткий политехнический словарь»).

2.1 Общие двуязычные словари

Для успешного пользования общими двуязычными словарями необходимо помнить следующее:

1. Любой общий двуязычный словарь (кроме фразеологического) даёт не перевод слов, а только возможные эквиваленты каждого данного слова и, как правило, далеко не все. Словарь только даёт намёк на то, что слово может выражать в определённом контексте.

2. Чтобы быстро находить нужное слово, надо хорошо знать алфавит. При частом обращении к словарю хорошее знание алфавита даёт значительную экономию времени.

3. Нужно хорошо знать смысл всех условных обозначений, сокращений, значков различных шрифтов и знаков препинания, используемых в словарных статьях, а для этого, прежде чем пользоваться словарем, необходимо внимательно прочитать статью о пользовании им и ознакомиться со списком сокращений.

Примером общего двуязычного словаря может служить «Новый большой англо-русский словарь» (НБАРС) под редакцией Ю. Д. Апресяна и Э. М. Медниковой, 2002 г. НБАРС охватывает все слои английской лексики от научно-технической терминологии до молодёжного сленга. В словарь включены обширные списки личных имён и географических названий. Виды словарных статей – отдельные слова, устойчивые словосочетания и словообразовательные элементы (приставки, суффиксы и т.д.). Переводы сгруппированы в значения и подзначения, упорядоченные по частотности употребления. Приводятся фонетическая транскрипция, сведения о нестандартно образуемых формах, управлении и т.п., в необходимых случаях даны подробные пояснения.

К важнейшим достоинствам НБАРС относится богатый иллюстративный материал, большая часть словарных статей снабжена примерами употребления слов в реальных контекстах.

НБАРС является дальнейшим развитием двухтомного «Большого англо-русского словаря», впервые изданного в 1972 году под редакцией И. Р. Гальперина.

2.2 Специальные политехнические двуязычные словари

Эти словари дают эквиваленты общетехнических и общенаучных терминов, а также и многих обычных слов, широко используемых в языке науки и техники.

Примером двуязычного политехнического словаря может служить «Англо-русский политехнический словарь» под редакцией А. Е. Чернухина (Изд. 2-е. М. : Сов. энцикл., 1971). В этом словаре расположение материала алфавитно-гнездовое, т.е. если термин состоит из одного слова, то это слово нужно искать как в обычном словаре, по алфавиту, а если термин состоит из нескольких слов, одно из которых является определяемым, а другое (или другие) – определениями, то такой термин нужно искать по определяемому слову. Обычно это слово стоит в конце терминологического сочетания, но может стоять и в начале, например, если определяемые слова присоединяются к нему предлогом «of».

Если слово входит в несколько терминологических сочетаний, то эти сочетания образуют гнёзда, в которых они располагаются в виде списка, несколько сдвинутого вправо от основного слова, приводимого в начале списка. Терминологические сочетания в этом гнезде

располагаются в алфавитном порядке по слову, являющемуся единственным или главным к основному термину, причем сам основной термин в списке-гнезде заменяется тильдой (~).

Термины политехнического словаря относятся ко всем отраслям науки и техники («поли» – греческое слово, обозначающее «много»).

Для указания, к какой именно области относится данный термин, используются специальные сокращения, например: свт. – светотехника; к-ф – кинематография и фотография; ак. – акустика. Эти сокращения набираются курсивом.

В конце словаря имеется список наиболее употребительных специальных сокращений и обозначений, принятых в различных областях науки и техники.

Словарь снабжён также приложением, в котором переводчик может найти очень полезные сведения, например, как обозначаются в английской и американской технической литературе футы, дюймы, десятичные дроби и т.д.; различные математические знаки, символы и сокращения, греческий алфавит, римскую нумерацию; английские и американские меры длин, веса и т.д.

Хорошими помощниками переводчика являются и отраслевые двуязычные словари. Они отличаются от политехнического тем, что в них можно найти больше терминов и эквивалентов, относящихся к данной отрасли.

Предположим, нам нужно перевести статью по экономике. Попробуем воспользоваться «Англо-русским коммерческим словарём-справочником» (сост. И. Г. Анохина. М. : Моби, 1992). Словарь содержит более 20 тыс. терминов, используемых в области финансов, кредита, внешней торговли, бухгалтерского учёта, ценообразования, страхования.

В приложении-справочнике можно найти подробные указания по составлению деловых писем и контрактов, краткий толковый словарь по внешнеэкономической деятельности, маркетингу, рыночной экономике, таблицу перевода мер и весов, денежные единицы стран мира, сокращения и т.д.

Отметим некоторые особенности данного словаря:

1) термины в словаре расположены в алфавитном порядке;

2) для составления терминов выбрана алфавитно-гнездовая система;

3) термины, состоящие из определяемых слов и определений, следует искать по определяемым словам;

4) пояснения к русским переводам набраны курсивом и заключены в круглые скобки, например: base (база, базис, основа, основание); to create a base (создать базу), raw material base (сырьевая база), (определяемое слово), bid (предложение цены (на аукционе), заявка (на торгах)).

2.3 Другие источники терминов

Помимо двуязычных словарей (бумажных и электронных на дисках и онлайновых) существуют и другие источники терминов:

1. Одноязычные русские и английские (американские) технические энциклопедии (например, McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms).

2. Одноязычные технические справочники для специалистов

(например, Mark’s Standard Handbook for Mechanical Engineers).

3. Сборники рекомендуемых терминов, выпускающиеся в советские годы Комитетом научно-технической терминологии Академии наук, которые до сих пор не потеряли своего значения, особенно при переводе научных статей. В общей сложности Комитетом было издано 119 выпусков. Многие выпуски можно приобрести в электронном виде в издательстве «ЭТС» (www.ets.ru).

4. Одноязычные толковые политехнические словари.

К этой категории относится очень полезный «Иллюстрированный толковый словарь научной и технической лексики», составленный по вузовскому тематическому принципу и изданный в 1994 году.

5. Посещение выставок, посвященных оборудованию и приборам для различных отраслей промышленности. Библиотека каталогов и проспектов, набранных на выставке, открывает доступ к новейшей информации по конкретной области.

6. Использование Интернета.

В процессе перевода переводчик обращается к Интернету в следующих случаях:

1) когда он хочет знать, что означает отсутствующий в словарях английский термин;

2) когда ему требуется найти определение термина;

3) когда он хочет знать, что означает отсутствующее в словарях английское словосочетание;

4) когда ему встретилось незнакомое сокращение;

5) когда заголовок документа или раздела не находит объяснения в последующем тексте;

6) когда ему необходимо знать, как выглядит некое устройство или схема технологического процесса;

7) когда ему необходимо убедиться, что созданный им русский эквивалент термина действительно используется российскими специалистами;

8) когда ему встретилось географическое название и нужно проверить, как оно пишется по-русски;

9) когда он встречает в переводимом документе цитату или фрагмент из другого документа, смысл которых непонятен;

10) когда ему необходимо ознакомиться со стандартом;

11) когда ему необходимо найти патент.

При этом он пользуется как находящимися в Интернете различными Web-сайтами (на которых хранятся Web-страницы и файлы с интересующей переводчика информацией), онлайновыми словарями – например, English Oxford Dictionary (www.oed.com), OnelookDictionary (www.onelook.com) и Massengineers (www.massengineers.com), а также многочисленными относительно небольшими узкоспециальными словарями, нередко прилагаемыми к описанию конкретного изделия фирмы.

В настоящее время один из наиболее полных и самых популярных автоматических онлайновых словарей – Multitran.

Заслуживает упоминания и словарь американских реалий, а именно: Англо-русский лингвострановедческий словарь «Американа». (Изд-во «Полиграмма», 1996). Полный текст этого словаря опубликован в бесплатном доступе по адресу: www.americana.ru.

Поиск содержащих необходимую информацию Web-страниц и файлов (т.е. тех или иных документов) осуществляется с помощью поисковых систем двух типов – индексов и каталогов. Интернетовский индекс ищет у себя (и находит или не находит) любое запрашиваемое у него слово или словосочетание, а интернетовский каталог подобен тематическому библиотечному каталогу: пользуясь каталогом, мы последовательно переходим от более широких и общих тем ко всё более узким и конкретным. Переводчик всегда знает, что он ищет, поэтому он может пользоваться только индексами, а именно наиболее популярными и мощными Google (www.google.com) и Яндекс (www.yandex.ru). Правила, по которым ищется отдельное слово или словосочетание, называют языком запросов.

Вызвав поисковую индексирующую систему и набрав в поле поиска запрос, мы получаем страницы поиска. На каждой странице поиска размещены описания тех или иных десяти (иногда более) Web-страниц. Описание Web-страницы начинается с её названия, затем следуют указание на формат, в котором страница выполнена (если это не традиционный интернетовский формат HTLM), и фрагменты текста страницы с выделенными жирным шрифтом словами, содержащимися в запросе. Наконец, следует интернетовский адрес описываемой страницы и ссылки Catched (Сохранено). Выбрав ссылку «Сохранено», мы увидим Web-страницу в том виде, в котором её видел Google в момент индексирования.

Наконец, укажем наиболее типичные формы запросов в системе Google:

а) пробел между словами запроса воспринимается Google как оператор AND, поэтому при запросе, например, feed pumps разыскиваются как термин feed pumps, так и по отдельности feed и pumps;

б) поиск фразы на Web-страницах осуществляется с помощью прямых кавычек: «feed pumps used in power boilers»;

в) знак * в запросе заменяет любое слово в составе разыскиваемой фразы (используется, когда фраза известна не полностью);

г) оператор OR между двумя словами требует искать страницы в которых есть хотя бы одно из двух слов (средство экономии времени на поиск);

д) чтобы Google прореагировал на служебное слово (обычно он их игнорирует), нужно перед этим словом поставить оператор плюс (+). Например, +to +be overruled;

е) при желании сузить поиск заголовками, нужно добавить (без пробела после двоеточия) префикс entitle, а именно: entitle:”feed pump”. Такой поиск полезен только для однокомпонентных либо довольно распространённых терминов;

ж) при желании, например, найти питательные насосы для котлов можно ещё более сузить поиск, запросив: entitle:”feed pump” boilers; в этом случае в заголовок попадают feed pumps, а слово boilers может встретиться в любом месте документа и, в частности, в том же заголовке.

При переводе научно-технических текстов также можно использовать тематические глоссарии, часто с подробными комментариями и объяснениями на следующих Web-сайтах компаний :1) slovary.ru; 2) ru.wikipedia.org; 3) lingvo.ru; 4) lingvo.yandex.ru; 5) lingvotech.com (elslovari); 6) sokr.ru

Тема №3

Лексический состав научно-технических текстов характеризуется широким использованием терминов (слов, словосочетаний, фраз), являющихся инструментом, при помощи которого оперируют научно-техническими понятиями, и относительно малым разнообразием лексических групп. Основной признак терминов – их определяемость, иными словами, формой существования термина является определение.

В общем под термином понимается слово или словосочетание любой формы употребления, выражающее научное понятие, имеющее определение и пригодное к применению в науке и технике. Все термины делятся на простые, сложные и словосочетания.

Для того чтобы правильно определить выражаемые термином понятия, нужно знать и ту область науки и техники, к которой относится данная терминология. Любой термин следует рассматривать не как обособленную смысловую единицу, вне всякой связи с окружающими его словами и контекстом в целом, а как слово, за которым закреплено определённое техническое значение, но которое может изменить своё содержание в зависимости от той отрасли, в которой оно употребляется в данном конкретном случае.

Для термина характерна соотнесённость с точным определённым понятием, стремление к однозначности. Это приводит к тому, что ряд терминов приобретает своего рода независимость от контекста и, следовательно, может переводиться с помощью лексического эквивалента.

Многие английские термины в любом контексте соответствуют определённым русским терминам, например: voltage – напряжение, capacitance – ёмкость, oxygen – кислород, wattage – мощность. Основная масса научно-технической терминологии не входит в состав общелитературного языка, оставаясь понятной лишь специалистам данной отрасли знания. Тем не менее, роль контекста чрезвычайно велика, так как значительное количество терминов представляет собой общеупотребительные английские слова, взятые в специальном значении. Так, контекст помогает выявить:

1. Употреблено ли слово в своём обычном значении или в специальном техническом, например, valve – клапан или электронная лампа, short – короткий или короткое замыкание, planning – планирование или технология.

2. В каком из своих значений употреблён многозначный термин в данном конкретном случае. Например, означает ли существительное switch – выключатель, железнодорожная стрелка или коммуникационный аппарат? Используется ли термин line в значении линейный или производственный? Как следует перевести глагол shunt – параллельно включать или маневрировать? Только контекст позволяет выявить значение многозначного слова.

3. Кроме того, в ряде случаев контекст даёт возможность опустить некоторые компоненты термина-словосочетания, которые подразумеваются сами собой. Например, вместо transformer primary winding в том же самом контексте может часто употребляться просто primary – первичная обмотка трансформатора; вместо oil-circuit breaker употребляется breaker – масляный выключатель.

Возможность использовать в контексте не весь термин-словосочетание, а только какую-то его часть обусловливается тем, что термин связан с определённым точным понятием или явлением.

Термины объединяются в определённые терминологические системы, выражающие понятия определённой отрасли знаний.

В каждой терминологической системе термины образуют определённые группы, для которых общим является их принадлежность либо к классу предметов, либо к классу процессов, свойств и т.п.

Каждая из этих групп делится в свою очередь на более узкие терминологические группы. В терминологических группах сложных терминов часто выступает один общий элемент. Например, языковые единицы tele, scope выступают в качестве компонентов сложного слова – telegraph, television, horoscope, telescope и т.п.

3.1 Образование английской научно-технической терминологии

Основными способами образования терминов являются синтаксический, морфологический, а также заимствования из других языков отраслевых терминологий.

Большинство современных английских терминов образованы синтаксическим способом:

1. С помощью предложных сочетаний:

body of a reactor – корпус реактора

lid of frame – крышка корпуса

2. С помощью конструкции типа «существительное + существительное:

survey party – изыскательская партия

suspension bridge – подвесной мост

3. С помощью конструкции «прилагательное + существительное»:

vertical component – вертикальная составляющая

electrical substation – электрическая подстанция

4. С помощью конструкции типа «причастие I + существительное»:

accelerating field – ускоряющее поле

rectifying tube – выпрямительная лампа

5. С помощью конструкции типа «причастие II + существительное»:

fixed contact – неподвижный контакт.

Наиболее распространённым типом морфологического способа образования является суффиксация.

Продуктивными суффиксами в области научно-технической терминологии являются:

-ium – латинский суффикс, широко используемый в химической терминологии:

deuterium – дейтерий, тяжёлый водород

curium – кюрий (хим.)

-osis – суффикс заимствован из греческого языка через латинский, используется для образования существительных, обозначающих различного рода болезни:

silicosis – силикоз, болезнь лёгких, вызванная попаданием в них частиц каменно-угольной пыли и т.д.

-ite- coalite – бездымное топливо

-ize- dieselize – оборудовать дизелем

-ee- employee – служащий

-ism- synchronism – синхронизм

-er- ejector – эжектор

-ing – суффикс, для образования существительных, указывающих на действие:

handling – управление, уход за машиной.

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний. Рост числа сокращений объясняется тем, что сложные слова и словосочетания громоздки и неудобны и появляется стремление передать их кратко.

Laser-light amplification by stimulated emission of radiation – квантовый генератор и усилитель оптического диапазона.

Сокращения, как и отдельные слова, могут выступать в предложении в различных синтаксических функциях и оформляются морфологически по всем правилам английской грамматики (принимать множественное число, употребляться в притяжательном падеже).

1. Буквенные сокращения (инициальный тип сокращения):

а) сокращенное слово – это первая буква и сокращённое словосочетание – первые буквы компонентов. Сокращенные слова произносятся полностью:

E-east – восток

R-railway – железная дорога;

б) сокращенное словосочетание произносится чаще всего как название букв, составляющих сокращение:

Emf – electromotive force – электродвижущая сила.

2. Слоговые сокращения.

Слоговые сокращения представляют собой начальные слоги компонентов словосочетаний. Они пишутся слитно и читаются как одно слово:

maxcap- maximum capacity – максимальная мощность.

3. Усеченные слова:

а) усечение, при котором остаётся начальная часть слова:

sub (submarine) – подводная лодка;

б) усечение, при котором остаётся конечная часть слова:

chute-parachute – парашют;

в) усечение, при котором отпадает средняя часть слова:

Ry (railway) – железная дорога;

г) усечение, при котором остаются два слога:

memo(memorandum) – докладная записка;

д) усечение прилагательного в сложном слове:

technicolour- (technical colour) – цветная кинематография.

Заимствования из других языков в английской терминологии в среднем составляют 3 – 4 %.

3.2 Многокомпонентные термины и способы их перевода на русский язык

При работе с лексикой научно-технической литературы наибольшую трудность для понимания и перевода представляют многокомпонентные термины – терминологические словосочетания, созданные лексическим и синтаксическим способом, т.е. представляющие собой словосочетания, образованные по определённым моделям. Терминологические словосочетания представляют собой семантически целостные сочетания двух или большего числа слов, связанных с помощью предлога или беспредложным способом. Они могут быть устойчивыми и свободными сочетаниями.

При переводе терминологических словосочетаний необходимо уяснить, в каком порядке следует раскрывать значение данного словосочетания. Терминологические словосочетания

строятся из сочетания существительного обычно в единственном числе (ядра словосочетания) с другими частями речи, которые могут стоять до и после него.

Особую трудность при переводе представляют беспредложные терминологические словосочетания, состоящие из цепочки слов, не связанных между собой какими-либо служебными словами (артиклями, предлогами и т.д.)

В беспредложном терминологическом словосочетании главным словом является последнее, все слова, стоящие слева от него, играют второстепенную роль – роль определения. Перевод беспредложных терминологических словосочетаний надо начинать с главного слова.

Например: life test – испытание на срок службы; radio wave propagation – распространение радиоволн.

Основные способы перевода терминов-словосочетаний

1. Перевод с помощью русских слов и выражений, дословно воспроизводящих слова и выражения английского языка (так называемое калькирование):

single-arm semaphore – однокрылый семафор

low-noise engine – малошумовой двигатель.

2. Перевод с помощью использования родительного падежа:

direct current system – система постоянного тока

control-surface cable – тросуправление.

3. Перевод с помощью использования различных предлогов:

pressure oil gun – шприц для подачи масла под давлением для пресс-маслёнок

data processing equipment – оборудование для обработки данных.

4. Перевод одного из членов словосочетания группой поясняющих слов:

high aluminum cement – цемент с большим содержанием глинозёма

analogue computer – счетно-решающее устройство непрерывного действия.

5. Перевод с изменением порядка компонентов атрибутивной группы:

battery-charging mother generators – мотор-генераторы, подзаряжающие батареи

automobile repair plant construction project – проект строительства авторемонтного завода.

3.3 Типы лексических соответствий

Подавляющему большинству слов английского языка соответствуют в русском языке слова, близкие им по смыслу. Русское слово, близкое по значению аналогичному английскому, принято называть лексическим соответствием или эквивалентом. В практике перевода под термином «эквивалент» понимается любое правильно найденное соответствие.

Условно все лексические соответствия можно подразделить на три типа:

1) однозначные эквиваленты;

2) вариантные соответствия;

3) лексические трансформации.

1) однозначные эквиваленты

Когда значению английского слова соответствует значение одного русского слова, мы имеем дело с однозначным эквивалентом. К лексическим однозначным эквивалентам в любом языке относятся определенные группы лексики:

- имена собственные и географические названия, входящие в словарный состав обоих языков, например: Zeus – Зевс; Moscow – Москва; Poland – Польша; William Shakespeare – Уильям Шекспир;

- научные и технические термины, например: hydrogen – водород; mammal – млекопитающее; usufruct - узуфрукт; porcupine – дикобраз; schizophrenia – шизофрения; vertebra – позвонок; sea-buckthorn – облепиха;

- наименования организаций, партий и т.п., например: United Nations Organization – Организация Объединенных Наций; The International Court of Justice – Международный суд ООН; FIFA – ФИФА (Международная организация футбольных ассоциаций);

- некоторые другие группы слов, близкие по семантике к указанным трем, например: а) названия месяцев и дней недели: January – январь; Monday – понедельник; б) числительные:

thousand – тысяча; million – миллион; в) личные местоимения: I – я; they – они.

Передача эквивалентов на другой язык не зависит от контекста и от переводчика требуется лишь твердое знание соответствующего эквивалента.

Для переводчика стабильные лексические соответствия имеют большое значение. Они являются как бы опорными точками текста перевода (особенно устного), поскольку такие эквиваленты почти всегда можно использовать «готовыми», и это дает возможность сосредоточить усилия на других более сложных для перевода отрезках. Именно эти единицы перевода, прежде всего, проясняются в сознании переводчика и помогают ему понять значение окружающего контекста и всего высказывания в целом.

Интернациональными словами обычно называются слова, которые сходны по звучанию, написанию и значению и встречаются в ряде языков.

Это слова-заимствования, которые появились в языках на основе транскрибирования и транслитерации. Большинство интернациональных слов заимствованы из греческого, латинского и французского языков. Как известно, в средние века латинский язык был интернациональным языком – языком науки, дипломатии и литературы. Интернациональные слова французского происхождения были заимствованы в более позднюю эпоху. Чаще всего такие слова выражают общественно-политические и научные понятия: parliament – парламент; philosophy – философия; system - система; astronomy – астрономия; diameter – диаметр.

В ряде случаев заимствованные слова используются в разных языках с одинаковой семантикой и могут помогать переводчику. Помощь они оказывают в тех случаях, когда за внешним сходством стоит совпадение знаний. Независимо от контекста слово zinc будет переводиться как «цинк», chameleon как «хамелеон», centimeter как «сантиметр», a classical music как «классическая музыка». Для изучающего язык эти слова как бы служат опорами, на которых строится смысл текста, есть основания полагать, что и в сознании переводчика интернациональные слова проясняются в первую очередь.

Обратите внимание на то, как много схожих с русскими лексических единиц в следующей статье европейской конвенции по правам человека:

Prohibition of discrimination

The enjoyment of the rights and freedoms set forth in this Convention shall be secured without discrimination on any ground such as sex, race, colour, language, religion, political or other opinion, national or social origin, association with social minority, property, birth or other status.

Запрещение дискриминации

Пользование правами и свободами, признанными в настоящей Конвенции, должно быть обеспечено без какой бы то ни было дискриминации по признаку пола, расы, цвета кожи, языка, религии, политических или иных убеждений, национального или социального происхождения, принадлежности к национальным меньшинствам, имущественного положения, рождения или по любым иным признакам.

Однако большинство интернациональных слов в английском и русском языках не совпадают по своему объему значений. Такие слова принято называть псевдоинтернациональными или «ложными друзьями» переводчика. (Так назвали эту группу слов еще в 20-е гг. XX столетия французские исследователи и переводчики М.Кеслер и Ж.Дерокиньи, которые впервые назвали данный класс слов faux amis du traducteur – «ложные друзья переводчика». В английском языке для их обозначения используются термины false cognates и false friends.) Поразительное сходство таких слов по форме с русскими словами вынуждает переводчика считать их сходными и по содержанию. А здесь то и таится опасность. Попав в эту ловушку, переводчик может неправильно передать значение таких слов и тем самым исказить смысл всего высказывания. Так, в вышеуказанном примере было бы ошибкой переводить английские слова sex, association, status как «секс», «ассоциация», «статус», поэтому для их перевода необходимо найти другие соответствия.

В той же мере, в какой интернациональная лексика служит подспорьем переводчику, псевдоинтернациональная может являться помехой – вводить в заблуждение, толкать к ложным

аналогиям и разного рода оплошностям и ошибкам. Приведем примеры некоторых таких ошибок, которые взяты из реальной жизни.

1. В фильме «Саймон говорит» главный герой, спустившись в машине с парашютом прямо на пляж и проезжая мимо удивленных людей, говорит своему спутнику (в переводе): «Эти кавказцы?» Людям, не знающим английского языка трудно было догадаться, о каких кавказцах идет речь. Разумеется, герой (афро-американского происхождения) говорил не о кавказцах, а о белых. Герой просто восклицал, удивляясь: «Ох уж эти белые!» Слово Caucasian в английском, прежде всего, употребляется для обозначения расы со светлым (белым) цветом кожи, европейца. Кстати, кавказцы по-английски будет men from / natives of the Caucasus.

2. Еще один, классический пример – перевод названия фильма-ужаса The Faculty – «Факультет». Герои фильма учатся в школе, и никакого факультета у них и в помине нет. Дело в том, что слово faculty может обозначать «преподавательский состав учебного заведения», проще, учителей и именно в них по сценарию вселяются пришельцы. Может быть, фильм стоило бы так и назвать «Учителя-пришельцы»?

3. В одном из переводов фильма The American Beauty героиня говорит мужу: You look so pathetic. Переводчик передает эту фразу так: «Ты выглядишь таким патетичным». Он просто не удосужился проверить по словарю значение слова pathetic, которое значит «жалкий, печальный». Таким образом, реплику героини нужно было бы перевести, например, так: «Ты выглядишь таким жалким!» / «Ты такой жалкий!» Кстати, в разговорном употреблении жалость часто переходит в презрение: You’re pathetic – «Ты (просто) ничтожество».

4. В одном американском фильме (где роль Гудзонского Ястреба играет Брюс Уиллис) речь идет о похищении рукописной книги Леонардо да Винчи – по-английски - codex. Однако в переводе его с упорным постоянством переводили как «кодекс». Русскому слову кодекс, как правило, соответствует другое слово – code (criminal code, civil code и т.п.)

Приведенные примеры наглядно свидетельствуют о том, что «ложные друзья» переводчика требуют к себе пристального внимания.

Классификация «ложных друзей» переводчика

В сопоставлении русского и английского языков слова, называемые «ложными друзьями» переводчика можно подразделить на две основные группы:

1) слова, которые имеют сходное написание и произношение, но совершенно другой значение

Схематически такое отношение между значениями английского и русского слов можно представить следующим образом:

А Р где, А – значение английского слова, а Р – значение русского слова.

Такой тип отношения между схожими словами называется внеположенностью. На схеме наглядно видно, что значения английского и русского языков не перекрещиваются, т.е. не имеют вообще ничего общего. При этом контекст зачастую не подает сигналов о том, что напрашивающееся по аналогии «соответствие» – ложное. Например:

She has a very fine complexion. У нее чудесный цвет лица (а не комплекция).

The work is done accurately. Это работа выполнена точно (а не аккуратно).

The troops were sent by sea. Войска (а не трупы) были отправлены морем.

He spoke to her in Dutch but she didn’t understand him. Он заговорил с ней на голландском (а не на датском), но она его не поняла.

He is a physician. Он – врач-терапевт (а не физик).

Некоторые русские и английские слова могут обозначать разные понятия, но при этом принадлежать к одному семантическому полю. К примеру, английское слово decade и русское «декада» означают, определенный отрезок времени, но первое – «десятилетие», а второе – «десять дней». Английское biscuit и русское «бисквит» относятся к гастрономической сфере, но первое – это «сухое печенье, галета», а второе – «выпечка из сладкого сдобного теста», velvet и «вельвет» – обозначают разные виды ткани: английское velvet – это «бархат», а русское название «вельвет» соответствует английскому слову corduroy.

2) к более сложным случаям относятся такие «ложные друзья», которые лишь в одном

или двух значениях совпадают с русскими словами, но расходятся в остальных. Такой тип отношений между значениями двух слов называется перекрещиванием.

По сути речь идет о частном случае многозначности, когда слово с несколькими значениями в одном из своих значений соответствует схожему ему по форме слову другого языка. Например:

advocate – сторонник, защитник, активист, а не только адвокат;

dramatic – впечатляющий, привлекающий внимание, яркий, значительный, а не только драматический/драматичный;

legal – законный, юридический, правовой, судебный, правомерный, а не только легальный;

aggressive – напористый, целеустремленный, энергичный, а не только агрессивный;

object – цель, задача, а не только объект;

material – вещественный, существенный, а не только материальный;

nation – государство, народ, страна, и реже нация;

officer – чиновник, должностное лицо, полицейский, служащий, капитан на торговом судне, а не только офицер.

Такая лексика составляет большую часть «ложных друзей» переводчика и поэтому требует особого внимания. Страховкой от ошибок может быть лишь очень внимательный анализ контекста и проверка всех значений по словарю.

3.4 Трудности перевода фразеологизмов, пословиц и поговорок

Пословицы, поговорки и фразеологизмы являются оборотом речи, особой формой, облаченной в краткое, ритмизованное изречение, несущее обобщённую мысль, вывод, иносказание с дидактическим уклоном. Основными их особенностями являются многозначность, несоответствие со значением составляющих компонентов, омонимия.

Трудности перевода **пословиц, поговорок и фразеологизмов** с одного языка на другой существовали, и будут существовать всегда, так как их перевод не является однозначным.

Одной из важных проблем при переводе является распознавание устойчивых выражений в тексте оригинала. Ведь неправильное их восприятие приводит к искажению текста перевода.

Следует отметить и необходимость учитывать национально-культурную специфику языка, его образность. Ведь, совпадая по смыслу, они могут иметь разные эмоциональные оттенки или стилистическую окрашенность.

Можно выделить следующие соответствия пословиц, поговорок и фразеологизмов:

• **Фразеологизм** полностью совпадает с фразеологической единицей языка перевода в прямом и переносном значениях.

Например:

«To be unable to put two words together» - «Двух слов связать не может»;

«Money rules the world» - «Деньги правят миром»;

«All is not gold that glitters» - «Не всё то золото, что блестит»;

«To live under the same roof» - «Жить под одной крышей».

Частичное совпадение с языком перевода. Одинаковый переносный смысл передается с помощью другого образа, сохраняя все остальные компоненты фразеологизма.

Например:

«Two dogs fight for a bone and the third runs away with it» - «Две собаки дерутся, а третья кость грызет»;

«As cross (glum, silky) as a bear» - «Злой, как собака»;

«A bird in the hand is worth two in the bush» - «Лучше синица в руках, чем журавль в небе».

Вариант оригинала не соответствует языку перевода. Здесь происходит отказ от применения фразеологического соответствия и происходит описание основного (переносного) смысла переводимого сочетания.

Например:

«Every dog has his day» - «Будет и на нашей улице праздник»;

«Neck or nothing» - «Либо пан, либо пропал»;

«East or West, home is best» - «В гостях хорошо, а дома лучше».

Перевод фразеологизмов, пословиц и поговорок, по праву, можно считать одним из самых трудных переводческих аспектов. Так как очень сложно переводить то, что считается духовным наследием народа, частью их культуры. Смысл, понятный одному человеку, кажется чем-то новым для другого. Зачастую, чтобы раскрыть полное значение фразеологизма, необходимо найти его эквивалент в языке перевода. Однако, реальный процесс – это не просто поиск эквивалентных языковых соответствий, а сложный, многогранный процесс, на который, кроме мастерства и профессионализма переводчика, влияют множество других факторов, впоследствии отражающихся на качестве перевода.

3.5 Термины

Термин - это «специальное слово (или словосочетание), принятое в профессиональной деятельности и употребляемое в особых условиях», «словесное обозначение понятия, входящего в систему понятий определённой области профессиональных знаний», «основной понятийный элемент языка для специальных целей». Термины преобладают над иными видами специальной лексики (профессионализмами, профессиональными жаргонизмами и пр.), формируя тем самым значительный терминологический пласт. Среди ученыхлингвистов, занимавшихся исследованием терминологии можно выделить таких, как А.В. Суперанская, Н.В. Подольская, Н.В. Васильева, М.В. Умерова, К.А. Мякшин, В.М. Лейчик. В целом, объем исследований терминологической лексики сравнительно небольшой. Благодаря терминам в научных текстах обеспечивается полная и точная передача информации. Разными учеными выдвигаются различные требования к терминам. Наиболее подробный перечень требований, предъявляемых к терминам, представлен у Сагера: логическая связь с понятием, систематичность, следование основным правилам словообразования, возможность образования производных, отсутствие плеоназмов, краткость и релевантность информации, отсутствие синонимов, отсутствие морфологических вариантов, отсутствие омонимов, моносемия, точность содержания, независимость от контекста. Также допускается наличие у терминов синонимов, среди которых один есть основной способом наименования понятия, а другие считаются вариантами, и их употребление иногда обусловлено контекстом и другими условиями. Термины объединяются в группы по значению и образуют «терминологическое поле», так как понятие, которое обозначается термином, взаимосвязано с другими понятиями той же области и является «элементом системы понятий». Также термины, в отличие от общеупотребительной лексики, должны быть связаны с определенным видом или направлением деятельности.

Основанием для выделения классификаций терминологической лексики служат определенные признаки, а именно: формальные, содержательные, функциональные, внутриязыковые и внеязыковые. По категории понятия выделяют термины предметов, процессов, признаков, свойств, величин и единиц.

Учитывая историческое происхождение, можно выделить исконные термины, заимствованные термины и термины-гибриды. С точки зрения формы термины в первую очередь делятся на термины-слова (однословные термины) и термины-словосочетания.

«Все термины делятся на общенаучные, общеотраслевые, и номенклатурные, - отраслевые и узкоспециальные термины, а также на узкоотраслевые». По степени абстракции выделяют теоретические термины и эмпирические термины (термины наблюдения). С учетом предметной принадлежности называемых терминами понятий и соответственно принадлежности терминов той или иной области знания выделяются математические, физические, метрологические, биологические термины, дипломатические, спортивные, военные, ремесленные термины и т.д.

По семантической (содержательной) структуре термины можно разделить на однозначные (моносемичные) и многозначные (полисемичные). С точки зрения семантической структуры сочетания делятся на свободные, устойчивые и фразеологические сочетания.

Перед переводчиком стоит важная задача по сохранению эквивалентности при переводе терминов. Существуют различные подходы к определению данного понятия. Рассмотрим три подхода, выделяемые В.Н. Комиссаровым. Первый подход подразумевает эквивалентность как тождественность, наиболее полное сохранение содержания оригинала в переводе. Второй подход направлен на поиск инвариантной части текста. Целью переводчика является сохранить эту часть. Третий подход подразумевает, что эквивалентность состоит в сохранении цели коммуникации – речевой функции высказывания.

Что касается понятия терминологической эквивалентности, то выделяется несколько подходов к ее изучению: логоцентрический и лексикоцентрический. Суть логоцентрического подхода заключается в определении эквивалентности как логического понятия. Если термины разных языков обозначают одно и то же понятие, они считаются эквивалентными. Данный подход допускает наличие синонимии и вариативности. Второй подход приравнивает терминологическую эквивалентность к лексической.

Первый подход представлен в стандартах Международной организации по стандартизации (ISO), в которой были разработаны четыре вида соотношения понятий различных языков с целью разработки принципов их гармонизации:

1. идентичные понятия - понятия, полностью совпадающие по объёму и не требующие гармонизации;

2. частично пересекающиеся понятия - понятия, имеющие различия в объёме; различия между ними могут быть незначительными - можно рассматривать их как одно понятие, имеющее в каждом языке определённые особенности;

3. понятия, существующие в одной понятийной системе и отсутствующие в другой;

4. одно понятие в одной понятийной системе, соответствующее более чем одному понятию в другой понятийной системе.

Считается, что невозможно «перевести» термин, можно лишь выделить «перечень лексических эквивалентов этого слова и их дефиниций, отражающих набор значений исходной единицы». Поэтому перевод термина есть поиск уже существующих соответствий в языке, нежели поиск нового.

Существует несколько способов подбора терминологического соответствия в языке перевода:

1. поиск имеющегося в языке перевода эквивалента термина;

2. «семантическая конвергенция» – создание нового значения у существующего в языке перевода слова или словосочетания под воздействием оригинального термина Результатом конвергенции в таком случае являются лексико-семантические аналоги;

3. калькирование: семантическое калькирование (поэлементный перевод) или структурное калькирование;

4. заимствование;

5. использование греко-латинских элементов (интернационализмов);

6. описательный перевод.

Данные способы передачи термина на иностранном языке можно считать способами перевода термина, когда речь идёт о создании нового соответствия, иногда также новой языковой единицы. Переводчик располагает приёмами, обычно используемыми для передачи безэквивалентных единиц (имён, названий, реалий, терминов). К уже перечисленным можно добавить транслитерацию и транскрипцию и создание полностью нового термина, лексическая форма которого не будет иметь значительной связи с формой оригинального термина. Также некоторыми учеными выделяется смешанный способ, который подразумевает соединение нескольких способов.

Считается, что термины тесно связаны с общеупотребительными словами языка. Вследствие этого некоторые способы лексической передачи единиц языка могут быть также

применены в отношении терминов. Рассмотрим использование лексических трансформаций для передачи безэквивалентной терминологии.

Разными учеными выделяются различные классификации переводческих трансформаций. Например, В.Н. Комиссаров определяет существование трансформаций в пределах трансформационной грамматики, т.е. в связи с существованием в языке взаимосвязанных синтаксических структур. Согласно его классификации, переводческие трансформации можно разделить на три класса: лексические, грамматические и лексикограмматические.

Я.И. Рецкер подразделяет все переводческие трансформации на лексические и грамматические. Лексические трансформации по Рецкеру понимаются как «приёмы логического мышления», которые служат для раскрытия значения иностранного слова в контексте. В соответствии с данным подходом, можно выделить семь основных видов лексических трансформаций: дифференциация значений, конкретизация значений, генерализация значений, смысловое развитие (замена словарного соответствия при переводе контекстуальным. Сюда относится метафора и метонимия), антонимический перевод, целостное преобразование и компенсация «потерь».

Именно приемы дифференциации, конкретизации, генерализации и смыслового развития являются наиболее релевантными для перевода терминов, поскольку затрагивают формально-логические отношения между понятиями, относятся к взаимоотношению объемов понятий. Также выделим приемы добавления и опущения.

Как отмечает Н.К. Гарбовский, большинство типологий трансформаций похожи по структуре, они также опираются на различные уровни языковой системы. Классификация, которую выделяет автор, основана на логико-семантических и семиотических категориях, на которых основывалась теория переводческой эквивалентности. Согласно Н.К. Гарбовскому, «эквивалентный перевод - это тот, в котором все преобразования смыслов, заключённых в исходном сообщении, носят рациональный характер и не зависят непосредственно от воли переводчика». Автор также подчёркивает важность рассмотрения каждого отдельного преобразования в интерпретирующей системе перевода в целом.

Таким образом, при переводе терминологической лексики переводчик должен ориентироваться не только на типологию текста и его стилистическую принадлежность, а также должен вести учет различных факторов и учет контекста. Для воссоздания терминологической единицы в языке перевода возможен поиск эквивалента или аналога, использование транскрипции, транслитерации или калькирование, заимствование термина, описательный перевод, использование интернационализмов, а также создание полностью нового термина. Помимо данных способов возможно применение переводческих трансформаций, описанных выше. Трансформации возможны на 4 уровнях эквивалентности: прагматическом, денотативном, сигнификативном и синтаксическом. Для перевода терминов и терминологических сочетаний особо важным является сигнификативный уровень (семантический), в рамках которого возможно использование следующих переводческих трансформаций: генерализация, конкретизация, перифраза и дифференциация.

Тема №4

4.1 Передача английских имен собственных на русском языке

При переводе практически любого текста приходится сталкиваться с необходимостью передачи иностранных имен собственных. **Имена собственные** – это особый класс слов, выполняющих в основном номинативную функцию, т.е. служит названием (наименованием) предмета. Имена собственные представляют собой очень обширный пласт лексики в переводе. Подсчитано, что имен собственных и названий в языке больше, чем нарицательной лексики.

К именам собственным относятся:

- имена, фамилии или прозвища людей, клички животных; - географические или страноведческие названия (т.е. названия объектов и предметов культуры, искусства и т.д. англоязычных стран);

- названия народов и племен;
- названия предприятий и организаций (включая названия фирм, компаний, корпораций);
- названия спортивных команд, клубов;
- названия типов ракетно-космической и боевой техники, марок автомобилей;
- позывные станций связи;
- названия периодических изданий и другие названия.

В теории перевода имена собственные называются ***единичными понятиями***, т.к. **они обозначают строго один объект**. В подавляющем большинстве случаев значение имени собственного, как правило, не зависит от контекста. Может показаться, что задача переводчика сводится к автоматической подстановке нужного иноязычного соответствия. Но на самом деле эта простота кажущаяся. Здесь возникают проблемы совершенно иного плана, связанные как со спецификой звукового, графического и грамматического строя каждого из языков, так и с отсутствием единой системы в передаче этого пласта лексики в переводе.

На вопрос, существуют ли определенные правила передачи имен собственных в переводе, к сожалению, приходится ответить отрицательно. За правило переводчик должен взять поиск или проверку нужных соответствий по словарям, справочникам, атласам, энциклопедиям и т.д. Тем не менее, даже краткий обзор тех способов и приемов, которые используются, пусть и непоследовательно, при передаче этого разряда лексики, может помочь начинающему переводчику лучше ориентироваться в данном вопросе и избежать возможных ошибок.

Итак, существует несколько приемов передачи имен собственных. К ним относятся:

1) транскрипция;
2) транслитерация;
3) перевод или калькирование;
4) включение в текст иностранного имени в его исходной графике.

Рассмотрим их по порядку, начиная с конца, двигаясь как бы по нарастанию степени их употребительности и популярности в современной переводческой практике.

1) включение в текст иностранного имени в его исходной графике Данный способ передачи удобен тем, что он сразу выделяет имя собственное в контексте и снимает ряд проблем, связанных с трудностью или невозможностью передачи отдельных иноязычных звуков или букв. Этот способ применяется в некоторых научных изданиях, а также в юридических документах (договорах, протоколах и т.п.). Например:

*For years such organizations as the **Audibon Society** and the **Sierra Club** have been in the forefront of environmental movement. В течение многих лет такие организации как **Audibon Society** и **Sierra Club** занимали ведущее положение среди участников движения в защиту окружающей среды.*

Тем не менее, этот способ имеет довольно ограниченное применение.

Приемлемый для зрительного прочтения, он не работает при необходимости «озвучивании» текста человеком, не знающим языка оригинала. Компромиссное решение – сочетание включенной в текст иноязычной формы с транскрипцией, которая воспроизводит звучание слов оригинала. Например:

*I, **Edward J. Freel** Secretary of State of the State of Delaware, do hereby certify the attached is a true and correct copy of the Certificate of Incorporation of **"LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation"**, filed in this office on the eighth day of July, A.D. 1997, at 4:30 o'clock p.m.*

*Я, Эдвард Дж. Фрил (**Edward J. Freel**) государственный секретарь штата Делавэр, настоящим свидетельствую, что приложенное является достоверной и подлинной копией свидетельства об учреждении компании «Лебоф, Лам, Грин и Макрей Интернэшнл Корпорейшн» **("LeBoeuf, Lamb, Greene & MacRae International Corporation")**, предоставленной для регистрации в данный офис восьмого июля 1997 года, н.э. в 4:30 дня.*

2) перевод или калькирование

Калькирование или ***покомпонентный перевод*** **состоит в замене составных частей лексической единицы, морфем или слов их прямыми лексическими соответствиями в переводящем языке.** Английское слово или словосочетание переводится по частям, которые потом складываются без каких-либо изменений. Использование этого приема позволяет **создать осмысленную** единицу в переводном тексте и при этом **сохранить элементы формы и функции** исходной единицы.

Так, калькирование бывает просто необходимо при передаче так называемых «говорящих» имен и кличек. Как известно, имена подобного рода не только называют человека, но и содержат какую-то его характеристику. К примеру, имя пирата *Jack Sparrow* из кинофильма «Пираты Карибского моря» можно передать при помощи транскрипции как *Джек Спэрроу*, но тогда в переводе оно потеряет одну из своих важных характеристик. Именно поэтому при передаче фамилии персонажа был использован перевод, который позволил сохранить заключенный в имени оригинальный образ. Многие представители уголовного мира также имеют «говорящие» имена. Как правило, такие имена состоят из двух и более компонентов. Имена, входящие в состав кличек, транскрибируются по общему правилу, а слова, которые имеют свою мотивировку, переводятся. Например: *Jack the Ripper – Джек-Потрошитель* (*Джек* – транскрипция, *Потрошитель* – калькирование); *The Boston Strangler – Бостонский душитель* (калькирование).

Прием калькирования может применяться для передачи названий организаций: *International Energy Agency – Международное энергетическое агентство; League of Nations – Лига Наций*.

Однако у этого приема есть и ограничение. Он может применяться только тогда, когда **исходный образ передаваемого имени или названия достаточно понятен для русского получателя** и вызывает у него ту же реакцию, что и у получателя исходного текста. Например, калькирование недопустимо при передаче на русский язык названия известной международной компании *PricewaterhouseCoopers.* Перевод-калька «Цена водного дома Куперсов» вызовет только недоумение, поэтому для передачи этого названия необходимо прибегнуть к транскрипции.

Традиционно ряд географических названий передается при помощи калькирования: *Cape of Good Hope – Мыс Доброй Надежды; Great Slave Lake – Большое Невольничье озеро; Pacific Ocean – Тихий океан; Gulf of Mexico – Мексиканский залив; Rocky Mountains – Скалистые горы*.

Если название состоит из двух элементов – имени нарицательного и имени собственного – то первый элемент иногда переводится, а второй транскрибируется: *North Dakota – Северная Дакота; New Zealand – Новая Зеландия*.

Встречаются случаи параллельного сосуществования перевода и транскрипции одного и того же имени: *South Island – остров Южный и Саут-Айленд; White Mountains – Белые горы и горы Уайт-Маунтина*. А вот название американского города *Salt Lake City* ранее передавалось посредством кальки (*Город Соленого Озера*), а теперь транскрибируется – *Солт-Лейк-Сити.*

Однако чаще использование калькирования для передачи имен собственных и названий неприемлемо. Для нахождения в Москве станции метро Юго-Западная или улицы в Нью-Йорке под названием Orange Street необходима лишь опора на звуковую или графическую форму названия, перевод же может внести путаницу. По этой причине названия локального характера не переводятся**.** К ним относятся названия улиц, площадей, станций метро, деревень, поселков. Станция метро Юго-Западная в переводе звучит как Yugo-Zapadnaya, а Orange Street передается на русский язык как Оринджа Стрит.

3) транслитерация

Прием транслитерации (дословно с латинского trans litera – через букву) **заключается в замене английских букв русскими.** Иначе говоря, транслитерация передает графическую форму английского слова на основе использования определенных буквенных соответствий английского и русского языков. Например:

Malta (страна) – Мальта

Waterloo (город в Бельгии) – Ватерлоо
Watson (герой романов Конан Дойля) – Ватсон
Isaac Newton – Исаак Невтон

Метод транслитерации преобладал в переводческой практике до XX столетия. Поэтому большинство имен собственных и географических названий, вошедших в русский язык путем транслитерации, связаны с развитием межкультурных контактов в ранние исторические эпохи. Особенно плодотворным в плане проникновения иностранных имен был XVII - XVIII в., когда появились русские версии имен Дидерот, Невтон, Шакеспеаре. Правда уже в XIX в. многие из них начали сменяться более привычными нам именами: Дидро, Ньютон, Шекспир, которые основаны на принципе транскрипции. Однако некоторые из них сохранили транслитеррированную форму и по сей день, например: столицы Лондон, Вашингтон, название швейцарской фирмы Брегет (Breguet) и др. По традиции транслитерируются имена английских монархов: Elizabeth II – Елизавета II; George V – Георг V; Charles I – Карл I. Имена последующих английских монархов также по традиции будут передаваться путем транслитерации.

На протяжении почти всей истории перевода транслитерация конкурировала с другим методом – **транскрипцией**. В последние десятилетия транслитерация уступила первенство транскрипции, но, несмотря на то, что метод транскрипции стал ведущим, некоторые элементы транслитерации сохраняются, в частности в письменном переводе. Так, при передаче английских имен с удвоенной согласной, этот элемент сохраняется и в русском языке: Collins – Коллинз, сохраняются и непроизносимые согласные: Robe**r**t – Робе**р**т. Отсутствие в русском языке некоторых звуков английского языка также вынуждает переводчика прибегать к транслитерации: Morni**ng** Star – газета Морни**нг** Стар. Иногда отказ от транскрибирования вызван восстановлением исходной формы имени собственного или соображениями благозвучия.

4) транскрипция

Прием **транскрипции** заключается в **передаче русскими буквами не орфографической формы, а его звучания (или некоторого его подобия).**

Проще говоря, **это передача английских звуков русскими буквами**. Например:

Isaak Asimov – Айзек Азимов (а не Исаак)
Watson – Уотсон (а не Ватсон)
George – Джордж (а не Георг)
William Blake – Уильям Блейк (а не Вильям или Вильгельм)
Wall Street – Уолл Стрит
Waterloo (город в США) – Уотерлу (а не Ватерлоо)

В целом, несмотря на непоследовательность в использовании транскрипции, данный метод считается преобладающим, поэтому попытки пользоваться транслитерацией при передаче имен собственных, где это возможно, представляет собой нарушение установленной нормы.

Для правильного использования приема транскрипции необходимо:

а) знать правильное произношение имени на английском языке;

б) учитывать происхождение имени (например: фамилия американского писателя польского происхождения R.Zelazny следует транскрибировать с учетом произношения этого имени на языке оригинала – польском, т.е. «Желязны» (с ударением на второй слог), а не как «Зилазни» (с ударением на первый слог), как это было сделано в первых переводах его книг;

в) знать определенные русские буквенные соответствия английским звукам;

г) учитывать орфографические нормы русского языка и типичные случаи сохранения транслитерации. (Например: в русских переводах сохраняются часто непроизносимое английское r и другие непроизносимые согласные; а также передающие один звук двойные согласные: Daily Worke**r** – Дейли Уоркe**р**, Bi**ll** Clinton – Би**лл** Клинтон (кстати, имя Билл – производное от Уильям), Cam**p**be**ll** – Кэм**п**бе**лл**, Whis**t**le – Уис**т**л). А вот долгота английских

гласных не влияет на смыслоразличение в русском языке и при транскрибировании никак не отражается: Mr B**ea**n – М-р Б**и**н (а не Б**ии**н). Учитывая то, что в русском языке отсутствуют некоторые звуки английского языка, например, [ŋ], [w], [æ], [ð] и др. переводчик просто вынужден прибегать к сочетанию транскрипции и транслитерации).

Существуют определенные русские буквенные соответствия английским звукам:

1. [æ] передается буквами «э» или «а»:

Hampshire – Гэмпшир

Stanford – Стэнфорд

Allan – Аллан

2. [e] передается буквами «э» или «е» тремя способами:

а) в начале слова через «э»:

Essex – Эссекс

Elliot – Эллиот

б) после гласной через «э»:

Coen – Коэн

в) после согласной через «е»:

Betty – Бетти

Hendon – Хэндон

3. [Λ] передается буквой «а» или исторически «у»:

Humber – Хамбер

Budweiser – Бадвайзер

Hudson – Гудзон

Dublin – Дублин

4. [ə:] передается буквой «е» (реже – «э», но не «ё»):

Burns – Бернс (а не Бёрнс!)

Turner – Тернер

Bird – Бэрд

Bernard – Бернард

5. Безударный редуцированный гласный [ə] передается как соответствующий гласный полного образования в ударном слоге, т.е. транслитерируется:

Boston – Бостон

Norstad – Норстэд

Miller – Миллер

Но: Plymouth – Плимут

6. Английские дифтонги и трифтонги, после которых следует буква r обычно передаются одной или двумя гласными и буквой «р»:

Moor – Мур

Tower – Тауэр

Blair – Блэр

Clear – Клир

7. [r] передается буквой «р», даже если он не произносится:

Harper – Харпер

Richard – Ричард

8. [ð] передается буквой «з»:

Warner Brothers – Уорнер Бразерз

9. [θ] передается буквой «т», например:

Smith – Смит

Thatcher – Тэтчер

Hathaway – Хатауэй

Но: Labour Monthly – Лейбор Мансли

10. [ŋ] передается буквосочетанием «нг», например:

Ringo – Ринго

Morning – Морнинг

11. [w] передается буквой «у» во всех случаях, кроме одного: когда он стоит перед звуком [u], то передается буквой «в»:

Wilde – Уайльд

West – Уэст

Wood – Вуд

Wolfenson – Вульфенсон

Queen – Куин

Все, что не соответствует данному правилу, – результат исторического или традиционного написания, например: Вайоминг, Вашингтон, д-р Ватсон, Винни Пух, Вильям Шекспир.

12. [h] передается буквой «х» или традиционно «г»:

Henry – Генри

Hastings – Гастингс

Horton – Хортон

Heathrow – Хитроу

13. При передаче удвоенных английских согласных в именах собственных следует сохранять их в русском варианте, если за ними не следует еще один согласный:

Wattaker – Уиттакер

Benneton – Беннетон

Churchill – Черчилль

Но: графство Мидлсекс (Middlesex) в Англии

город Питсбург (Pittsburg) в США

город Сиэтл (Seattle) в США

Обратите внимание на часто встречающиеся ошибки:

Graham – Грахам (правильно – Грэм)

Heather – Хетер или Хизер (правильно – Хезер)

Keath – Кис или Кейт (правильно – Кит)

Stephen – Стефен (правильно – Стивен)

Sean – Сеан (правильно – Шон)

Walles – Валлес (правильно – Уоллес)

Steinberg – Штейнберг (правильно – Стайнберг, если это не немец, а англичанин или американец)

Walter – Вальтер (правильно – Уолтер).

Правила переводческой транскрипции англоязычных имен и географических названий отражены в специальных словарях, справочниках и учебных пособиях:

- «Словарь английских личных имен» А.И.Рыбакина;
- «Англо-русский словарь персоналий» Д.И.Ермоловича;
- монография Д.И.Ермоловича «Имена собственные на стыке языков и культур»;
- пособие Р.А.Лидина «Иностранные фамилии и личные имена» и др.

Обращение к этим справочным материалам может понадобиться и тогда, когда переводчик не знает, как читается то или иное имя на английском языке, и ему сначала нужно определить возможное произношение имени на основе предложенных пофонемных соответствий и аналогий.

Сводные правила передачи английских имен собственных и названий При передаче имен собственных переводчику необходимо усвоить основные правила, а затем изучить случаи отклонения от этих правил, объясняемые влиянием переводческой традиции. Приведем основные закономерности передачи имен собственных и названий с английского языка на русский.

1. Географические названия:

а) переводятся:

Lake Superior – Озеро Верхнее

the Pacific Ocean – Тихий океан

Rocky Mountains – Скалистые горы

б) транскрибируются:

New Mexico – Нью-Мексико

Pearl Harbor – Перл-Харбор

В некоторых случаях сохраняется традиционная, хоти и искаженная транскрипция: Texas – Техас.

в) передаются смешанным способом:

North Dakota – Северная Дакота

Black Hills – горы Блэк-Хилс

При переводе с английского языка иноязычных названий (немецких, французских и др.) сохраняется устоявшаяся традиционная форма:

Mexico City – Мехико

Munich – Мюнхен

Venice – Венеция

Nice – Ницца

2. Названия компаний традиционно передавались с помощью транскрипции:

Paramount Pictures – Парамаунт Пикчерз

BBC – Би-Би-Си

CNN – Си-Эн-Эн

General Electric Corp. – Дженерал Электрик Корпорейшн

Однако в последнее время все чаще непосредственно включаются в перевод с введением поясняющего слова: AT&T – компания AT&T.

3. Названия периодических изданий, кораблей, улиц, площадей и театров также транскрибируются:

The Wall Street Journal – «Уолл Стрит Джорнэл (артикль опускается)

Mayflower – «Мэйфлауэр»

Downing Street – Даунинг-стрит

Bedford Square – Бедфорд Сквер

Но: Trafalgar Square – Трафальгарская площадь

4. Названия партий, международных организаций и государственных служб, как правило, переводятся:

Conservative Party – Консервативная партия

U.S. Department of State – Госдепартамент США

Однако и здесь есть свои исключения:

Labour Party – Лейбористская (а не Трудовая) партия

Foreign Office – Форин Офис (а не иностранная контора) – МИД Соединенного Королевства

Scotland Yard – Скотленд Ярд (а не шотландский двор) - управление лондонской полиции

Очень часто перед транскрибированным названием добавляются соответствующие поясняющие слова, например, газета, компания, автомобильная корпорация (если известно, к какой отрасли экономики она относится).

5. Имена и фамилии людей:

а) транскрибируются;

б) передаются согласно переводческим традициям:

Charles Dickens – Чарльз Диккенс

Но: Charles I – Карл Первый

George V – Георг Пятый

в) клички и прозвища, а также «говорящие» имена и фамилии переводятся:

Jack the Ripper – Джек Потрошитель

Emiric the Evil – Эмерик Жестокий

4.2 Перевод реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций, сокращений

Лексическим признаком научно-технической литературы кроме насыщенности текста специальными терминами является также наличие реалий, клише, логико-грамматических лексических конструкций и сокращений. Под реалиями научно-технической литературы принято понимать названия фирм, предприятий, марок оборудования, местонахождение предприятий. Реалии, как правило, не переводятся, а даются в тексте перевода в их оригинальном написании или в транслитерации, по возможности без сокращений. В скобках указывается название страны, если оно не ясно из предшествующего описания.

Географические названия и общеизвестные имена собственные приводятся в русской транскрипции. Например:

1. For radio-relay systems, Standard Electric Lorenz uses Cassegrain antennas which are suited for the radiation or reception of horizontally and vertically polarized waves. – В радиорелейных системах фирма Standard Electric Lorenz (Germany) применяет антенны Кассегрена, обеспечивающие приём или передачу волн с горизонтальной и вертикальной поляризацией.

2. A new 110 MHz spectrum analyzer has been developed by Marconi Instruments Limited. – Фирмой Маркони Инструментс Лимитед (Великобритания) разработан новый 110 МГц анализатор спектра.

Клише представляет собой стереотипные слова и фразы. Они занимают особое место в общем арсенале лексических средств, но наиболее часто встречаются в периодических публикациях политического и научно-технического характера. Клише включают идиомы, устойчивые выражения и стереотипы речи, набор готовых фраз.

Например:

Английский язык	Русский язык
From above mentioned…	Учитывая вышесказанное
The subject is…	Речь идёт о…
Favorable solution…	Удачное решение…
As for…	Что касается…
Far going possibilities…	Неограниченные возможности…
What we claims…	Предметом изобретения является…
The distinguished feature of the device is…	Устройство, отличающееся тем, что…
Cast-iron will	Железная воля
Statesmanship	Государственный ум
To take up one’s sword	Обнажить меч

Чаще всего для перевода подобной лексики используют метод подбора эквивалентов на другом языке. Другими словами, перевод устойчивого сочетания или клише осуществляется путём подбора единственного возможного (готового) соответствия на другом языке.

Таких соответствий в газетно-публицистическом стиле много, например, в английском языке существуют два возможных и в равной мере адекватных клише-соответствия: Arms race и arms drive для передачи русского клише – гонка вооружений.

Устойчивые сочетания и клише могут переводиться и выборочно. В таких случаях можно говорить о выборочном переводе. Под выборочным переводом обычно имеется в виду перевод устойчивых сочетаний или клише с помощью оного из синонимичных выражений.

Выбор синонима обусловливается контекстом.

При отсутствии в русском языке эквивалента для передачи клишированного выражения на английском языке приходится прибегать к приёму свободного перевода. Возможны два типа свободного перевода устойчивых сочетаний: калькирование и описательный перевод.

Калькирование – это дословный перевод, при котором в языке перевода сохраняются семантические и стилистические признаки оригинала.

При описательном переводе переводчик раскрывает значение (понятие) описательным

путём. Например, словосочетание – prominent place, front page (в газете) можно передать как терминологически-видное место, так и описательным путём: поместить на видном месте.

Эффективность перевода научно-технической литературы может быть повышена, если априорно сняты трудности в понимании логико-грамматических лексических единиц.

Особенность логико-грамматических единиц связана с тем, что они являются логической частью предложений и влияют на грамматические связи. В общем логико-грамматические лексические единицы могут быть подразделены на семь смысловых классов: соединение и логическая последовательность идей (and, also, apart from, besides, furthermore, in addition to, moreover, simultaneously, thus, too…), парафраз и наложение (as if, in the same way, in like manner, like, similarly…), причинность (accordingly, as, because, consequently, hence, once, since, therefore, as long as, owing to…), контраст и сопоставление (alternatively, although, but if, however, nevertheless, otherwise, in spite of, on the other hand…), ограничение (except, impossible, occasionally,. only,unless, if, only when…), предположение (conclude, confirm, consider, reduce, imagine, suppose, in principle, it follows…), вопрос (how big? How long? What? When? With what purpose? To what extent?).

В современной научно-технической литературе на английском языке наблюдается тенденция увеличения количества разного рода сокращений (аббревиаций) всех морфологических классов слов и словосочетаний, образования новых слов путём сокращения существующих, что является следствием информационной оптимизации сообщений и стремления коммуникации к минимизации сложности знаков. В некоторых текстах на долю сокращений приходится более 50 % всех словоупотреблений и более 15 % – словаря, что позволяет в несколько раз сжимать как объем передаваемой информации, так и графическое представление отдельных текстов, а также пополнять лексический состав языка. Существуют сокращения буквенные, инициальные, слоговые, смешанные (сочетания букв и слогов), усечённые слова, стяжения, а также сокращения с помощью средств символики. В качестве иллюстрации можно дать примеры возможных вариантов сокращений, наиболее характерных для английских научных текстов, как AASIR (Advanced Atmospheric Sound and Imaging Radiometer), C/N (Carrier- to Noise Ratio), CORODIM (Correlation of the Recognition of Degradation with Intelligibility Measurements), RTT (Radio type), UTC (Coordinated Universal Time).

Сокращения часто используются в служебных документах, при международном сотрудничестве они утверждаются на соответствующих конференциях и форумах. Например, некоторые аббревиатуры, которые могут использоваться всеми службами, ответственными за техническое обслуживание телеграфного оборудования:

DER REG – Register does not operate – Регистр не работает

ICI – Here is – Здесь

PH – Out on phase on system – Несовпадение по фазе и системе

PERC – Permanent call on – Непрерывный вызов

RS – Reception switched over to… – Приём переключен на…

Тема №5

В современном обществе знание иностранного языка необходимо не только в случае, если мы отправимся в путешествие за границу, но и в повседневной жизни. Так, например, трудно представить себе гуманитария, в частности филолога, без словарей. В этом случае весьма выгодный вариант – онлайн-словарь, т.к. это то средство, которое, не требуя денег и места, обеспечивает моментальный доступ к любому слову. Популярными являются ABBY Lingvo, Multitran, Duden. Но в условиях современности с постоянно усиливающейся тенденцией к максимализации общения многоязычие становится серьезным тормозом прогресса, что обуславливает необходимость создавать системы машинного (автоматического) перевода и владеть таким информационным ресурсом, как электронные (онлайн) переводчики.

Автоматический перевод – выполняемое на компьютере действие по преобразованию текста на одном естественном языке в эквивалентный по содержанию текст на другом языке, а

также результат такого действия. Системы машинного перевода давно перестали быть диковинкой. Программы автоматического перевода оказывают существенную помощь в обработке информации на различных иностранных языках в различных отраслях знаний специалистам, не владеющим иностранным языком.

Наиболее распространенной программой машинного перевода является система PROMT – это набор профессиональных инструментов, обеспечивающий перевод с основных европейских языков (английский, немецкий, французский, испанский, итальянский и т.д.) на русский и обратно. Система обеспечивает связный перевод текстов с учетом морфологических, синтаксических и семантических связей. Программа способна переводить исходный текст по словам, группам слов, предложениям, а также может перевести весь текст.

Многие пользователи обращаются к системам машинного перевода ежедневно, не обращая внимания на их плюсы и минусы.

Итак, к преимуществам программ машинного перевода относятся:

1 Быстрый доступ и высокая скорость. Программа-переводчик всегда под рукой, а обращение в бюро переводов зачастую связано с дополнительными затратами времени и сил. Всего несколько секунд – и мы получаем готовый перевод целого текста. Это позволяет быстро понять общий смысл, а если программа настроена на перевод текстов именно такой тематики, потребуется лишь минимальное редактирование.

2 Экономичность. Если мы обращаемся к профессиональным переводчикам, то мы должны оплатить услугу согласно количеству переведенных страниц. Система машинного перевода в онлайн-режиме не требует оплаты, необходим только доступ к Интернету.

3 Защита и безопасность информации. Системе машинного перевода пользователь может «доверить» любую, даже личную информацию (деловую переписку, финансовые отчеты). Программа-переводчик гарантирует конфиденциальность.

4 Гибкость и универсальность. Понятие гибкость подразумевает возможность настройки либо на конкретную предметную область (специализированные словари), либо настройки на конкретную книгу или текст (словари, созданные пользователями).

Любой переводчик всегда специализируется на какой-либо одной предметной области, т.е. если переводчик художественной литературы берется за перевод научных или технических текстов, ошибок не избежать. В свою очередь система машинного перевода универсальна. Пользователю нужно всего лишь грамотно подключить словарь, специализированный на соответствующую тематику.

Минусы: электронные переводчики адекватно переводят простые части речи, но не всегда справляются с переводом падежей, устойчивых оборотов, фразеологизмов, построения предложения.

Некоторые слова электронный переводчик оставляет без перевода. В таких случаях необходимо подбирать синонимы, перестраивать структуру предложения, т.е. зачастую перевод нуждается в корректировке, редактировании. А это очень кропотливая работа и она отнимает довольно таки много сил и времени.

Машинный перевод – выполняемая компьютером операция по превращению текста одного естественного языка в эквивалентный по содержанию текст на другом языке.

Современный машинный или автоматический перевод воплощается с помощью человека: пред-редактора, что тем или иным образом выполняет предыдущую обработку текста, интер-редактора, что принимает непосредственное участие в переводе и пост-редактора, который исправляет недостатки и ошибки в переведенном тексте. В наше время есть достаточно широкий выбор программ, которые условно можно подразделить на две основных группы: электронные словари (electronic dictionary) и системы машинного перевода (machine translation system). Системы машинного перевода обеспечивают последовательный перевод текстов, который учитывает морфологические, синтаксические и семантические связки членов предложения.

Для осуществления машинного перевода в компьютер вводится специальная программа, которая реализует алгоритм перевода, под которым понимается последовательность однозначно

и строго определенных действий над текстом для нахождения переводных соответствий в данной паре языков при заданном направлении перевода (из одного конкретного языка в другой).

Полный процесс машинного перевода состоит из следующих основных этапов:

1) анализ текста на входном языке (поиск слов в словаре, морфологический и синтаксический анализ – моделируется понимание текста);

2) преобразование (переход от структуры текста на входном языке к структуре текста на выходном языке);

3) синтез текста на выходном языке (синтаксическое и морфологическое оформление текста – моделируется построение текста).

Изучая проблему машинного перевода (МП), следует рассмотреть отдельно различные подразделы этой проблемы. Следующая классификация систем машинного перевода основана на лекциях Лари Чайлдса, проведенных в рамках Международной Конференции по Техническим Коммуникациям 1990 года:

- полностью автоматический перевод;
- автоматизированный машинный перевод при участии человека;
- перевод, осуществляемый человеком с использованием компьютера.

В соответствии с указанной выше классификацией, целью данной работы является обзор и анализ систем МП второй группы, поскольку систем МП первой группы еще не существует в природе, а системы третьей группы, в сущности, не являются системами МП, а более напоминают электронные словари.

Автоматизированный машинный перевод при участии человека. Этот вид машинного перевода теперь вполне осуществим. Системы МП осуществляют автоматизированный перевод текста. Единицами перевода при этом служат слова или словосочетания, причем последние разработки позволяют учитывать морфологию переводимого слова. Развитые системы МП осуществляют перевод по заданным разработчиком и/или корректируемым пользователем алгоритмам перевода.

Говоря о машинном переводе при участии человека, обычно подразумевают редактирование текстов как до, так и после их обработки компьютером. Люди-переводчики изменяют тексты так, чтобы они были понятны машинам. После того, как компьютер сделал перевод, люди редактируют грубый машинный перевод, делая текст на выходном языке правильным. Помимо такого порядка работы, существуют системы МП, во время перевода требующие постоянного присутствия человека-переводчика, помогающего компьютеру делать перевод особенно сложных или неоднозначных конструкций.

Машинный перевод с помощью человека применим в большей степени к текстам с ограниченным вокабуляром по узко-ограниченной тематике.

На сегодняшний день, одними из часто используемых систем являются такие системы машинного перевода, как:

- PROMT 2000/XT компании PROMT;
- Retrans Vista компаний Vista и Advantis;
- Переводчик Google Translate.

Таким образом, на основании сравнительных данных можно выделить ниже перечисленные преимущества и недостатки систем машинного перевода.

Достоинства программ-переводчиков:

- наличие словарей по специальностям, мгновенный поиск, расположение в несколько окон, возможность одновременного обзора нескольких вариантов перевода;
- возможность создания собственного словаря пользователя;
- подключение к текстовому редактору Microsoft Office, что позволяет, не отрываясь от оригинала и его перевода, выбирать подходящие соответствия для перевода;
- возможность перевода с разных языков;
- компактность, наличие практически неограниченного объема информации в компьютере;

- быстрота поиска.

Недостатки программ-переводчиков:

- ограниченность обзора, обусловленное размерами экрана, раскрытый большой словарь позволяет увидеть сразу гораздо большее количество значений слова, особенно если оно имеет много значений;

- словари-переводчики не соблюдают правила грамматики, стилистики и лексики, не учитывают игру слов, художественные приемы;

- чаще всего текстовые переводчики выбирают одно из значений многозначного слова, которое может не соответствовать контексту;

- при отсутствии слова в словаре не переводят его;

- электронные словари-переводчики часто выдают несколько вариантов перевода слова на другой язык, не объясняя разницы в тех или иных словарных соответствиях, что затрудняет правильный выбор того или иного соответствия в данном контексте.

Тема №6

6.1 Основные способы перевода страдательного залога и пассивных глагольных конструкций

Страдательный залог в английском языке образуется из вспомогательного глагола to be в соответствующем времени и причастия прошедшего времени (Past Participle) смыслового глагола. Глаголы в страдательном залоге могут употребляться во всех временах и формах, в которых употребляются глаголы в действительном залоге за исключением формы Future Continuous, форм Present Perfect Continuous и Past Perfect Continuous. Вместо этих форм в страдательном залоге употребляются соответственно Future Indefinite, Present Perfect и Past Perfect:

At this time tomorrow a new magnetic gear will be installed. Завтра в это время будет устанавливаться новая электромагнитная передача.

A close study of the structure of natural rubber has been made by our scientists for a number of years. Наши ученые уже в течение ряда лет проводят тщательное изучение структуры натурального каучука.

The new device had been tested for two hours when the chief engineer came and stopped the experiment. Новый прибор испытывался уже два часа, когда пришёл главный инженер и прекратил испытание.

Обычно страдательный залог употребляется в тех случаях, когда неизвестно, кто совершает действие, либо этому не придаётся никакого значения.

Если в предложении указано, кем или чем произведено действие, то употребляется предложный оборот с предлогами by или with, которые переводятся с помощью, посредством или дополнением в творительном падеже без предлога: with pumps – насосами; with machinery – машинами; by open method – открытым способом; by convection – путём (посредством) конвекции.

Предложения со сказуемым в страдательном залоге на русский язык переводятся:

1. Сочетанием глагола быть и краткой формой причастия страдательного залога:

The temperature of the water was raised by heating. Температура воды была повышена нагреванием.

2. Глаголами, оканчивающимися на -ся, -сь со страдательным значением:

Drill rods are made of alloyed steel. Буровые штанги изготовляются из легированной стали.

3. Неопределённо-личным оборотом с глаголами в действительном залоге в 3-м лице множественного числа:

He has been brought the acid solution he demanded. Ему принесли раствор кислоты, который он требовал.

Функция страдательного залога в английском языке гораздо шире, чем в русском, так как в английском языке в страдательном залоге могут употребляться все глаголы, выражающие

действие, направленное на какой-либо объект. В английском языке подлежащим предложения в страдательном залоге может быть не только прямое дополнение соответствующего предложения в действительном залоге, как в русском языке, но и беспредложное дополнение, отвечающее на вопрос «кому?»

The scientists were offered new themes for research. Ученым предложили новые темы для научной работы.

На русский язык такие предложения переводятся:

1. Неопределённо-личным оборотом (при отсутствии дополнения с предлогом by). Подлежащее английского предложения обычно переводится существительным или местоимением в косвенном падеже, чаще всего в дательном или винительном:

The relay was given its initial position. Реле придали первоначальное положение.

2. Предложением в действительном залоге с глаголом в личной форме (при наличии дополнения с предлогом by):

The resolution was objected to by almost everybody. Почти все возражали против резолюции.

К числу наиболее часто употребляемых глаголов, с которыми возможны такие пассивные конструкции, относятся: to give – давать, to offer – предлагать, to bring – приносить, to teach – учить, преподавать; to show – показывать, to promise – обещать и некоторые другие.

Кроме того, в английском языке в страдательном залоге употребляются глаголы, требующие после себя предложного дополнения,

например:

These measurements were referred to at the conference. Об этих изменениях шла речь на конференции.

В страдательных оборотах, подлежащее которых соответствует предложному дополнению параллельного действительного оборота, предлог сохраняет своё место после глагола-сказуемого. Страдательные обороты этого типа не всегда могут быть переведены на русский язык при помощи страдательного залога. Чаще всего они переводятся соответствующими действительными оборотами (неопределённо-личными) или глаголами, оканчивающимися на -ся:

No account is taken of price changes in this article. В этой статье не учитываются изменения цен.

К наиболее часто употребляемым в пассивной конструкции глаголам, требующим предложного дополнения, относятся:

To act on (upon) – действовать, влиять на; to account for – объяснять; to agree upon – договориться; to arrive at – достигать чего-либо; to depend on – полагаться на; to insist on – настаивать на; to provide for – предусматривать.

6.2 Модальные глаголы и сочетание модальных глаголов с инфинитивом в страдательном залоге

В английском языке имеется довольно многочисленная группа модальных глаголов, выражающих не действие, а отношение говорящего к действию, т.е. необходимость, вероятность или возможность совершения действия.

Модальные глаголы могут сочетаться с любой формой инфинитива смыслового глагола. Модальные глаголы can, may, must в сочетании с инфинитивом в страдательном залоге переводятся на русский язык словами можно, нужно, должен плюс инфинитив смыслового глагола в страдательном залоге:

The machine tool can be stopped at any moment. Станок можно остановить в любой момент.

Atomic energy finds such wide application that our age might be called the age of atom. Атомная энергия так широко применяется, что наш век можно назвать веком атома.

Модальные глаголы must, may, might в сочетании с перфектным инфинитивом употребляются для выражения весьма вероятного предположения, значительной степени

убеждённости в совершении действия, относящегося к прошлому. Они переводятся на русский язык словами должно быть, возможно, не исключено, видимо, следовало бы:

He may have got the condenser he needed. Он, возможно, достал конденсатор, который был ему нужен.

Might выражает меньшую степень возможности совершения действия, чем may:

He might have known that to cut down the flow of water in a pipe you need only to shut off a valve. Ему следовало бы знать, что для остановки движения воды в трубе нужно было только закрыть клапан.

Глаголы can и could в отрицательной и вопросительной формах в сочетании с перфектным инфинитивом выражают сомнение, категорическое отрицание, удивление по поводу того, что действие, выраженное инфинитивом, в действительности совершилось, и переводятся при помощи слов не может быть, разве:

He couldn't have seen a jet engine in action many years ago. Не может быть, чтобы он видел реактивный двигатель в действии много лет тому назад.

Глаголы to be, to have могут употребляться в качестве эквивалентов модального глагола must и выражать долженствование. В этом случае за ними следует инфинитив с частицей to.

Глагол to have в сочетании с инфинитивом смыслового глагола близок по значению глаголу must и переводится словами должен, обязан:

In flight the pilot has to know and report his position. В полете пилот обязан знать своё местонахождение и сообщать о нём.

Глагол to have выражает необходимость совершить действие в силу определённых обстоятельств и переводится словами надо, нужно, приходится:

Our engineers had to solve many complicated practical problems to reduce wear in machinery. Нашим учёным пришлось разрешить много сложных практических задач, чтобы уменьшить износ в машинах.

Глагол to be в сочетании с инфинитивом смыслового глагола выражает необходимость совершения действия в силу предварительной договорённости, заранее намеченного плана и переводится словами должен, предстоит:

Now he is to study this phenomenon. Теперь ему предстоит изучить это явление.

Не следует смешивать употребление глагола to be в качестве модального с употреблением его в качестве глагола-связки в составном именном сказуемом. Когда именная часть выражена инфинитивом, to be переводится словами заключается в том, чтобы; состоять в том, чтобы.

The chief reason for the use of such bearings is to simplify lubrication problems.

Главная причина использования таких подшипников заключается в том, что они дают возможность упростить проблемы смазки.

6.3 Перевод инфинитива и инфинитивных оборотов

Инфинитив относится к неличным формам глагола. Называя действие, он не указывает ни лица, ни числа, ни наклонения. Формальным признаком инфинитива является частица to, которая в некоторых случаях опускается. Значительные трудности при переводе возникают в связи с многообразием синтаксических функций инфинитива в предложении и наличием ряда конструкций, отсутствующих в русском языке.

Инфинитив в предложении может быть:

1. Подлежащим

To build good road is one of the most important tasks facing our engineers.

Переводится на русский язык инфинитивом с существительным.

Строить хорошие дороги – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами, или Строительство хороших дорог – одна из наиболее важных задач, стоящих перед нашими инженерами.

2. Именной частью составного именного сказуемого

В этой функции инфинитив употребляется в сочетании с глаголом-связкой to be, которая

переводится на русский язык словами являться, заключается в том, чтобы, состоять в том, чтобы, например:

The object is to provide low pressure.

Переводится на русский язык инфинитивом или существительным.

Цель заключается в том, чтобы создать низкое давление, или Целью является создание низкого давления.

3. Частью составного глагольного сказуемого

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может употребляться в сочетании с модальными глаголами must, can, may и трудностей при переводе на русский язык не представляет:

Under such conditions dust can get into the interior.

При таких условиях пыль может проникнуть внутрь.

The engine may be considered as one of the most important parts of a locomotive.

Двигатель может рассматриваться как одна из наиболее важных частей (тепловоза).

Any installation must be inspected before it can be formally commissioned.

Любую установку необходимо проверить, прежде чем пустить её в нормальную эксплуатацию.

Как часть составного глагольного сказуемого инфинитив может сочетаться с глаголами, значение которых без него не полно. В сочетании с такими глаголами инфинитив переводится на русский язык либо инфинитивом, либо глаголом в личной форме:

The temperature begins to rise sharply. Температура начинает резко повышаться.

4. Дополнением

В функции прямого дополнения, т.е. тогда, когда инфинитив следует за переходным глаголом, он переводится на русский язык инфинитивом:

We endeavored to minimize the old disadvantages.

Мы стремились довести до минимума ранее имевшие место недостатки.

5. Определением

В английском языке, как и в русском, инфинитив в функции определения стоит после определяемого существительного. Он употребляется в английском языке чаще, чем в русском, и переводится следующими способами:

а) существительным:

Ability to load across the face of a heading is achieved by the provision of a swivel trough. Возможность подачи угля поперёк забоя обеспечивается при помощи установки поворотного желоба;

б) инфинитивом:

In an effort to overcome these difficulties a great deal of experimental work has been carried out by specialists. Пытаясь преодолеть эти трудности, специалисты провели большую экспериментальную работу;

в) причастным оборотом:

The expenses to be paid by the customer include the overheads. Затраты, оплачиваемые заказчиком, включают и накладные расходы;

г) определительным придаточным предложением:

The problem to be solved is very important. Задача, которую следует решить, – очень важная.

6. Обстоятельством

Инфинитив в функции обстоятельства употребляется для выражения цели и следствия.

Часто инфинитив или инфинитивная группа в функции обстоятельства цели стоит в начале предложения. Так как инфинитив в начале предложения может выполнять также и функцию подлежащего, следует обращать внимание на то, какой член предложения следует за инфинитивом. За инфинитивом или инфинитивной группой в функции обстоятельства обычно следует подлежащее (или группа подлежащего):

To give the necessary output the plant needed new techniques.

Чтобы дать необходимый выпуск продукции, заводу нужно было перейти на новую технологию.

За инфинитивом или инфинитивной группой в функции подлежащего обычно следует сказуемое:

To apply such pressures does not seem to be much of a problem. Применение таких давлений не является сложной проблемой.

Инфинитив в функции обстоятельства цели переводится:

а) придаточным предложением, которое вводится союзами чтобы, для того чтобы:

The whole structure may be rail- mounted to provide easy movement. Вся конструкция может быть установлена на рельсах, чтобы облегчить её передвижение;

б) существительным с предлогом:

To ensure the contact great care must be exercised in alignment. Для обеспечения надлежащего контакта необходимо обращать внимание на регулировку.

Перевод объектного инфинитивного оборота

В английском языке после многих глаголов в действительном залоге употребляется так называемый «объектный инфинитивный оборот». Он представляет собой синтаксическую группу – сложное дополнение, которое состоит из существительного в общем падеже или местоимения в объектном падеже и инфинитива. В русском языке такого оборота нет. Объектный инфинитивный оборот на русский язык переводится придаточным дополнительным предложением с союзами что, чтобы, как, например:

We know the pressure to decrease as altitude increases. Мы знаем, что давление понижается по мере того, как увеличивается высота.

Объектный инфинитивный оборот употребляется после глаголов, выражающих:

а) предположение: to suppose – полагать, предполагать; to assume – допускать, предполагать; to consider – считать; to think – думать; to find – считать, находить; to expect – ожидать;

б) желание: to want – хотеть; to wish – желать; to like – любить, нравиться, после оборота «I should like»;

в) физическое восприятие: to see – видеть; to hear – слышать; to watch, to observe – наблюдать; to feel – чувствовать; to notice – замечать (после этих глаголов инфинитив в обороте употребляется без частицы to);

г) приказание, разрешение, принуждение: to order – приказывать; to command – приказывать; to allow – позволять; to make – заставлять и после глаголов to stimulate, to permit, to enable и некоторых других.

Перевод субъектного инфинитивного оборота

Субъектный инфинитивный оборот – это сочетание существительного в общем падеже (или местоимения в именительном падеже) с инфинитивом. В предложении этот оборот выполняет функцию сложного подлежащего:

This method is known to be effective. Известно, что этот метод эффективен.

В предложениях, содержащих субъектный инфинитивный оборот, сказуемое чаще всего выражено:

а) личной формой глагола в страдательном залоге. Из них наиболее распространёнными являются: to know, to say, to report, to believe, to suppose, to think, to understand, to order, to expect, to see, to declare, to make и др.:

The goods are reported to have been awaiting shipment for several days. Сообщают, что товары ожидают отгрузки в течение нескольких дней;

б) глаголами: to seem, to appear, to prove, to happen, to chance в действительном залоге:

The installation of indirect illumination appeared to be quite necessary to the designer’s room. Установка косвенного освещения оказалась совершенно необходимой в конструкторской;

в) глаголом-связкой to be, за которым следуют прилагательные и наречия: likely, unlikely, certain, sure.

The prices are unlikely to fall. Маловероятно, что цены понизятся.

Предложения с субъектным инфинитивным оборотом переводятся:

а) сложноподчинённым предложением, главное предложение в нём выражено неопределённо-личным или безличным оборотом типа говорят, сообщают, известно, казалось, за которым следует придаточное предложение, присоединяющееся к главному посредством союза что.

These materials are expected to find wide application. Ожидают, что эти материалы найдут широкое применение;

б) простым предложением с вводным неопределённо-личным оборотом:

These measures are known to increase the efficiency. Как известно, эти мероприятия увеличивают эффективность.

6.4 Способы перевода причастия и его оборотов

Причастие относится к неличным формам глагола и обладает признаками как прилагательного (иногда наречия), так и глагола.

Причастия в английском языке подразделяются на причастие I (Participle I) и причастие II (Participle II)

Participle I

Причастие I образуется от основы инфинитива любого глагола путем прибавления суффикса -ing:

This branch of industry has not been developed enough to meet ever increasing demands of our fast developing national economy. Эта отрасль промышленности еще не достаточно развита, чтобы удовлетворять все возрастающие требования нашего быстро развивающегося народного хозяйства.

Participle I при самостоятельном употреблении выполняет в предложении функцию определения и функции различных обстоятельств.

В функции определения Participle I может стоять перед определяемым существительным. В этом случае оно обычно переводится на русский язык причастием действительного залога настоящего времени:

boiling water – кипящая вода.

Participle I в функции определения может стоять после определяемого им существительного. В этом случае за Participle I обычно следуют поясняющие слова – дополнение, обстоятельство, образуя вместе с ним причастный оборот, который переводится на русский язык причастным оборотом или придаточным определительным предложением, например:

Electrons forming at atom are in motion. Электроны, образующие атом, находятся в движении.

В функции обстоятельства Participle I занимает в предложении обычное для обстоятельства место, то есть либо предшествует подлежащему, либо следует за глаголом-сказуемым. Participle I в функции обстоятельства переводится на русский язык деепричастием несовершенного вида, а в некоторых случаях и деепричастием совершенного вида, например:

The new instrument worked continuously cutting off the projected parts. Новый инструмент работал безостановочно, срезая выступающие части.

Cooling off this device he effected his object. Охладив прибор, он добился своей цели.

Participle I в функции обстоятельства времени часто предшествуют союзы when – когда, while – в то время как.

Причастие с относящимися к нему словами в этих случаях можно перевести деепричастным оборотом (без союза), обстоятельственным придаточным предложением или существительным с предлогом при, например:

While repairing the motor the operator found two broken studs. Ремонтируя двигатель, рабочий обнаружил две сломанные шпильки.

(При ремонте двигателя рабочий обнаружил две сломанные шпильки. Когда рабочий ремонтировал двигатель, он обнаружил две сломанные шпильки).

Participle II

Participle II соответствует русскому страдательному причастию настоящего или прошедшего времени с окончанием на -мый, -нный, -тый, а также действительному причастию со страдательным значением, оканчивающемуся на -вшийся, -щийся:

melted – расплавляемый, расплавляющийся, расплавленный, расплавлявшийся.

Participle II в функции определения без поясняющих слов может стоять перед определяемым им существительным и на русский язык переводится причастием страдательного залога настоящего или прошедшего времени:

The new production level here being considered will involve considerable capital expenditure. Рассматриваемый здесь новый уровень производства потребует значительных капитальных вложений.

Participle II в функции определения может стоять и после существительного, которое оно определяет. В таких случаях Participle II может переводиться либо причастием действительного или страдательного залога настоящего или прошедшего времени, либо придаточным предложением, например:

The signal supplied by the auxiliary source controls the power. Сигнал, подаваемый вспомогательным источником, регулирует мощность.

Participle I и II с поясняющими словами образуют определительный причастный оборот, который на русский язык переводится действительным или страдательным причастием настоящего или прошедшего времени или определительным придаточным предложением:

Engine drivers will use special television devices designed for application in railroad transport.

Машинисты будут пользоваться специальными телевизионными приборами, сконструированными для применения на железнодорожном транспорте.

Причастие II в функции обстоятельства

В функции обстоятельства Participle II употребляется значительно реже, чем в функции определения и обычно стоит в начале или в конце предложения. Перед Participle II в функции обстоятельства часто употребляются союзы обстоятельственных придаточных предложений when, if, while. Причастия или причастные обороты с этими союзами переводятся на русский язык:

а) обстоятельственным придаточным предложением:

An electric computer forms an impressively complex device when viewed as a whole. Электронная вычислительная машина представляет собой исключительно сложный прибор, если ее рассматривать в целом;

б) деепричастным оборотом:

When properly insulated the wire may be used in conditions of excessive moisture. Будучи хорошо изолирован, провод может быть использован в условиях повышенной влажности;

в) существительным с предлогом при:

While used precision instruments require very delicate handling. Точные приборы при пользовании ими требуют очень осторожного обращения.

Absolute Participle Construction
Независимый причастный оборот

В то время как в обычном (зависимом) причастном обороте субъект действия, выраженного причастием, совпадает с подлежащим предложения, независимый причастный оборот имеет собственный субъект действия, который не совпадает с подлежащим предложения;

сравните:

Зависимый причастный оборот Независимый причастный оборот

Being tired he decided to go to bed.	He being tired, I decided not to disturb him.
Будучи усталым (так как он устал), он решил лечь спать.	Так как он устал, я решил не тревожить его.

Независимый причастный оборот может выполнять в предложении функции обстоятельства времени, причины и условия. Он всегда отделяется от главного предложения запятой.

В функции обстоятельства времени и причины оборот переводится придаточным предложением с союзами «так как», «когда», «после того, как», например:

The experiment being over, they left the lab.

Когда (после того, как) эксперимент закончился, они ушли из лаборатории.

В функции обстоятельства сопутствующих условий такой оборот обычно ставится после главного предложения и переводится самостоятельным предложением с союзами «причем», «а», «и», «тогда как», например:

Only over – current protection is provided, the earth leakage protection being separated. Предусматривается только защита от перегрузки, а защита от утечки на землю устанавливается отдельно.

6.5 Герундий, герундиальные обороты и их перевод

Герундий – это неличная форма глагола. Он обладает как свойствами глагола, так и свойствами существительного.

Герундий образуется от любого английского глагола путём прибавления к форме инфинитива окончания -ing:

finding – нахождение, analyzing – анализирование, controlling – контролирование и т.д. По форме образования он совпадает с Participle I. В русском языке нет формы глагола, соответствующей герундию, однако он приближается в некоторой степени по значению к отглагольному существительному.

Герундий в предложении может быть:

1. Подлежащим. В функции подлежащего герундий переводится на русский язык:

а) существительным:

Carrying this test successfully was helped by the careful investigations of outstanding scientists. Успешному проведению этого испытания помогло тщательное исследование выдающихся ученых;

б) инфинитивом; в тех случаях, когда герундий в функции подлежащего стоит после сказуемого, перед сказуемым в функции формального подлежащего стоит местоимение :

It is conventional starting the engine after it is being heated. Общепринято запускать двигатель, когда он нагреется.

2. Именной частью сказуемого или частью составного глагольного сказуемого. В функции именной части сказуемого герундий переводится на русский язык инфинитивом или существительным, например:

His main occupation was washing reflectors with soapy water. Основным его занятием было промывать отражатели мыльной водой.

The main point of a transformer is providing the change of voltage. Главное назначение трансформатора – обеспечение измерения напряжения.

3. Дополнением. В функции дополнения герундий может переводиться на русский язык:

а) существительным:

The turbulent flow of gases produces cooling. Турбулентное течение газов вызывает охлаждение;

б) инфинитивом:

Nowadays engineers prefer using semi-conductors for generating heat and cold. В настоящее время инженеры предпочитают использовать полупроводники для получения тепла и холода;

в) глаголом в личной форме в составе придаточного предложения:

I remember their having adapted this arrangement as being more economical. Я помню, что

они одобрили это устройство как более экономичное.

4. Определением. Герундий в функции определения употребляется с предлогами, чаще всего с предлогом of (иногда с предлогом for) и переводится на русский язык существительным (в родительном падеже), инфинитивом или придаточным предложением:

Various methods of cooling transformers are adapted in practice depending upon the size and local conditions. В практике применяются различные методы охлаждения трансформаторов в зависимости от их размеров и местных условий.

The scientists demand of being more fully informed concerning the subject discussed was accepted. Требование ученого получить более полную информацию о предмете, который обсуждался, было принято.

They knew of the exact conditions having been established necessary for observing the very start of transformation consistently. Они знали о том, что были установлены точные условия, необходимые для последовательного наблюдения самого начала превращения.

5. Обстоятельством. Герундий в функции обстоятельства употребляется с предлогами, имеющими различное обстоятельственное значение и может переводиться на русский язык:

а) существительным:

Each specimen is tested again after being lowered into the acid. Каждый образец испытывается вновь после погружения в кислоту;

б) деепричастием:

The manufacturers have the option of cancelling the contract upon giving prompt notice to buyers. Фирма-изготовитель имеет право аннулировать контракт, предварительно известив об этом заказчиков;

в) придаточным предложением:

On having been used through a small transformer the electric current operated the radio.

Когда электрический ток пропустили через небольшой трансформатор, он обеспечил работу приёмника.

Действие, выраженное герундием, не всегда относится к подлежащему или дополнению предложения. Оно может относиться к лицу (или предмету), обозначенному существительным в притяжательномпадеже или притяжательным местоимением, которое стоит перед герундием.

Герундий с предшествующим ему именем существительным или местоимением представляет собой сложный герундиальный оборот – сложное подлежащее, дополнение, определение или обстоятельство, например:

On the buyer's paying only part of the amount of the invoice we cannot insist on the contract being signed immediately. Когда покупатель оплачивает только часть суммы фактуры, мы не можем настаивать на том, чтобы контракт был подписан немедленно (сложное обстоятельство и сложное дополнение).

There is no hope of our getting a complete analysis of the measurements within 10 days. Нет надежды, что мы получим полный анализ этих данных в течение 10 дней (сложное определение).

It is being theoretically correct did not make it less cumbersome. То, что она (формула) была теоретически правильной, не делало её более громоздкой (сложное подлежащее).

Такие герундиальные обороты переводятся на русский язык, как правило, придаточным предложением; причем существительное в общем или притяжательном падеже или притяжательное местоимение соответствует в русском языке подлежащему придаточного предложения, а герундий – сказуемому. Иногда такие обороты переводятся существительным:

If the goods are destroyed by fire, or fire at the mill prevents their being produced, the charterers shall have the right of cancelling this charter. Если товары будут уничтожены пожаром или пожар на заводе помешает их изготовлению, фрахтователи будут иметь право аннулировать данный чартер.

В технической литературе встречается герундий с оборотом there is (are). В таких случаях герундий переводится на русский язык существительным или личной формой глагола, например:

There was no absorbing gases on the surfaces of solids. На поверхности твердых веществ газы не абсорбировались.

1.2 Чтение и перевод учебных текстов

№1

METHODS OP GEOPHYSICAL EXPLORATION

Most substance geological structures & mineral deposits can be located by methods off geophysical exploration, provided that there exist detectable differences (variations) in physical properties of rocks called anomalies. The main physical properties exhibited by common rocks and formations are: density, magnetism, elasticity, electrical conductivity, radioactivity, etc. Hence, there are six major geophysical methods of prospecting: gravitational, magnetic, seismic, electrical, radioactive and well logging.

In the gravitational methods measurements are made by differences in densities of formations and structures. Different types of rocks have different densities, & the denser rocks have the greater gravitational attraction. Anomalies in gravity of rocks may represent only one-millionth or even one ten-millionth of the Earth's gravity total field. For this reason gravity instruments are designed to be extremely sensitive and modern gravimeters can detect variations in gravity to within one hundred-millionth of the earth 's gravity field.

In the magnetic methods measurements are made of anomalies in the earth's magnetic field due to geologic bodies of different degrees of para - or diamagnetism. In either case the reactions of geologic bodies are permanent, spontaneous and unchangeable; the operator cannot control the depth from which they are received.

Electrical methods. There are several geophysical techniques which detect anomalies in the electrical properties of rocks. From such anomalies it may be possible to locate minerals having distinctive electrical characteristics or to map geological structures associated with mineral occurrence.

In the electrical methods energy is applied to the ground for the purpose of producing a measurable reaction of geologic bodies. This gives the possibility of spacing transmission and reception points in such a manner that the depth range can be controlled as well as in seismic methods.

In one group of electrical methods energy is applied galvanically, and the distribution of the potential or the electromagnetic field resulting from conductive bodies is measured. These methods are called potential and electromagnetic methods. In another group, known as electromagnetic-inductive methods, the primary energy is applied inductively to the ground and the distortions of the electromagnetic field are determined.

In the seismic methods energy is supplied by dynamite explosions, and the travel time (time interval between firing of the shot and reception of elastic impulses) of refracted and reflected waves is measured.

In the radioactive methods measurements are made of alpha, beta and gamma rays which radioactive elements emit. The instruments which are used in radioactive prospecting are Geiger counters or scintillation counters.

Well lodging is at present a widely used geophysical technique which involves probing of the earth with instruments lowered into boreholes, their readings being recorded at the surface. Among rock properties currently being logged are electrical resistivity, self-potential, gamma-ray generation, density, magnetic susceptibility & acoustic velocity.

Electrical methods

Electrical methods of prospect for mineral deposits & geologic structures by means of electricity. Electrical prospecting employs natural and artificial fields.

Both direct and alternating currents are used. Direct current can be introduced into the ground only by galvanic contact but alternating current can be applied by both contact, and inducting coupling (соединение). The resulting fields are measured by instruments making contact with ground by electrodes.

Electrical exploration uses a side range of frequences (частота). Frequences from 5 to about 100 are considered to be low, from about 200 to 1000 cycles - as intermediate (средний), f10 to 80 cycles as high and from about 100 kilocycles to several megacycles are radio frequences.

Magnetic Methods

Magnetic methods are based on the measurements at the surface of small variations in the magnetic field. The magnetic field is affected by any variation in the distribution of magnetized or polarized rocks.

Most sedimentary rocks are nearly nonmagnetic, but the underlying, or basement rocks (подстилающие породы) are slightly (слабо) magnetic, therefore, if geologic movement involves (распространяться на) these magnetic rocks, the resulting irregularities will cause (вызывать) corresponding variations (соответствующие изменения) of the magnetic field at the surface.

A sensitive magnetometer is used to measure the relative values (относительные величины) of magnetic intensity. The measured variations are interpreted in terms of the provable (возможный) distribution of magnetic material below the surface.

Prospecting Methods

Geophysical prospecting methods are widely applied in the Soviet Union. Soviet prospectors now use over 120 different methods of geophysical survey & prospecting, which have resulted in the discovery of many new oil-bearing regions in Azerbaijan, Kazakhstan, the Ukraine, Siberia and in many other districts. Geophysical methods made it possible to detect big new deposits of iron ore, bauxites and copper ores.

Seismic methods have been also greatly developed, and thanks to them we can now study the depths of the earth with greater accuracy (точность).

Of particular (особый) interest is the deep seismic sounding method (метод глубинного сейсмического зондирования). We have developed highly sensitive instruments to record (регистрировать) the weakest seismic waves and register shocks (толчки) resulting from small explosions on the surface of the earth which may occur 124-128 miles away. At such great distances from the seat (место) of the explosion, the instruments record mainly seismic waves which have traveled from very great depths. This provides data (данные) about the structure of the earth's crust at depths of J1-37 miles.

In central Asia, for instance, a study was conducted of the earth's crust, particularly (в частности) of its thickness and peculiarities (особенности) in mountainous regions. The data collected can be very important for determination of the origin of mountains and the laws governing the displacement of natural deposits.

By means of electrical prospecting geophysicists can record data about the earth's structure at depths of hundreds of miles.

Geophysicists in Leningrad have made instruments for air borne magnetic survey (воздушная магнитная съемка), which make possible rapid detection of magnetic iron ores.

At present scientists are faced with the task of rapid development and improvement (усовершенствование) of new and existing methods of prospecting, which will help to discover new mineral deposits or the USSR.

№2

Gravitational Prospecting

Gravity prospecting is based on measuring minute variations in the pull between a small mass and the Earth. This pull known as the force of gravity and commonly called weight is a fundamental property of any body on the earth. This means that the closer two masses are to each other and the larger they are, the greater is the force of attraction between them.

The physical property of the subsurface materials which produces the significant anomalies in gravity prospecting is the density, therefore the application of gravitational exploration depends upon

the existence of differences in density between subsurface geologic bodies and their surrounding medium.

The gravity method mainly detects and measures lateral variations in the earth's gravitational pull which are associated with near-surface changes in density.

Fundamental Principles & Units

The elementary physical principles upon which the gravity method of prospecting is based are relatively simple. They directly depend upon Newton's law of gravitation deduced by him in 1686. This law states that every particle of matter in the universe exerts a force of attraction on every other particle that is directly proportional to the product of the masses of the particles and inversely proportional to the square of the distance between them.

We all know that; any body on the earth has weight. The weight of a body is the force acting on it duo to gravitational attraction of the earth. If we consider the body as one of the masses, say “m” the force (weight) is the attraction on this body of another body (m2), which is the whole earth at a distance “r” which is the radius of the earth, i.e.; $F = Y\ m1\ m2/r^2$

Where "F" is the force "between two particles of mass “m1” & “m2”, "r" is the distance between them and "Y" is the universal gravitational constant, the numerical value of which depends on the system of units employed. In the cgs (centimeter-gram-second) system the value of "Y" is 6670×10^{-8}. This is the force in dynes that will be exerted between two masses of 1 g, each with centres 1 cm. apart.

The Gravitational Acceleration

The acceleration "a" of a mass "m2" due to the attraction of a mass "m1" can be obtained simply by dividing the attracting force "F" by the mass "m2" since according to Newton’s second law of gravitation, force is mass times acceleration where

$A = F/m2 = Ym1/r^2$

The acceleration, being the force acting on a unit mass, gives us a measure of the gravitational field at any point. The force is obtained simply by multiplying the acceleration by the mass on which the field reacts. The acceleration is of course the same for any mass located at the same point in the field.

The unit of acceleration is the gal (in honour of Galileo, whose experiments on gravity were the earliest). Since the gal is a rather large unit, in geophysics the milligal (abbreviated mg) or thousand, of a gal, is commonly used. The normal gravitational acceleration of the surface of the earth is about 980 gals, therefore 1 mg is approximately 1 part in a million of the normal gravity of the earth.

The simplified calculation given above assumes that the earth is a homogenous stationary isolated sphere. Such a sphere would exert a radial force on objects at the surface, and the force per unit mass would be the same at all points on the surface. However, actually the earth is neither homogenous, stationary, isolated, nor spherical. As a result of this fact, the force of gravity per unit mass varies both in direction and in magnitude from place to place and from time to time. Interpretation of field measurements made in gravity prospecting based or these variations, or gravitational anomalies.

Gravitational Methods

By means of gravitational prospecting it is possible to measure physical forces at the earth's surface without application of an artificial extraneous (внешний) field. The field of gravitation is present everywhere and at all times; It is due to (вызывается) the fundamental property of all matter to have mass.

The application of gravitational methods depends on the existence of differences in density between bodies and their surroundings (окружающая среда).

All gravitational methods are based on the measurement of small variations or distortions (искажения) in the gravitational field from point to point over the earth's surface which are caused by any lateral variations in the distribution (распределение) of mass in the earth's cruet. Therefore, if geologic movements involve (охватывать, распространяться на) rocks of different density, the

resulting irregularity (неравномерность) in mass distribution will make a corresponding (соответствующий) variation in the intensity of gravity and in the gradient of gravity at the surface.

Gravity, as used in geophysics, is the gravitational attraction between a body near or on the surface and the earth itself. The force acting on a body above the earth's surface is according to Newton's second law of motion, F = ma, where "a" is the acceleration or increasing speed (возрастающая скорость) of the body. A force per unit mass is therefore equal to an acceleration, and the force of gravity is expressed as an acceleration. One unit of acceleration is a gal, which is an acceleration of one centimeter per second. A milligal, which is used in geophysics, is one-thousandth of a gal.

Very sensitive gravimeters are used to measure the relative value of gravity. They can measure extremely small differences in gravitational force. A good field instrument can measure to the order of one hundredth of milligal.

Study of the Earth's Mantle

Under the international programme scientists from the Soviet Union, the United States, Britain, France and Japan are taking part in the extensive study of the earth's upper mantle, which lies under the hard crust only several dozen miles under the surface.

The upper mantle of the earth attracts such close attention of scientists because many secrets of Nature are hidden there.

Processes originating deep down in the mantle alter the relief of the earth's surface, cause volcanoes & earthquakes. In addition many mineral deposits are formed there.

Two Soviet Union's largest research vessels (исследовательские суда) - the Vitjaz, and Academician Kurchatov - carried out research work in the north-western part of the Indian Ocean. The scientists studied the relief of the ocean floor, investigated the magnetic field and carried out seismic sounding. Hoisting apparatus (подъемные машины) dropped to a depth of 10-12 km brought up many rock samples (образцы пород).

A laboratory study of these samples showed that in composition they might be close (близки) to that of the earth's mantle.

So far (пока) the north-west part of the Indian Ocean is the only zone scientifically known as a source of matter (источник пород) from the earth's upper mantle. This study will help to solve many of the secrets which the earth's upper mantle holds.

№3

Field Procedure with Gravity Instruments

The initial step for a field survey is the layout of a set of stations in the area to be explored. The stations may be placed along traverse, lines or in some other way. Each station is plotted on a field map. The survey work proceeds simultaneously with gravity work.

The instrument is first set up on a chosen base station. A measurement is then taken, followed, after a short interval, by a second observation to increase the accuracy. This procedure is then repeated at successive stations. After five to ten stations have been occupied, the instrument is returned to the base station for a check observation. The next step is to choose a subsidiary base station out of one of the new stations. This is accomplished by taking a second observation at the desired new base station. Each base station is simply a field station whose gravity value relative to another base has been made more certain by being measured at least twice. The survey then proceeds in the same manner from the new base, check readings being now taken at this base. In this way the area is gradually covered with a series of bases and ordinary stations.

During the field work a computer calculates the day's work and builds up a gravity anomaly map.

Variation of Gravity with Latitude

The regular variation of the earth's gravity with latitude is caused by two factors: the rotation of the earth & the fact that it is not a perfect sphere (идеальный шар). The earth's shape has approximately the shape of a perfect fluid (жидкость) for which a balance (равновесие) is maintained (поддерживается) between the gravitational forces tending to make it spherical and the centrifugal

forces of rotation tending to flatten (расплющивать) it. As a result of this balance the equatorial radius is about 21 km. greater than the polar radius.

Because of this flattening the acceleration of gravity to distinctly (заметно) less at the equator than at poles for two reasons: 1. at the equator the surface is father (дальше) from the centre of mass making the attraction smaller, & 2. at the equator the centrifugal acceleration, which is opposite to the gravitational acceleration, is a maximum. The total difference in gravity between the equator and the poles is about 5300milligals.

Gravity varies with elevation because a point at a higher elevation is father away (дальше) from the centre of the earth and therefore has a lower gravitational acceleration than a point at a lower elevation. The rate (величина) of this normal vertical variation, or the "vertical gradient" of gravity, can be calculated quite accurately (точно) from the gravity formula and the radius of the earth. The value so calculated by any of the gravity formulas is: $g_h = g_0$, where "g_h" is the value of gravity in gals at a height "h" in meters & "g_0" is it value at a reference level (нулевой или контрольный уровень) which is commonly the sea level.

The normal vertical gradient is considered to be a constant with a value of 0.094 milligal/ft. This constant is always used in the correction for elevation and is called in geophysics the free-air correction (поправка за свободный воздух), because it does not take into account (не учитывает) the attraction of any earth material above sea level. It is simply added to the observed gravity.

In gravitational prospecting the correction for the elevation is always made before mapping gravity measurements because otherwise (иначе) a gravity nap would be strongly affected by differences in elevation between different points of measurements.

Gravimeters

In principle a gravimeter is simply an extremely sensitive weighing device. The weight or force of gravitational attraction on a constant mass will vary with any variation in the gravitational field so that, it means are provided for detecting small enough differences in weight, the corresponding differences in gravity can be measured.

Several different types of apparatus have been suggested and built for gravity exploration. However, those which have been successfully employed in the field in geophysical prospecting are essentially a mass supported by a spring.

It may seen simple to hang a moss on a spring and measure the changes in weight produced by changes in gravity. However, let us consider the sensitivity requirements. To be useful in geophysical prospecting, It is necessary to detect differences in gravity at least as small as 1 mg. & preferably as small as 0.1 mg or even a few hundredths of a milligal. To measure a gravity difference of 0.1 mg means measuring 1 part in 10 million of total gravity. Suppose that we hang a mass on a spring and the spring is stretched about 1 ft., or 30 cm. This stretch results from the total force of gravity acting on a mass. A change in gravity of 1 part in 10 million will produce a change in length or movement of the weight of 30×10^{-7} cm.

№ 4

Geomagnetic Anomalies

The outer crust of the earth comprises a magnetically heterogenous assemblage of rocks which exists in the earth's magnetic field. Certain rocks exhibit the properties of magnets (induced or permanent) and superimpose (накладывать) their own magnetic fields on the magnetic field of the earth. The superimposed fields are called major, continental, regional and local anomalies.

The major and continental anomalies may be defined as variations of the earth's magnetic field associated with major and continental irregularities, such as inhomogeneities of composition and structural distortions (нарушения).

The regional anomalies cover smaller areas. One of the best known regional anomalies is the Kursk Magnetic Anomaly in the USSR. Regional anomalies indicate the tectonics and the stratigraphic and pertographic character of the upper portion of the rock zone.

Local anomalies extend over relatively small areas. The magnetic intensity in these areas may sometimes reach a high value.

Intensity of Magnetisation of Rocks and Formations.

The intensity of magnetization of rocks and formations and hence the magnetic anomalies which they produce is determined principally by nature of the constituent (составляющий) materials and to some extent (до какой то степени) by the geologic history.

The intensity of magnetization depends on the susceptibility of the rocks and formations; the susceptibility, in turn (в свою очередь) f depends chiefly on the relative amount and the distribution of magnetic material, especially magnetite, contained in the formations.

The forces which have been active in changing the magnetization are thermal, chemical and mechanical in nature, and are associated with erosion, tectonic movements, metamorphic processes and igneous intrusions. Besides, disintegration and decomposition alter the magnetization of formations. Finally, the magnetization may be affected by lightning (молния).

Terrestrial Magnetic

Studies of terrestrial magnetism have provided many interesting data. The Soviet and American satellites made it possible to register the variation of the magnetic field of the Earth. The measurements of these satellites are part of the preparations for a world magnetic survey of our planet. A Soviet non-magnetic ship Zarja also took part in this research.

During the international Quiet Sun Year (международный год спокойного солнца) the action of the streams of charged particles ejected by the Sun was observed for the first time. These streams, called "solar wind", are propagated at great velocity and tend to push back the terrestrial magnetic field nearer to the Earth on the daylight side of our planet and stretch it out like a comet's tail on the night side. Study of these streams will help in discovering the causes of magnetic storms and of Earth's radiation belts. Much of the programme was devoted to research into the active areas of the Sun: magnetic field, sun spots, solar flares, streams of solar particles etc. This research is important in the forecasts of ionospheric and disturbances, which cause aurora borealis (северные сияния) on the Earth, disrupt communications, etc.

It was thought that the Sun was a sphere uniformly magnetized, with North & South magnetic poles. It appears, however, that its magnetic field is fractured into many small elements with different polarities & intensities.

Electrical Prospecting Method

Electrical prospecting may be defined as prospecting for mineral deposits and geologic structures by electricity. Contrary to other geophysical methods which make use only of one field of force: gravitational, magnetic or elastic, in electrical prospecting there is much greater variety in the type of electrical and in methods of exploration. It is explained by the fact that some of them, such as the spontaneous polarization (self-potential) method depends on the natural electrical field of the earth. Other methods, each as the resistivity technique and equipotential line methods, are based on the artificial electric fields produced by currents introduced into the earth artificially[1].

Both direct (B.C.) and alternating (A.C.) currents are used, the latter gives not only greater sensitivity but additional physical quantities, which help in the interpretation of the results.

All the electrical methods of locating ore deposits are based on difference in electrical conductivity between the metalliferous minerals and the surrounding rocks. Just as the magnetic properties of iron ores are used as an indication of their presence, so the low resistance of such minerals as chalcopyrite, galena and pyrite may serve as a means of their detection.

With the exception of self-potential method electrical prospecting falls into the group of indirect geophysical techniques because they are not based on spontaneous effects like the magnetic and gravity methods. It is a common characteristic of the indirect methods that the depth from which reactions are obtained can be controlled by the spacing of transmitting and receiving points.

Spontaneous Polarization or Self-Potential Method

This method utilizes the natural flow of current in the earth, that is, no currents are artificially introduced into the ground. The ore body undergoing oxidation is a source of electric current. Water sinking into the ground from the surface carries absorbed oxygen. Such water coming in contact with

sulphide ore body, as a result of the oxidizing process creates a natural large scale galvanic cell with the upper portion of the ore as the positive pole and with weak acid formed in the oxidation process as the electrolyte. As a result of such a chemical action, differences in electrical potential exist. The upper portion “B” where the activity is greatest, becomes the negative electrode, the lower portion "C" becomes the positive electron. As a result of this difference in potential which may amount to more than a half volt, currents of electricity flow down, through the good conducting ore and return through the surrounding poorly conducting ground[2]; making a complete circuit as in a battery. The return currents will spread out to large distances from the ore owing to the high resistivity of the ground. The approximate lines of flow[3] are indicated by the dotted lines in Fig.2.

At the surface of the earth the current flow is toward a point usually above the ore body, which is called the negative centre. Hence, the negative centre may be found by determining in the field either the equipotential lines or the direction and magnitude of the currents.

How to detect and to measure most conveniently the direction and magnitude of the natural currents, produced near an oxidizing sulphide body? It is sufficient to drive into the ground iron stakes several feet apart[4], which will serve as electrodes, and to join them by insulated wires in series with a sensitive micro-ammeter, or galvanometer. Such an arrangement will be sufficient to detect the natural currents. But a very serious error arises[5] when two such metal rods are used as electrodes because of the chemical action which at once starts at their surface, especially when the ground is moist. As a result of this action large fluctuating potentials between the two stakes arise (“polarization”). Such polarization strongly masks the more feeble natural currents produced by the ore. In this case non-polarizable electrodes are used which are placed in or on the ground.

1. currents introduced into the earth artificially – токи искусственно вводимые в землю
2. through the surrounding poorly conducting ground – через окружающий участок земли, плохо проводящий ток
3. approximate lines of flow – приблизительные токовые линии (изолинии)
4. several feet apart – на расстоянии нескольких футов
5. serious error arises – возникает серьезная ошибка

№5

Electrical Properties of Rocks

Electrical prospecting makes use of three fundamental properties of rocks. One is resistivity which governs (определять) the amount of current passing through the rock when a specified (известный) potential difference is applied. Another is the electrochemical activity with respect to (по отношению к) electrolytes in the ground. This is the basis for the self-potential method. The third is the dielectric constant which give information on the capacity of a rock material to store electric charges (способность породы накапливать электрические разряды) & it must be taken into consideration (учитывать) when high frequency (частота) alternating currents are introduced into the ground.

Resistivity. The electrical resistivity of any material is defined as the ohms between opposite faces (грани) of a unit cube of that material. The unit of resistivity in the metric system is the ohm centimeter. The current “I” is related to the impressed voltage “V” and the resistance “R” by Ohm's law:

$I = V/R$

The range (предел) of resistivities among rocks and rock materials is enormous. It extends from 10^{-3} ohm-cm. Rocks and minerals with resistivities from 10^{-3} to 10 ohm-cm are considered good conductors; from 100 to 10^{9} ohm-cm. intermediate conductors; and from 10^{10} to 10^{17} ohm-cm - poor conductors.

It is observed that there is no consistent difference between resistivities of igneous, sedimentary and metamorphic rocks. Certain minerals, however, tend to have anomalously low resistivities with respect to (по отношению к) surrounding rocks. This makes it possible to locate them by resistivity measurements on the surface.

Electrochemical Activity. Electrochemical activity depends on the chemical composition of the rocks and also on the composition and concentration of the electrolytes dissolved (растворять) in the ground water with which they are in contact. This is the property that governs the magnitude and sign of the voltage developed when the rock material is in equilibrium with an electrolyte.

Electrochemical activity has a most important practical application in potential prospecting.

Dielectric Constant. The dielectric constant is a measure of the polarizability of a material in an electric field. The polarization or electrical moment per unit volume (объем) "P" is proportional to the impressed electrical field "E". The dielectric constant determines the effective capacitance (емкостное сопротивление) of a rock material and consequently (следовательно) its static response (реакция) to any applied electric field, either direct or alternating. The dielectric constant of a vacuum is unity (единица). For most hard rocks it ranges from about 6 to 16 electrostatic units.

Induced Polarization Methods

When an electric current passing into the earth through grounded (заземленный) electrodes is suddenly interrupted (прерывать), a potential can be measured between them or nearby (соседний) electrodes for some time after the current stops. This potential decays exponentially (распадать экспоненциально) with time after the interruption, This effect is known as induced polarization of earth material by the current and is associated with electrochemical reactions in the earth, induced polarization is applied as a means in prospecting for metallic minerals.

Polarization effects may arise from (возникать) a number of sources within the earth. Where there buried (погребенный) metallic conducting bodies, such as a clump (глыба) of pyrrhotite the surfaces of the conductor opposite (противоположный) the two current electrodes take on positive and negative polarities which are in opposition to the polarities of the nearest electrodes. When the current is interrupted, these surfaces act as elements of an electrolytic cell (элемент). This cell will dissipate (рассеивать) its charge by sending a current into the earth which decays with time and which generates a potential measurable on the surface.

The Resistivity Method

It is well known that most metallic ores are good electrical conductors and it is this fact that led to the use of the resistivity methods for the location of ore.

As other electrical methods requiring introduction of current artificially into the ground, the resistivity method is based on the difference in .electrical conductivity between metalliferous minerals and the surrounding rocks.

The resistivity of a material is a measure of the flow of current which is measured in ohm-centimeters or ohm-meters and it is different for every kind of rock, soil or metal.

The resistivity method has a greater resolving power than such potential methods as magnetic, gravitational and self-potential ones because it provides quantitative electrical data from the field measurements. Under favourable conditions this technique can be used to find the depths of layers in the earth having anomalously high or low conductivities and to determine the depth and approximate shape of ore bodies with anomalous resistivity.

The field procedure employed in the resistivity method consists in passing a known current through a selected portion of the earth and measuring the potential drop or some other electrical quantity associated with the flow of current. This is usually accomplished by passing the current between energizing electrodes placed at two selected points and measuring the potential difference between two or more auxiliary electrodes placed at other points in the area under investigation[1]. From the observed values of the current and potential it is possible to calculate the apparent resistivity of the material included within the zone of measurement for any given electrode configuration.

In actual practice a number of different surface configurations is used for the current and potential electrodes. The electrode configuration employed[2] should preferably be such that the maximum flow of current will take place in the depth range desired in the measurement. The potential electrodes should be so positioned with respect to the current electrodes that they receive the maximum influence from the surface flow of current.

Both sets of electrodes are laid out along a straight line[3]. for example, let us consider the Wenner arrangement[4].

Here each potential electrode is separated from the adjacent current electrode by a distance "a" which is one third the separation of the current electrodes where

$P = 2 \pi a V/I$

The effective depth of measurement is governed to a limited extent[5] by the spacings of various electrodes involved in the measurement[6] and by relative resistivities of various geologic strata included in the measurement.

Generally the subsurface is heterogenous and the potential distribution at the surface of the ground is affected by the size, shape, composition and the relative positions of the subsurface rocks. Interfering factors are always present. They include: natural ground currents, polarization phenomena, uneven topography and near-surface resistivity variations. The effect of such factors must be evaluated in the field work or in the interpretation.

To conduct the resistivity measurements in the field it is necessary to have:

1. A source of current, direct or alternating, supplied by a battery or a generator.
2. A portable voltmeter or potentiometer for measuring small potential differences accurately.
3. A portable milliammeter for measuring currents.
4. Four iron stakes or other forms of electrodes.
5. A well-insulated wire.

The resistivity method has found useful application not only in locating mineral deposits & ore bodies. It is used with great success to the determination of overburdens in connection with road building, for the location of cavities in limestone formations at dam sites & railway construction & in finding ground water resources

1. in the area under investigation – в исследуемом районе
2. The electrode configuration employed – применяемая расстановка (расположение электродов)
3. Both sets of electrodes are laid out along a straight line – обе группы электродов располагаются по прямой линии
4. Wenner arrangement – установка Веннера
5. to a limited extent – в ограниченной степени
6. electrodes involved in the measurement – электроды, используемые в исследованиях (измерительные электроды)

Equipotential - Line Method (метод изолиний)

Of all methods requiring artificial currents the equipotential-line technique is the simplest. If two electrodes are inserted in the ground and if an external voltage is applied across them, there will be a flow of current through the earth from one electrode to the other, if the medium (среда) through which the current flows is homogenous in its electrical properties, the flow lines will be regular and, in a horizontal plane (плоскость) symmetrical about the line joining the electrodes. Any inhomogeneities in these properties will cause distortions (искажения) in the lines of current flow. Such distortions indicate the existence of subsurface material with higher conductivity than its surroundings, so that it attracts the flow lines (токовые линии) towards itself, or with lower conductivity it tends to force (толкать) the lines into the surrounding medium.

The equipotential lines are assumed to be perpendicular to the lines of current flow. Any irregularity in the flow lines will show up as distortions in the equipotential lines.

Equipment & Field Operation.

(Методика полевых работ)

In equipotential surveys the earth is energized (питаться) with a pair of primary electrodes (пары первичных электродов) about 2000 ft. apart. The position of these electrodes remains fixed (постоянный) during the survey. The equipotential lines are traced (прослеживаются) on the surface by a pair of search electrodes (поисковые электроды) inserted into the ground. One of the search electrodes remains in a fixed position between the primary electrodes & the other is moved until no current flows between it & the fixed search electrode.

Distortions in the equipotential lines are utilized to locate masses such as ore bodies of anomalously high or low conductivity to depth up to about 50 ft.

Inductive Methods

A number of electrical techniques makes use of the electromagnetic waves generated at the surface.

In prospecting one of the two types of current source is applied: 1. horizontal or vertical circular loops, 2. long horizontal wires, the most usual frequences are 500 cps.

Electromagnetic waves attenuate in the earth at a rate depending on the frequency and electrical characteristics of the earth. When they pass through a conducting formation or an ore body they induce currents in the conductors in accordance with the laws of electromagnetic induction. These currants are the source of new waves which are radiated from the conductors and can be detected by suitable instruments on the surface. Any inhomogeneities in the electromagnetic field observed on the surface would indicate variations in the conductivity below the earth's surface and suggest the presence of anomalous masses in the subsurface.

A number of important lead-copper-zinc ore bodies were discovered as a result of surface electromagnetic surveys.

№6

Seismic Methods

Application of seismic methods depends on the variations in elastic properties of geologic bodies and the surrounding media. In seismic exploration differences in the speed of elastic waves in different formations are measured.

In regard to physical laws seismic phenomena are comparable to optical phenomena, since they deal with a type of energy propagated in the form of waves. Wave propagation is characterized by velocity, frequency, intensity, direction and such phenomena as travel time, wave length, refraction, etc.

Seismic methods are based on the measurements of travel time of artificial elastic waves. Such waves produced by explosives at or near the surface travel in all directions from the source or shot point. Waves radiating in certain directions are refracted or reflected so that they come back to the surface. Sensitive seismic detectors set on the surface at various distances from the shot point and connected to an ascellograph record the ground movement on a photographic tape on which the instant of explosion is shown[1]. By measurements on this tape the travel time from a shot point to a detector are determined. These travel times depend on the nature of the rocks through which the seismic waves penetrate, the corresponding speed of wave travel and on the existence of discontinuities in velocity or density which determine points of reflection or refraction below the surface. In many cases such seismic records show reflected waves which give very definite information about the depth to certain discontinuities in the lithologic character of the rock series. Under favourable conditions a certain geologic bed may be mapped very accurately by reflected seismic waves even though it may be many thousands of feet deep.

In another application of the seismic method the depths of different beds and their characteristic wave speeds may be determined by the travel times of waves that have been refracted through those beds.

Under favourable conditions seismic methods may give information that can be interpreted quite simply & directly in terms of geologic conditions[2].

In common with electrical methods[3] the depth of investigation in seismic exploration may be controlled by varying the spacing between, transmission and reception points.

The Seismic Reflection Method

The seismic reflection method gives a more direct and detailed picture of subsurface geological structure than any other geophysical method. From the data it provides one can map[4] depths to subsurface interfaces with a great accuracy. The depths are determined by observing the travel times of elastic waves generated near the surface and reflected back to the surface from the formation below.

The advantage of the reflection method is that it permits capping of many horizons from each shot. The precision of the mapping is approximately the same for the deeper horizons as for the shallower ones.

The Seismic Refraction Method

In the refraction method of prospecting measurements are made of the times of arrival of .waves which have been refracted at subsurface boundaries. Data on the travel times of the refracted longitudinal wares may be used to map the boundaries separating the media of different elastic wave velocities.

In refraction prospecting a charge is placed at one location and a number of seismographs are set up in a straight line, preferably at equal intervals. Depth calculations are based on a time impulses analysis[5] of the seismogram. Impulses are located which correspond to the arrival of different types of waves: their arrival time is measured from the instant of the shot. Depth calculations may be based only on the first impulses. Travel times are plotted against the distances[6] of the various receiving stations from the shot point. Thus, the travel time curve is observed. If the travel time curve is straight and has the same slope for ill distances, so high speed beds have been reached. When breaks (changes of angles) occur, they may be due to various conditions.

1. the instant of explosion is shown – отмечен момент взрыва
2. in terms of geologic conditions – на языке геологии
3. in common with electrical methods – как и в электрических методах
4. one can map – можно закартировать
5. a time impulses analysis – анализ времени (прихода) импульсов
6. travel times are plotted against the distances – время пробега сейсмической волны изображается по отношению к расстоянию

Seismic Methods

The fundamental principles utilized in seismic prospecting were derived from the study of earthquakes. Earthquakes are vibrations in the earth's crust produced by the shearing (разрыв) of a rock mass or by volcanic or other disruptive causes. Sudden (внезапный) displacements of rock create elastic vibrations (seismic waves) which travel away from the region of disturbance (нарушение) and are observed at permanent seismological stations located on the earth's surface at various locations. Several different types of seismic waves are recorded at a seismological station. From the determination of the arrival time of different types of seismic waves, longitudinal or traverse (поперечный) and other factors it is possible to define the location of the source (источник) of the waves and the subsurface zones through which they have traveled.

In applied (разведочная) seismology artificial earthquakes are generated by various mechanical or explosive means, such as a heavy mechanical blow (удар) at the earth's surface or the explosion of a charge (заряд) of dynamite usually buried a short distance beneath the surface of the earth.

The field technique includes measurements of the travel time of the elastic wares from the point of disturbance to several seismometer stations located at the earth's surface.

Two methods of seismic prospecting are employed they are called reflection and refraction methods. In both methods a sudden artificial disturbance is produced at the shot point (точка взрыва) by exploding a charge of dynamite or by some other means. When the dynamite is exploded the earth is set in motion (колебаться) and the motion of the earth's surface is detected and recorded by sensitive instruments located at known distances from the shot point.

The basic difference between the two methods lies in the character of the waves (refracted or reflected) whose time of arrival is utilized. In the refraction method travel-time data (данные) are obtained for those artificially produced elastic waves which have been refracted at boundaries separating media of different elastic constants or density. In the reflection method observations are made of the arrival time of the artificially produced elastic waves which have been reflected from subsurface horizons.

By knowing the travel time (intervals between occurrence of explosion and arrivals of the elastic waves) and the distances between the source of explosion and the seismometers it is possible to calculate the depths and dips (падение) of the refracting boundaries or reflecting horizons.

Volcanoes

The study of ancient volcanoes has shown that volcanic activity is a permanent process which continues throughout the Earth's entire (весь) existence. Volcanoes are dangerous but at the same time they give much information on the processes taking place in the depths of the Earth. Today volcanoes are studied by geophysical methods such as seismic prospecting, making it possible not only to determine the existence, but also to follow the behaviour (следить за поведением) of magma, gases, water vapour and thermal waters which rise from depths, exceeding (превышать) 100 kilometers. Research has shown that volcanic activity greatly influences many processes on the Earth, for example, the composition of the atmosphere and the water in the oceans. Soviet geochemist A. Vinogradov proved (доказывать) that the chlorine ions in the water of the World Ocean are of volcanic origin. They were accumulated in the water from the gases emitted (выделяться) during underwater eruptions (извержения).

Soviet scientists have also proved that the formation of cupreous (медистый) pyrite, phosphorites, bauxites, manganese ores and some other minerals, is directly connected with volcanic activity. These minerals were formed by volcanic gases and hot water solutions ejected (выделяться) during eruptions.

Volcanic activity also transforms the Earth's lithosphere. As a result, concentrations of valuable cross gold, silver, copper, lead, mercury (ртуть) and others are formed within the lithosphere.

The relationship (связь) between volcanic activity and formation of various mineral deposits helps the scientific forecasting (предсказание) in prospecting for mineral deposits. For example, it was established (устанавливать), that vast territories of the USSR are layered with volcanic rocks of various ages. The entire southern part of the Kola Peninsula is made up of volcanogenic strata. No less than half of Central Kazakhstan & ore bearing Altai also consist of products of ancient volcanic activity.

1.3 Подготовка к практическим занятиям

Запомните слова и выражения, необходимые для освоения тем курса:

density - плотность
ambiguity - неоднозначность
expenditure - издержки, расходы
frequency dependent variation - частотно-зависимое изменение
induced polarization - наведённая поляризация
lateral variation - изменчивость простирания
magnetic susceptibility - магнитная восприимчивость
offshore - морской
onshore - наземный
propagation velocity - скорость распространения
reflectivity - отражательная способность
resistivity - удельное сопротивление
self-potential - собственный потенциал
superficial - неглубокий, поверхностный
surveying - наблюдение, разведка, съёмка,
изыскания
tracking - отслеживание, слежение
transmissivity - проницаемость
water table - горизонт грунтовых вод, зеркало грунтовых вод

concealed - скрытый, погруженный
declination - склонение (магнитное)
geomagnetic field - магнитное поле Земли
igneous - пирогенный, вулканического происхождения
iron-ore - железорудный
magnetometer - магнитометр
swing - качание, колебание
sine - синус, синусный
tangent method - способ касательных
vertical field balance - вертикальные магнитные весы
magnetic needle - магнитная стрелка
knife edge - опорная призма (весов)
agate - агат
salt dome - соляной купол

artificial - искусственный, ненатуральный
auxiliary - вспомогательный
apparel - одежда
disturbance - помеха
magnetic intensity - магнитное напряжение
diurnal - ежедневный, каждодневный
negligible - незначительный; неважный, непринимаемый в расчёт, игнорируемый
stake - пикет, временный знак для обозначения пунктов наблюдения
strata (мн.ч.,ед.ч. – stratum) - напластование; отложение пород; толща пластов; свита пластов
strike - простирание
vitiate - портить, искажать
reference point - исходная точка, точка относимости, отметка исходного уровня
precautions - меры предосторожности
rough terrain - местность пересеченная, неровная местность
temperature compensated - с компенсацией температурных воздействий

acceleration - ускорение
centrifugal force - центробежная сила
devise - придумывать, изобретать
gal - гал (единица ускорения силы тяжести, равная 1 см/с^2)
gravity unit - единица ускорения силы тяжести
infinitesimal volume - бесконечно малый объем
mercury - ртуть
reversible pendulum - оборотный маятник
revolution - оборот, вращение
supersede - заменять; замещать, смещать
undulation - неровность поверхности, волнистость
vicinity - близость, соседство
appropriate - подходящий, соответствующий
free fall - свободное падение

gravity surveying - гравитационная съёмка
gravimeter observation -измерение с помощью гравиметра
square grid - сетка квадратов
anticipated - предвиденные, ожидаемые
oil prospecting - разведка на нефть
spirit levelling instrument - нивелир со спиртовым уровнем

barometrically - по барометру
drift - отклоняться
readings - данные из таблицы
creep - ползучесть, деформация
adjustment - регулировка, настройка,
be straightforward - не представлять труда
uncommon - редкий
anomalous masses - аномальные массы
knoll - холм
tides - приливы и отливы
fault - тектоническое нарушение
drift curve - график сползания нуль-пункта

sulphide veins - сульфидная жила
self-potential method - метод собственных потенциалов
resistivity method - метод сопротивления (при геофизической разведке)
induced polarization method - метод вызванной поляризации
fluctuating - переменный
unidirectional potential - напряжение постоянного тока
ore body - рудное тело, сплошное месторождение
probe - прибор для проведения каротажа
distort - искажать
primary field - первичное поле
search coil - поисковая рамка
transient - переходящий
decay - убывание, затухание
troublesome - нежелательный

seismic trace - сейсмическая трасса
common midpoint (CMP) - общая средняя точка
CMP record - сейсмограмма ОСТ
data processing - обработка данных
interpretability - интерпретируемость, возможность интерпретации
offset - удаление источник – приёмник
seismic record - сейсмограмма
seismic reflection survey - сейсмическая разведка методом отражённых волн
seismic section - сейсмический разрез, временной разрез
shot record - сейсмическая запись, сейсмограмма (общего пункта возбуждения)
wiggle - волнистая линия

stress - напряжение
tensile - растяжимый, эластичный
strain - деформация
compressive - сжимающий
shearing - касательный
restoring forces - возвращающая сила
shearing strain - деформация сдвига
relieve - зд. ослаблять
bulk modulus - модуль всестороннего сжатия
shear modulus - модуль сдвига
propagate - распространять(ся)
elastic moduli - коэффициенты упругости, модули упругости

stress-strain relation - зависимость деформации от напряжения
be of immediate interest to - представлять непосредственный интерес
longitudinal strain - продольная деформация
volume strains - объёмная деформация

seismic - сейсмический
angle of incidence - угол атаки, угол падения
angle of reflection - угол отражения
approximately - приблизительно, примерно
body wave - объёмная волна
compression - сжатие
distort - искажать, деформировать
encounter - сталкиваться, встречаться
ground roll - поверхностная волна
law of refrection - закон отражения
Love wave - Волна Лява (геофиз.)
low-energy waves - низкоэнергетические волны
lump together - объединять
passage - распространение (синоним -*propagation*), прохождение
pressure wave - волна сжатия, продольная волна
rarefaction - разрежение
Rayleigh wave - рэлеевская волна, волна Рэлея
seismic source - источник сейсмических волн
seismic wave - сейсмическая волна
shatter - разрушение
shear wave - волна сдвига, поперечная волна
vibration - вибрация, колебание

abruptly - резко
be wasted - пропадать
charge - заряд
dig out (dug, dug) - откапывать
embed - закапывать, заглублять
environmental reasons - экологические соображения
explosion - взрыв
fire - включать, запускать
flat plate - плоская плита
ground conditions - основополагающие условия; *геоф.* – наземные усл.
hammer - молот, кувалда (для возбуждения волн)
hammer blow - тяжёлый удар
hit (hit, hit) - ударять
impact source - ударный источник
in conformity with - в соответствии с
local regulation - местный нормативный акт
portable - портативный, переносной
pour - лить
pulse - импульс
reflection survey - сейсморазведка методом отражённых волн
shattering - разрушение
shot - выстрел, взрыв
shot hole - шпур, взрывная скважина
shot instant - момент взрыва

shot point - пункт взрыва (геофиз.)
shot-firer - взрывник, подрывник
vibratory source - вибрационный источник
virtually - фактически, в сущности

pendulum - маятник
coil - змеевик, спираль
leaf-spring - пластинчатая пружина
e.m.f. (electromotive force) - электродвижущая сила
impedance matching - согласование полного напряжения
automatic gain control – автоматическая регулировка амплитуд
high-pass filter - высокочастотный фильтр, фильтр высоких частот
low-pass filter - фильтр низких частот
intermittently - периодически

seismic surveying – сейсморазведка (полевые наблюдения)
shot-hole - взрывная скважина
augering - бурение при помощи ручного бура
entail - повлечь за собой
profile shooting - сейсмопрофилирование
amplifier gain - коэффициент усиления
subside - утихать, ослабевать
decide upon - определить
recording medium - носитель записи
weathering and elevation corrections - поправки за зону малых скоростей и за высоту

Повторите материал практических занятий.

Согласование времен в английском предложении (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)

Прямая и косвенная речь

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.

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	

В английском языке есть **два причастия**:

1 Причастие I (**Participle I** *или* **Present Participle**) - причастие настоящего времени. ***Имеет две формы***:

а) Present Participle Simple. Соответствует русскому причастию настоящего времени и деепричастию несовершенного вида: **reading** – *читающий, читая*, **resting** – *отдыхающий, отдыхая*;

б) Present Participle Perfect. Соответствует русскому деепричастию совершенного вида: **having written** – *написав*, **having read** – *прочтя*.

2 Причастие II (**Participle II** *или* **Past Participle**) - причастие прошедшего времени. Причастие от переходных глаголов соответствует русскому страдательному причастию прошедшего времени: **opened** –*открытый,* **dressed** –*одетый*, **made** – *сделанный*.

Английское причастие обладает свойствами ***прилагательного***, ***наречия*** и ***глагола***.

Как ***прилагательное***, причастие выполняет в предложении функцию определения к существительному и соответствует ***русскому причастию***:

A **broken** cup lay on the floor. ***Разбитая*** *чашка лежала на полу.*

Как ***наречие***, причастие выполняет функцию обстоятельства, определяющего действие, выраженное сказуемым, и соответствует ***русскому деепричастию***:

They passed me **talking** loudly. *Они прошли мимо, громко* ***разговаривая***.

He sat at the table **thinking**. *Он сидел у стола* ***задумавшись***.

Глагольные свойства причастия выражаются в том, что оно может иметь прямое дополнение:

Entering the room he found all the pupils present. ***Войдя*** *в комнату, он увидел, что все учащиеся присутствуют.*

и может определяться наречием:

He liked to rest in the evening **walking** slowly in the park. *Он любил отдыхать вечером,* ***прогуливаясь*** *медленно в парке.*

Непереходные глаголы не имеют форм Страдательного залога (Passive).

Вспомним, что:

ПЕРЕХОДНЫМИ называются глаголы, выражающие действия, которые могут переходить на предмет и отвечающие на вопрос ***кого?, что?***. Например: *видеть, уронить*.

НЕПЕРЕХОДНЫМИ называются глаголы, выражающие действия, которые не переходят непосредственно на предмет или лицо. Например: *жить, плакать, сидеть*. Такие глаголы употребляются только в действительном залоге.

Многие английские глаголы в одном из нескольких своих значений являются переходными, а в другом - непереходными, например: **burn** - *жечь* (переходный) / *гореть* (непереходный); **sit** - *сажать* (переходный) / *сидеть* (непереходный).

Present Participle Simple

или просто **Participle I** (причастие настоящего времени)

Причастие I или причастие настоящего времени в действительном залоге имеет простую форму с характерным **ing**-окончанием и в страдательном залоге – сложную форму с **ing**-окончанием, смещенным на вспомогательный глагол.

	Active	**Passive**
Participle I	**asking**	**being asked**

Эта форма употребляется независимо от времени, в котором стоит сказуемое, выражая лишь ***одновременность*** с действием, выраженным глаголом-сказуемым. В предложении Причастие I (Active и Passive) выполняет функцию определения или обстоятельства.

Действительный залог.

Может передавать следующие временные отношения:

а) Выражает ***одновременность*** с действием, выраженным глаголом-сказуемым предложения в настоящем, прошедшем или будущем. Название - "*причастие настоящего времени*" является таким образом чисто условным. Например:

Reading English books I wrote out new words. ***Читая*** *английские книги, я выписывал новые слова.* (прошлое)

Reading English books I'll write out new words. ***Читая*** *английские книги, я буду выписывать новые слова.* (будущее)

б) Причастия в роли обстоятельства, образованные от глаголов физического восприятия и движения могут обозначать ***действие, предшествующее*** действию, выраженному глаголом-сказуемым предложения, то есть действие, передаваемое обычно формой Perfect Participle I.

to come - *приходить* to hear - *слышать*
to enter - *входить* to see – *видеть* и др.

Hearing his voice she ran to meet him. ***Услышав*** *его голос, она побежала встречать его.*

в) Могут выражать действие относящееся к ***настоящему*** времени (***моменту речи***) независимо от того, в каком времени стоит глагол-сказуемое предложения или употребляться **безотносительно** ко времени. Например:

The woman **waiting** in the car called you the day before yesterday. *Женщина, **ждущая*** (сейчас) *в машине, звонила вам позавчера.*

The bisector is a straight line **dividing** an angle into two equal parts. *Биссектриса – это* (есть) *прямая линия, **которая делит** угол пополам.*

В роли определения

В роли определения к существительному (***какой? какая? какие?***) Причастие I характеризует лицо или предмет через его действие. В отличие от герундия, имеющего ту же форму, ему не предшествует предлог.

Может находиться как перед определяемым существительным (одиночное причастие), так и после определяемого существительного (с зависящими от него словами, образуя причастный оборот).

1 Перед существительным, как отглагольное прилагательное. На русский язык переводится причастием настоящего или прошедшего времени и показывает, что описываемый предмет или лицо сам выполняет действие:

A **dancing** girl.	***Танцующая*** *девочка.*
He watched the **falling** snow.	*Он смотрел на* ***падающий*** *снег.*
The clouds were lit up by the **setting** sun.	*Облака были освещены* ***заходящим*** *солнцем.*

При этом определяемое существительное должно быть лицом или предметом, который сам может осуществлять действие, выраженное причастием. В противном случае эта глагольная форма будет являться герундием, например:

(причастие I)	**boiling** water	***кипящая*** *вода*
(герундий)	the **boiling** point	*точка* ***кипения***

2 После существительного, где причастие I вместе с относящимися к нему словами образует определительный причастный оборот. На русский язык переводится причастием или сказуемым придаточного определительного предложения, вводимого словом ***который***. В отличие от причастных оборотов в русском языке, определительные причастные обороты в англ. языке обычно запятой не выделяются.

A boy **playing** in the garden.	*Мальчик,* ***играющий*** *в саду.*
I don't know the girl **waiting** for you.	*Я не знаю девушку,* ***ожидающую*** *тебя. = Я не знаю девушку,* ***которая ждет*** *тебя.*
They reached the road **leading** to the city.	*Они дошли до дороги,* ***ведущей*** *в город.*

Определительные причастные обороты должны непосредственно следовать за тем существительным, к которому они относятся, нарушение этого правила ведет к изменению смысла высказывания:

This is the sister of my friend **living** next door to me.	*Это сестра моего друга,* ***живущего*** *в соседней квартире.*
This is my friend's sister **living** next door to me.	*Это моего друга сестра,* ***живущая*** *в соседней квартире.*

Примечание: Причастные определительные обороты употребляются в тех случаях, когда действия, выраженные глаголом-сказуемым предложения и причастием происходят ***одновременно***.

Can you **see** the girl **dancing** with your brother? *Ты* ***видишь*** *девушку,* ***танцующую*** *с твоим братом?*

The boys **throwing** stones into the pond **laughed** loudly. *Мальчики,* ***бросавшие*** *камни в пруд, громко* ***смеялись***.

Если же эти действия происходят ***не одновременно***, то при переводе на английский язык русского причастного оборота его следует переводить определительным придаточным предложением со сказуемым в требуемом времени:

Я хочу ***поговорить*** *с тем, кто* ***разбил*** *эту чашку.*	I want **to talk** to the person who **broke** that cup. (нельзя: …the person breaking that cup)
Мальчики, ***бросавшие*** *камни в пруд,* ***ушли*** *домой.*	The boys who **were throwing** stones into the pond **went** home. (Past Continuous)

В первом предложении: одно действие в настоящем, второе действие – "*разбил*" в прошлом. Во втором предложении оба действия в прошлом, но они не одновременны – сначала "*бросали*", потом закончили и началось другое действие – "*пошли домой*".

В роли обстоятельства

В роли обстоятельства Причастие I поясняет **когда?, почему?, по какой причине?, как?, при каких обстоятельствах?** и т.д. происходит главное действие, выраженное глаголом-сказуемым предложения. Употребляется:

1 В причастных оборотах для выражения обстоятельств времени. Может стоять в начале или в конце предложения, на русский язык обычно переводится деепричастием несовершенного вида или сказуемым придаточного предложения, вводимого словами ***когда, так как, хотя*** и т.д. (обычно тогда, когда нам трудно образовать русское деепричастие от переводимого слова, например от слов *писать, печь* и т.п.).

Travelling in Africa, he saw a lot of interesting things. ***Путешествуя*** *по Африке, он увидел много интересного.*

С некоторыми глаголами причастие может выражать и предшествование, тогда оно переводится деепричастием совершенного вида:

Arriving at the station (= When he arrived at the station) he called a porter. ***Приехав*** *на вокзал (=Когда он приехал на вокзал), он позвал носильщика.*

В этом случае причастие часто вводится союзами **when** *когда* и **while** *в то время как, пока,* которые на русский язык обычно не переводятся. Союз **when** употребляется тогда, когда речь идет об обычном, повторяющемся действии, а союз **while** тогда, когда говорится об однократном действии, чаще как о процессе, происходящем одновременно с действием глагола-сказуемого. Выбор часто зависит от того, хотим ли мы передать просто факт – с **when**, или подчеркнуть длительность – с **while** (как в случае употребления форм Continuous).

When **taking** the decision I made a mistake. ***Принимая*** *это решение, я сделал ошибку.*

While **staying** in London he met a few useful people. *Пока (он)* ***был*** *в Лондоне, он встретился с несколькими полезными людьми.*

Примечание: Причастие I от глагола **to be** – **being** не употребляется в оборотах, выражающих обстоятельство времени. Поэтому следует переводить:

Когда он был *ребенком (Будучи ребенком),* **When he was** a child (или: **When** a child), he liked to read books about voyages. *он любил читать книги о путешествиях.*

Обратите внимание, что после **when/while** причастие **being** просто опускается и можно переводить: When/While a child… – *Будучи ребенком…*, When/While in London… – *Когда я был в Лондоне…*.

Being, однако употребляется в оборотах, выражающих обстоятельство причины:

Being tired (=As he was tired) he went home. ***Будучи усталым*** *(=Так как он устал), он пошел домой.*

2 В причастных оборотах для выражения обстоятельств причины, наиболее часто с причастиями, образованными от глаголов мышления, эмоций, например: knowing *зная*, remembering *помня*, hoping *надеясь* и др., а также being *будучи* и having *имея*:

I turned back, not **knowing** where to go. *Я повернул назад, не* ***знаю*** *куда идти.*

Hoping to catch the train, we took a taxi. ***Надеясь*** *успеть на поезд, мы взяли такси.*

Having plenty of time we decided to walk to the station. ***Имея*** *много времени (=Так как у нас было много времени), мы решили пойти на вокзал пешком.*

Напомним, что причастие **being** здесь обозначает причину действия, а не обстоятельство времени (а это означает, что, например, выражение Being a student, she… переводится *Так как она была студенткой, она…*, а не *Тогда (в то*

время), когда она была студенткой, она…; последнее выражение можно перевести – When/While a student, she…):

Being there, I could see all. ***Будучи*** *там, я мог видеть все.*
Being afraid of strangers, the children didn't go with them. ***Испытывая*** *страх перед незнакомыми людьми, дети не пошли с ними.*

3 Для выражения обстоятельств образа действия или сопутствующих обстоятельств (действий). Причастие или причастный оборот в этом случае выражает второе, сопутствующее действие, которое происходит одновременно с главным действием, выраженным глаголом-сказуемым, или непосредственно предшествует ему.

John came in, **carrying** his suitcase. *Джон вошел,* ***неся*** *свой чемодан.*
Smiling he held out his hand. ***Улыбаясь****, он протянул руку.*
Weeping she walked back to the house. ***Рыдая****, она пошла обратно к дому.*
He stood at the window, **thinking** of his future. *Он стоял у окна,* ***думая*** *о (своем) будущем.*

Примечание: Если за глагольной **ing**-формой, стоящей в начале предложения, следует сказуемое - то это герундий, например: **Reading** helps us …- ***Чтение*** *помогает нам ….*

Подобные обороты при переводе не могут быть заменены придаточным предложением, зато причастие можно заменить, без ущерба для смысла, вторым сказуемым. Просто в английском языке причастие в таких случаях более употребительно, чем второе сказуемое.

He sat in the armchair and read a newspaper. *Он сидел в кресле и читал газету.*
She sat by the window **waiting** for her guests. *Она сидела у окна и* ***ждала*** *гостей. (****ожидая*** *гост.)*

Причастный оборот, выражающий второе действие, обычно не выделяется запятой, если он находится в начале предложения и, чаще всего, выделяется, если он находится в конце предложения. Запятая ставится обязательно лишь тогда, когда существует вероятность принять причастие за определение к слову, стоящему слева от него. Например:

I met my friends **walking** in the park. (нет запятой - определение) *Я встретил моих друзей,* ***гулявших*** *в парке.*
I met my friends, **walking** in the park. (есть запятая - обстоятельство) *Я встретил моих друзей,* ***гуляя*** *в парке.*
Walking in the park I met my friends. (обстоятельство- ясно и без запятой) ***Гуляя*** *в парке, я встретил моих друзей.*

Второе действие, непосредственно предшествующее действию, выраженному глаголом-сказуемым предложения, может выражаться Причастием I и обычно переводится деепричастием совершенного вида. Часто употребляется с причастиями, образованными от глаголов движения, и другими, например:

to arrive – *приезжать, прибывать*
to come - *прийти*
to enter – *входить*
to hear – *слышать*
to open – *открывать*
to see – *видеть*
to take – *взять*
to turn – *повернуться* и др.

Opening the door, she turned on the light. (запятая) ***Открыв*** *дверь, она зажгла свет.*
Turning slowly she went out of the room. *Медленно* ***повернувшись****, она вышла из комнаты.*
Dressing myself as quickly as I could ***Одевшись*** *как можно скорее, я пошел на прогулку.*

I went for a walk.

Второе, а также и третье, действие, выраженное Причастием I, может следовать непосредственно за действием глагола-сказуемого (обычно из ситуации или контекста вполне понятно, как они происходили):

She went out, **shutting** the door behind her. *Она вышла, **закрыв** за собой дверь.*

Причастие I, кроме того, входит в состав сложных глагольных форм:

Причастие I (причастие настоящего времени) используется в качестве смыслового глагола в сложных глагольных формах действительного залога (Active Voice): **Continuous** и **Perfect Continuous**. Вспомним, что все эти формы образуются из сочетания вспомогательного глагола **to be** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия I (она же IV-я форма глагола или **ing-** форма). Например:

She **is sleeping**. (Present Continuous)	*Она **спит**.*
They **were traveling**. (Past Continuous)	*Они **путешествовали**.*
I **have been studying** French for five years. (Pres. Perf. Cont.)	*Я **изучаю** французский язык пять лет.*

Страдательный залог

Причастие I в этой форме выражает действие, которое испытывает на себе лицо или предмет, к которому причастие относится.

1 В роли ***определения*** к существительному употребляется в причастных оборотах, соответствующих придаточным предложениям с глаголом в страдательном залоге. Здесь Participle I употребляется для выражения действий, совершающихся в настоящий момент или в настоящий период времени. Обычно переводится русским страдательным причастием настоящего времени:

The house **being built** in our street is very good.	*Дом, **строящийся** на нашей улице, очень хороший. (=который строят)*
The question **being discussed** now.	*Вопрос, **обсуждаемый** сейчас (который сейчас обсуждается).*

2 В роли ***обстоятельства*** (времении причины). На русский язык обстоятельственные обороты со сложными формами причастий в страдательном залоге переводятся обычно придаточными обстоятельственными предложениями с союзами ***когда; так как; после того как*** и т. д., а само причастие переводится сказуемым придаточного предложения.

В функции обстоятельства Причастие I (Passive) соответствует русской форме деепричастия, например: **being asked, being broken, being written** - *будучи спрошен, будучи сломан, будучи написан.* Однако эта форма малоупотребительна, и в современном русском языке здесь используется придаточное предложение.

Being invited (=As he was invited) to the conference he left for London.	*Так как его **пригласили** на конференцию, он уехал в Лондон. (**будучи приглашен**)*
Being left alone, they didn't know what to do.	***Оставшись** одни (дословно: **будучи оставленными**), они не знали, что делать.*

Present Participle Perfect

или **Perfect Participle I**

Перфектное или совершенное причастие является сложной формой Причастия I с характерным **ing**-окончанием, смещенным на вспомогательный (первый) глагол.

	Active	**Passive**
Perfect Participle I	**having asked**	**having been asked**

Эта форма употребляется для выражения действия, ***предшествующего действию***, выраженному глаголом-сказуемым, и употребляется только в функции ***обстоятельства***.

Действительный залог.
В роли определения

Перфектное Причастие I не употребляется в роли определения. Поэтому русское причастие прошедшего времени с суффиксом ***–вш-*** переводится на английский язык придаточным предложением. Например:

Этот спортсмен, **пробежавший** длинную дистанцию, выиграл соревнование.
The sportsman **who had run** (a не having run) a long distance won the competition.

Все знают имя человека, **совершившего** это открытие.
Everybody knows the name of the man **who made** (a не having made) that discovery.

В роли обстоятельства

Перфектное Причастие I выражает действие, предшествующее действию, выраженному сказуемым предложения и может употребляться в роли обстоятельства причины или времени. Такие причастные обороты обычно, но не всегда, отделяются запятой и на русский язык в большинстве случаев переводятся оборотом с деепричастием совершенного вида.

1 В причастных оборотах для выражения обстоятельств ***причины*** (такие обороты соответствуют придаточным переложениям с глаголом в Perfect) :

Having lost the key, they couldn't get in. (=As they **had lost** the key…)
Потеряв *ключ, они не могли войти в комнату. (=Так как они потеряли ключ…)*

Having missed the train he spent the whole night at the station. (=As he **had missed** the train…)
Опоздав *на поезд, он провел целую ночь на вокзале. (=Так как он опоздал на поезд…)*

2 В роли обстоятельства ***времени***, когда хотят подчеркнуть, что действие, выраженное причастием, предшествовало действию сказуемого предложения, или между этими двумя действиями был разрыв во времени.

Having dressed he rushed out of the room. (=After he **had dressed**…)
Одевшись, *он выскочил из комнаты. (=После того как он оделся…)*

Having finished school he went to Oxford.
Окончив *школу, он поступил в Оксфорд.*

Когда же речь идет о двух действиях, непрерывно следующих одно за другим, и нет необходимости особо подчеркивать предшествование действия, выраженного причастием, то употребляется не перфектное, а простое Причастие I.

Opening the window, he looked out of it.
Открыв *окно, он выглянул на улицу.*

В этом случае наряду с причастием часто употребляется ***герундий*** с предлогом **on** (реже after), который на русский язык переводится деепричастием совершенного вида:

On **arriving** at the town, they went straight to the hotel. ***Приехав*** *в город, они отправился прямо в отель.*

Примечание: Причастие I перфектное в функции обстоятельства и герундий с предлогами after и on свойственны литературному стилю, особенно техническим текстам:

Having translated the text, the student began to do the exercises.	***Переведя*** *текст, студент начал делать упражнения.*
Having done this work they went home.	***Сделав*** *эту работу, они пошли домой.*

В разговорном стиле предпочтение отдается придаточным предложениям с Past Perfect:

After (When) the student **had translated** the text, he began to do the exercises.	*После того как студент* ***перевел*** *текст, он начал делать упражнения.*
When (After) they **had done** this work they went home.	*Когда они* ***сделали*** *эту работу, они пошли домой.*

Или еще проще (если нет потери смысла, то предпочтение всегда отдается более простым формам):

The student **translated** the text and began to do the exercises.	*Студент* ***перевел*** *текст и начал делать упражнения.*
They **had done** this work and went home.	*Они* ***сделали*** *эту работу и пошли домой.*

Страдательный залог.

Употребляется в роли обстоятельства причины и времени, на русский язык переводится придаточным предложением со сказуемым в прошедшем времени. В русском языке соответствует малоупотребительной форме деепричастия *был показан, был дан*. В современном языке употребляется придаточное предложение, вводимое словами: *так как, после того как,* т. д.

Having been forbidden to go out, I stayed at home.	*Я остался дома,* ***так как*** **мне** ***запретили*** *выходить.*
Having been shown the wrong direction he lost his way.	***Так как*** **ему** *не правильно* ***показали*** *дорогу, он заблудился.*

Эта форма употребляется редко, лишь в литературе, особенно научно-технической, а в обычной речи здесь можно использовать Past Indefinite в Passive, например:

Having been given the toy the child stopped crying. = After (When) the child **was given** the toy, he stopped crying. ***После того как*** *(Когда) ребенку* ***дали*** *игрушку, он перестал плакать.*

Past Participle (Participle II)

(имеет только форму страдательного залога)

	Active	**Passive**
Participle II	-----	**asked**

Причастие II является страдательным причастием (образуемым только от переходных глаголов) и соответствует русскому страдательному причастию прошедшего времени, обозначая законченное действие, выполненное над каким-либо объектом. По своему значению оно выражает результат этого действия (как признак или состояние).

Может выражать или действие одновременное с действием, выраженным глаголом-сказуемым или действие, безотносительное ко времени, однако в

большинстве случаев выражает ***действие, предшествовавшее действию***, выраженному глаголом-сказуемым. Причастие II имеет те же синтаксические функции, что и Причастие I: ***определения*** (в основном) и реже – ***обстоятельства***.

В роли определения

В роли определения к существительному (***какой?, какая?, какие?*** и д.т.) одиночное причастие обычно находится перед определяемым словом, а с зависящими от него словами (причастный оборот) всегда ставится после определяемого существительного.

1 Перед существительным, как отглагольное прилагательное со страдательным значением. На русский язык переводится причастием прошедшего времени и показывает, что действие выполнялось над описываемым предметом:

a **stolen** bag	***украденная*** *сумка*
the **fallen** trees	***поваленные*** *деревья*
a well-**known** journalist	*хорошо* ***известный*** *журналист*
The **broken** cup was on the floor.	***Разбитая*** *чашка лежала на полу.*
The **faded** leaves fell to the ground.	***Увядшие*** *листья упали на землю.*

2 После существительного может находиться как одиночное причастие (реже), так и причастие с поясняющими его словами (определительный причастный оборот). На русский язык переводится причастием страдательного залога прошедшего времени или сказуемым в страдательном залоге придаточного определительного предложения, вводимого словом ***который***.

The book **taken** from the library was interesting.	*Книга,* ***взятая*** *(=****которую мы взяли****) из библиотеки, была интересная.*
The room **furnished** rather simply was large enough.	*Комната,* ***обставленная*** *довольно просто, была достаточно большой.*

Дополнительным признаком, характеризующим эту форму, как причастие, является наличие предлога **by** (соответствует русскому творительному падежу *кем?, чем?*), за которым следует предложное дополнение.

The girl **invited** by my friends was charming.	*Девушка,* ***приглашенная*** *моим другом, была очаровательной.* (а не: Девушка пригласила…)
The cup **broken** by the boy was on the floor.	*Чашка,* ***разбитая*** *мальчиком, лежала на полу.*

После существительного может стоять и одиночное причастие, при переводе на русский язык оно обычно ставится перед определяемым словом. (или переводится придаточным предложением после определяемого слова)

The telegram **sent** was signed by the director. ***Отправленная*** *телеграмма была подписана директором.*

А если причастие, играющее роль определения, образовано от глагола, который требует предложного дополнения, то перевод этого причастия или оборота придаточным предложением следует начинать с этого предлога с последующим словом ***который***, например:

The doctor **sent for** lived in the next village. *Доктор,* ***за которым послали****, жил в соседней деревне.*

Если в предложении рядом стоят два слова с окончанием **–ed** (характерно для технической литературы, инструкций и т.п.), то, как правило, первое из них - определение к слову, находящемуся слева от него, а второе - сказуемое предложения в прошедшем времени.

The method **used proved** to be very effective. ***Применяемый*** *метод* ***оказался*** *очень эффективным.*

The program **corrected proved** useful. ***Исправленная*** *программа* ***оказалась*** *полезной.*

В роли обстоятельства

Причастие в роли обстоятельства всегда обозначает второе действие при глаголе-сказуемом и отвечает на вопрос ***когда? как? почему?*** и т.д. происходит (происходило, будет происходить) главное действие, выраженное глаголом-сказуемым предложения.

Frightened by the dog, the child **began to cry**. ***Испугавшись*** *собаки, ребенок* ***начал плакать***. (почему?)

Причастие вместе с поясняющими словами образует причастный оборот, выражающий обстоятельства времени, причины, условия и др.

На русский язык такой оборот переводится по разному, но чаще - придаточным предложением с глаголом в страдательном залоге, вводимым союзами ***так как, поскольку, когда*** и т.п., в котором повторяется подлежащее всего предложения, если оборот зависимый (если оборот не имеет своего собственного подлежащего). Причастие переводится тем же временем (настоящим, прошедшим, будущим), что и сказуемое главного предложения. Причастный оборот в роли обстоятельства обычно (но не всегда) выделяется запятыми.

Pressed for time, I couldn't even have breakfast. ***Так как*** **у меня** ***не было*** *времени, я не смог даже позавтракать.*

Written in pencil, the article was difficult to read. ***Так как*** **статья** ***была написана*** *карандашом, ее трудно было читать.*

Примечание: Оборот *written in pencil* стоит в начале предложения, перед определяемым словом, а значит в роли обстоятельства, а не определения, так как определительный оборот должен находиться после. Поэтому этот оборот должен быть ответом на вопрос ***Почему?***, а не на вопрос ***Какая?***

Причастный оборот может находиться в начале или в конце предложения и часто вводится союзами, уточняющими характер обстоятельства, например: **when** - *когда,* **though** - *хотя*, **if** - *если, если бы*, **unless** - *если…не,* **until** - *пока…не* и др.:

When **asked** (=when he was asked), he looked at us and was silent. *Когда* **его** ***спрашивали****, он смотрел на нас и молчал.*

When **called**, he refused to come. *Когда* **его** ***позвали****, он отказался прийти.*

If **invited**, I'll go there. *Если* **меня** ***пригласят****, я поеду туда.*

They will leave, unless **stopped**. *Они уйдут, если* **их** *не* ***остановить***.

Кроме того входит в состав сложных глагольных форм:

Причастие II (причастие прошедшего времени) не имеет сложных форм. Наличие перед ним вспомогательных глаголов указывает на то, что оно входит в состав сложной глагольной формы.

а) Причастие II используется в качестве смыслового глагола ***во всех формах Perfect***. Сюда относятся как личные формы - **Present, Past** и **Future** ***Perfect***, так и неличные – **Инфинитив, Герундий** и **Причастие I** ***в Perfect***.

Все эти сложные формы образуются из сочетания вспомогательного глагола **to have** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия II (она же III-я форма глагола или **ed-** форма). Например:

We **have received** the letter today. (Present Perfect) *Мы* ***получили*** *(это) письмо сегодня.*

I was sorry **to have missed** the train. (Perfect **Infinitive**) *Мне было жаль, что я **пропустил** поезд.*
Thank you for **having helped** me. (Perfect **Gerund**) *Благодарю вас за то, **что помогли** мне.*
Having translated the article he put the dictionary on the shelf. (Perfect **Participle I**) ***Переведя** статью, он поставил словарь на полку.*

б) ***Все формы Страдательного залога*** (Passive Voice), как **личные**, так и **неличные**, образуются сочетанием вспомогательного глагола **to be** (в соответствующем спряжении) **+** смыслового глагола в форме Причастия II. Например:
The door **is locked**. (Present Indefinite Passive) *Дверь **заперта**.*
You **have been warned**. (Present Perfect Passive) *Вас **предупредили**.*
I want **to be informed** of her arrival. (Indefinite **Infinitive** Passive) *Я хочу, **чтобы меня информировали** о ее приезде.*
I like **being invited** to their house. (Indefinite **Gerund** Passive) *Мне нравится, когда меня **приглашают** к ним домой.*
Being asked, he always answer all the questions. (**Participle I** Passive) *Если его **спросить**, он всегда ответит на все вопросы.*

Объектный причастный оборот

или "Объектный падеж с причастием (Participle I или II)"
(сложное дополнение)

Схема построения этого оборота полностью совпадает со схемой объектного инфинитивного оборота, только на месте инфинитива стоит причастие.

Объектный причастный оборот, или сложное дополнение, состоит из ***существительного*** в общем падеже или ***личного местоимения*** в объектном падеже (me, him, her, it, us, you, them) и ***причастия*** (**I** или **II**), выражающего действие. Употребляется после глаголов, выражающих чувственное восприятие и некоторых других.

Существительное / местоимение + **Причастие I** или **II**

В предложении он, как дополнение, занимает третье место:

(1)		(2)		(3)		(4)
Подлежащее	+	Сказуемое	+	**оборот "сложное дополнение"**	+	второстепенные члены предложения

а) Здесь причастие в форме **Participle I** обозначает действие, как процесс, совершаемое лицом или предметом, обозначенным существительным / местоимением, которое стоит перед причастием.
б) А причастие **Participle II**, имеющее только форму страдательного залога (**Passive**), обозначает действие, производимое кем-то над лицом или предметом.
То есть **Participle I** обозначает ***процесс***, а **Participle II** – ***результат действия***.

Обратите внимание на то, что этот оборот употребляется лишь после весьма небольшого списка глаголов, в остальных случаях причастие выступает в роли простого определения (см. раздел "Participle I; В роли определения", например:

She saw **the picture hanging** on the wall. (рассматриваемый оборот)	*Она видела, **как картину вешали** на стену.*
She pointed at **the picture hanging** on the	*Она показала на **картину, висящую** на*

wall. (определение) *стене.*

Объектный причастный оборот с Participle I

Этот оборот употребляется после глаголов, выражающих восприятие посредством органов чувств:

to feel - *чувствовать* to notice - *замечать*
to hear - *слышать* to observe – *наблюдать*
to listen to - *слушать* to see - *видеть*
to look (at) - *смотреть* to watch – *наблюдать* и др.

На русский язык этот оборот обычно переводится дополнительным придаточным предложением с союзом ***как, что***:

We heard **her saying** these words. *Мы слышали, **как она произнесла** эти слова.*
I watched **the snow falling**. *Я наблюдал, **как падает снег**.*
Let's listen to **John playing** the piano. *Давайте послушаем, **как Джон играет** на пианино.*
They watched **the car being pushed** by a group of boys. (Passive) *Они наблюдали, **как машину толкала** группа мальчиков.*

Отличие между причастным оборотом и аналогичным инфинитивным оборотом состоит в том, что:

а) причастный оборот показывает действие в процессе его совершения (длительный характер действия),
б) а инфинитивный оборот только указывает на действие (как законченное), констатирует факт.

Поэтому причастный оборот переводится, в основном, глаголом несовершенного вида, а инфинитивный - совершенного. Обратите внимание, что инфинитив после глаголов из приведенного списка употребляется без частицы **to**.

Причастный оборот.	Инфинитив.
I saw **you passing** our house. - *Я видел, **как ты проходил** мимо нашего дома.*	I saw **you pass** our house. - *Я видел, **что ты прошел** мимо нашего дома.*
I heard **him coming up** the stairs. - *Я слышал, **как он поднимался** по лестнице.*	I heard **him come up** the stairs. - *Я слышал, **что он поднялся** по лестнице.*

Однако это смысловое отличие стирается, если глагол выражает действие длительного характера: **to walk** - *ходить*, **to stand** - *стоять*, **to sit** - *сидеть*, **to run** - *бежать* и др. Оба оборота переводятся глаголами несовершенного вида.

Объектный причастный оборот с Participle II

В этом обороте Причастие II, как страдательное причастие, выражает действие, производимое кем-то над предметом или лицом. Встречается после глаголов:

1 После тех же глаголов чувственного восприятия, что и Participle I, напр.:

to feel - *чувствовать* to see – *видеть*
to find - *обнаруживать* to watch - *наблюдать* и др.
to hear – *слышать*

I found **the envelopes opened**. *Я обнаружил, **что конверты открыты**.*
I heard my **name pronounced**. *Я слышал, **что произнесли** мое **имя**.*
I saw **the window broken**. *Я увидел, **что окно разбито**.*

2 После глагола **to have**, реже **to get** в значении *сделать так, чтобы (получить)*, **get** часто имеет легкий оттенок *добиться, чтобы*. Этот оборот означает, что действие совершается не самим подлежащим, а другим лицом для него или за него.

to have / to get	+	**Объект**	+	**Причастие II**

Эта конструкция очень характерна для разговорной речи и переводится на русский язык простым предложением. Сравните:

I have a new **house built**. *Я построил новый дом. (Мне построили; Для меня построили.)*

I **have built** a new house. (сказуемое в Pres. Perfect Active) *Я построил новый дом.* (сам)

I have my **task done**. *Мое задание выполнено. = Мне выполнили задание.*

I **have done** my task. (Present Perfect) *Я выполнил задание.* (сам)

I have my **car repaired**. *Я отремонтировал машину. (Мне отремонтировали…)*

I **have repaired** my car. *Я отремонтировал машину.* (сам)

Вопросительная и отрицательная формы глагола **to have** в этом случае чаще, но не обязательно, строятся с помощью вспомогательного глагола **do;** смотри раздел: "Present Indefinite; To be и to have (got) в вопросительной и отрицательной формах".

Did you have your **hair cut**? *Ты сделала стрижку?*

Have you had this **article typed**? *Вам напечатали эту статью?*

I didn't have my **photo taken**. *Я не сфотографировался.*

3 В аналогичном значении после глаголов, выражающих желание, **to want** - *хотеть*, **to wish** – *желать*:

I want **the letter sent** at once. *Я хочу, **чтобы письмо** сразу же **отослали**.*

We want/wish **it done** as fast as possible. *Мы хотим, **чтобы это сделали** как можно быстрее.*

Субъектный причастный оборот

(сложное подлежащее)

Схема построения этого оборота полностью совпадает со схемой объектного инфинитивного оборота, только на месте инфинитива стоит Причастие I.

Субъектный причастный оборот, или сложное подлежащее, состоит из ***существительного*** в общем падеже или ***личного местоимения*** в именительном падеже и ***Причастия I*** (редко Причастия II), обозначающего действие. Эта конструкция разделена на две части глаголом-сказуемым в страдательном залоге.

Субъектный причастный оборот

▼		▼		▼
Существительное или **личное местоимение**	+	Глагол – сказуемое в Passive	+	**Причастие I** редко Причастие II

В этом обороте Причастие I передает действие в его развитии, совершаемое лицом или предметом, названным в первой части комплекса. Причастие – действие как процесс, инфинитив – действие как факт.

Причастный оборот.		Инфинитив.
They were seen **smoking**.	–	**They** were seen **to smoke**. –
*Видели, **как они курили**.*		*Видели, **что они курят**.*

На русский язык переводится сложноподчиненным предложением с союзом ***как, что, чтобы***, в котором функцию главного предложения выполняет неопределенно-личное *видели, слышали* и т. д., а причастие часто переводят сказуемым придаточного предложения.

Оборот употребляется со следующими глаголами восприятия в страдательном залоге, которые ставятся между первой и второй частью комплекса:

(to **feel)** is/are/was/were **felt** – *чувствуют,*
(to **find**) is/are/was/were **found** – *находят (считают), обнаружили,*
(to **hear**) is/are/was/were **heard** – *слышно, слышали,*
(to **see**) is/are/was/were **seen** - *наблюдали, видно, видели,*
(to **watch**) is/are/was/were **watched** - *видно, видели,* … и др.

She was found **sitting** by the fire. ***Ее*** *обнаружили* ***сидящей*** *у огня.*
The plane was heard **flying** over the wood. *Слышали,* ***как самолет летел*** *над лесом.*
They were seen **leaving** the station. *Видели,* ***как они уходили*** *со станции.*

Причастие II, имеющее пассивное значение, иногда употребляется с глаголами **to consider, to believe** *считать*; **to find** *находить*:

The work was considered **finished**. ***Работу*** *считали* ***завершенной***.

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.*

Герундий – это неличная форма глагола, выражающая название действия и обладающая как свойствами глагола так и существительного.

В русском языке нет соответствующей формы. Его функции в предложении во многом сходны с инфинитивом, однако он имеет больше свойств существительного.

Глагольные свойства герундия выражаются в том, что:

1. Герундий переходных глаголов может иметь прямое дополнение (без предлога):

reading books – *читать* (что?) *книги*

preparing food – *готовить* (что?) *пищу*

2. Герундий может иметь определение, выраженное наречием (в отличие от существительного, определяемого прилагательным):

reading loudly - *читать* (как?) *громко*

driving quickly – *ездить* (как?) *быстро*

3. Герундий имеет неопределенную и перфектную формы, а также формы залога – действительного и страдательного.

Всеми этими признаками обладает и причастие I (также имеющее **ing**-форму). Однако герундий обладает и ***свойствами существительного***, которые выражаются в том, что герундий:

1. Может определяться притяжательным местоимением и существительным в притяжательном или общем падеже (это - герундиальный оборот):

their **singing** - *пение* (чье?) *их*

my friend's **reading** – *чтение* (чье?) *моего друга*

Helen('s) **coming** – *приезд* (чей?) *Хелен*

2. Перед ним может стоять предлог, например:

by **reading** - *путем чтения, читая*

before **leaving** – *перед уходом*

3. Как существительное он может служить в предложении: подлежащим, частью составного сказуемого, дополнением, определением или обстоятельством.

Примечание: Однако герундий в отличие от существительного, в том числе и отглагольного (та же **ing**-форма), не может иметь артикля и формы множественного числа.

Перевод герундия. Аналогичной части речи в русском языке нет, а так как он имеет признаки существительного и глагола, то в русском языке можно найти два способа его перевода:

а) существительным, передающим процесс: *курение, чтение*;

б) глаголом, чаще всего неопределенной формой (инфинитивом) – *делать*, а иногда, если есть предлог, деепричастием – *делая*.

Сложные формы герундия почти всегда переводятся придаточными предложениями.

Образование герундия. Герундий образуется так же, как и причастие I: к инфинитиву без частицы **to** прибавляется окончание **–ing**, это так называемая **IV-я** форма английского глагола. Правила прибавления окончания **-ing** смотри в разделе: "Приложения. Образование и чтение **–ing** форм."

Отрицательная форма герундия образуется с помощью частицы **not** которая ставится перед герундием.

Употребление различных форм герундия.

Из четырех форм герундия в основном употребляется простой герундий – Indefinite Active, а уж форма Perfect Passive употребляется совсем редко.

Indefinite (active): **IV форма (-ing форма)**

1 Употребляется если действие, выраженное герундием, происходит ***одновременно*** с действием, выражен. глаголом-сказуемым предложен. (в настоящем, прошедшем или будущем).

I like **inviting** friends to my place. *Я люблю **приглашать** к себе друзей.*
She was fond of **singing** when she was a child. *Она любила **петь**, когда она была ребенком.*

2 Для выражения ***будущего*** действия по отношению к действию, выраженному глаголом-сказуемым, употребляется после глаголов: **to insist** – *настаивать*, **to intend** – *намереваться*, **to suggest** – *предполагать* и др.

He had intended **writing** him. *Он собирался **написать** ему.*
We think of **going** there in the summer. *Мы думаем **поехать** туда летом.*

3 Для выражения действия, ***предшествующего*** действию, выраженному глаголом-сказуемым в личной форме. В этом значении (т.е. в значении, передаваемом Perfect Gerund) неопределенная форма употребляется после глаголов: **to excuse** – *извинять*, **to forget** – *забывать*, **to remember** – *помнить*, **to thank** – *благодарить* и др.

I remember **seeing** you once. *Я помню, что однажды **видел** вас.*
Thank you for **helping** me. *Спасибо, что **помогли** мне.*

а также после предлогов **on, after, before, without** и др.:

On **entering** the room, we found it empty. ***Войдя** в комнату, мы обнаружили, что она пуста.*
He came in without **knocking**. *Он вошел не **постучав**.*

4 Действие, выраженное герундием, может быть ***безотносительно*** ко времени его совершения

Studying is the way to knowledge. ***Учеба** - это путь к знанию.*

Indefinite (passive): **being + III форма (-ed)**

Здесь герундий называет действие, которое испытывает на себе лицо или предмет, обозначенный подлежащим предложения.

I like **being invited** by my friends. *Я люблю, **когда меня приглашают** к себе друзья.*
I insist on **being listened** to. *Я настаиваю на том, **чтобы меня выслушали**.*
She is afraid of **being cheated**. *Она боится, **что ее обманут**.*

Perfect (active)**: having + III форма (-ed)**

Выражает действие, ***которое предшествует*** действию, выраженному глаголом-сказуемым в личной форме или описываемой ситуации:

I'm sure of **having read** it once. *Я уверена* (сейчас), ***что уже*** *однажды* ***читала*** *это* (раньше).

He regretted now **having written** this letter. *Он сожалел теперь,* ***что написал*** *это письмо.* (раньше)

Perfect (passive)**: having been + III форма (-ed)**

Называет предшествующее действие, которое испытывало на себе лицо или предмет, обозначенный подлежащим предложения.

I remember **having been shown** the letter. *Я помню,* ***что мне показывали*** *письмо.*

He was proud of **having been elected** chairman. *Он гордился,* ***что был избран*** *председателем.*

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.

II. Другие виды самостоятельной работы

2.1 Выполнение самостоятельного письменного домашнего задания

2.1.1 Подготовка к практико-ориентированному заданию

Выполните следующие задания:

1. Переведите следующие терминологические словосочетания на русский язык.

1. associated mode of operations; 2. data signal quality detection; 3. connection through an exchange; 4. effectively transmitted signals in sound-program transmission; 5. error-detecting system; 6. optional user facility; 7. public data transmission service; 8. two-way – alternate interaction; 9. pair of complementary channels; 10. time consistent busy hour; 11. ratio of compression; 12. indirect manual demand operation; 13. external loss time; 14. setting-up times of an international call; 15. digital line pass; 16. mean time between interruptions; 17. automatic booked call service; 18. centralized multi-end-point-connection; 19. level of maintenance; 20. emergency call service; 21. probability of successful service completion; 22. error correction by detection and repetition.

2. Переведите следующий текст на русский язык, обращая внимание на термины и термины-словосочетания.

Electronic mail

Subscribers to electronic mail services effectively rent a piece of computer memory- the mailbox- and by logging on to the system they can send and receive mail to and from other mailboxes on the same system. Electronic mail theoretically has everything going for it in terms of what modern business needs for person-to-person, official, documented communication.

It is instantaneous, world-wide broadcast (i.e. one message can be relayed to infinite addresses), protected by pass codes and reviewable on a VDU-you don't have to end up with a document in your hand unless you want one. Because all electronic mail services involve logging onto a computer-controlled network, electronic mail is programmable and cheaper to run that traditional post/phone communications.

3. Переведите текст на русский язык, обращая внимание на сокращения.

1. The comparator incorporates in one unit a pair of falling sphere viscosimeters one of which is filled with a certified oil and has a scale calibrated at 70 deg.

2.If a continuous current flowing through an inductive resistance is increasing, the induced e.m.f. may be regarded as negative.

3. Although unit weights vary greatly one may assume that 1 ft. depth of hard, dry, wind-blown snow weighs 10 1b.per.sg.ft.

4. The current gradually dies down to zero as in the previous case, but this time it is a.c. that is dying away.

5. There are certain processes for which d.c. is either essential or at any rate desirable.

6. The cost of supplying elecrrical energy depends not only on the kwh. consumed but also on the power factor of the load and the maximum demand.

7. There are numerous everyday uses for the handie-talkie, one most of you will appreciate is aiding in TV antenna installation and maintenance.

8. During this period the blast wave is traveling outwards at a speed of about 700 mph.

4. Переведите многокомпонентные термины-словосочетания:

a) a single-phase direct current locomotive, the bilateral axle box guides, a motor driven oil pump, auxiliary equipment, load and spud condition, three phase asynchronous motors, a given attractive effort characteristic, a new series of electric locomotives, high voltage d.c. motors;

b) small-size universal electronic computers, the 1990 figures, a high level peace meeting, a 40-foot-long rocket powered plane, a ten per cent wage increase, the average sized motor car, the newly built locomotive repairing shop, the Fifth World Trade Union Congress.

5. Дайте варианты перевода выделенных терминов и терминологических словосочетаний на русский язык в следующих предложениях.

1. There are two basic ways to obtain plastic flow: the first by direct **bearing** on normal loading of the seal surfaces.

2. The incoming **cross-country crude oil pipeline** will be cathodically protected with an **impressed current cathodic protection system** designed and installed by others. The local piping will be electrically isolated from the **transmission line,** and underground portions will be protected with local impressed current systems.

3. Tests on plastic models of **turbine casings**, **in-service strain and ultrasonic measurements** on operational **superheaders**, and **in-pile biaxial tests and measurements** on **zirconium tubes** were some of the practical problems discussed.

4. **Concentration** of the same amount of **ionization** in a thin-down, however, may become biologically significant in organs such as the **hypothalamus**, or **ocular lens** where loss of a few cells is crucial.

5. **A core competence** is something that a company does well relative to other internal activities.

6. **A distinctive competence** is something a company does well relative to competitors.

7. **Diesel engine exhaust** and some other constituents are known to the State of California to cause cancer, **birth defects**, and other **reproductive harm**.

8. **The transmitting stations** shall conform to **the maximum permitted spurious emission power levels**.

9. **The coast stations** shall not occupy **the idle radiotelephone channels** by emitting **the identification signals**, such as those generated by **the call ships** or tapes.

10. The signals for testing and **adjustment** shall be chosen in such a manner that no confusion will arise with a signal, abbreviation, etc, having a special meaning defined by **the International Code of Signals**.

6. Переведите текст, обращая внимание на термины-словосочетания.

Haulage from Working Face

With the practical elimination of pit ponies, small compact mainrope or single-drum haulers are required to handle the hutches or tubs from the working face to the main haulage road. A squirrel-cage motor is mounted within the drum which rotates on the stator casing. The controlling reversing motor switch is arranged in an extension of the stator casing. Owing to the characteristics of the squirrelcage motor, it is essential that the motor must be started light, that is without load. To enable this to be done, a clutch of the external band type is fitted on the right-hand side, immediately alongside is a brake, also of the external band type, but arranged to operate on a turned rim of the rope drum. The gearing is totally enclosed and runs in an oil bath. Fitted with a 15-h.p. motor, the rope pull is 2,600 lb. on the roll at 160 ft/min.

7. Переведите предложения на русский язык, подбирая соответствия для устойчивых сочетаний.

1. The British economy **is not out of the wood yet**.
2. The proposal **went over big** with **big business.**
3. In the times of stagflation many overseas companies **pulled over**, but somehow we managed to **buck the trend.**
4. The manager **has put** our project **into cold storage**, so it is still **up in the air.**
5. Lots of **hot money** is being transferred to Switzerland which has always been **the tax haven** for Europe's wealthy.
6. The company **has gone on the hook** recently.
7. The business is slack, and our sales level hardly reaches **the break-even poin.**
8. All we understood from his **double-dutch** was that it was supposed to be **a Dutch Party.**
9. The turnover has increased considerably before the **triple witching hour**.
10. Let's **deal** him **in** and give him **a piece of the cake**.

8. Переведите следующие предложения на русский язык, обращая внимание на логико-грамматические лексические единицы.

1. Our world has become so various and complicated that we no longer have one common medium of communication.
2. It is still unclear at this time whether, indeed, one type of fibers is better than the other.
3. Since a microphone is an essential part of all electrical communication systems let us first see how it function.
4. In music, on the other hand, a much wider frequency range is required.
5. Amplification can be done either before or after detection.
6. Secondly, even smaller rural village will also have telephone facilities.
7. Communication theory deals with systems for transmitting information from one point to another.
8. Thus, the best we can do is to find the law which represents the experience of a given county over the recent past, and then we can use it to predict the immediate future with some degree of confidence.
9. Otherwise we say that the source has no memory.
10. Electric waves in space or on wires decay as they travel away from the transmitter.
11. Today the engineers usually describe the mathematical content of the subject either as "information theory" or as the "statistical theory of communication".
12. In addition, teleconference and electronic mailbox services had been introduced by 1986.
13. Despite the scarcity of natural resources and shortage of adequately skilled manpower and technology communication facilities were greatly expanded during this period.
14. As regards the distribution network, the decision is still outstanding.

9. Переведите следующий текст, обращая внимание на встречающиеся в нём реалии.

Othello: A New Direct-Conversion Radio Chip Set Eliminates IF Stages

by Dan Fague

Analog Devices recently announced the revolutionary Othello directconversion radio for mobile applications. By eliminating intermediate frequency (IF) stages, this chip set will permit the mobile electronics industry to reduce the size and cost of radio sections and enable flexible, multi-standard, multimode operation. The radio consists of two integrated circuits, the AD6523 Zero – IF Transceiver and the AD524 Multiband Synthesizer. The AD6523 contains the main functions necessary for both a direct-conversion receiver an d VCO transmitter, known as the Virtual – IF transmitter. It also includes the local- oscillator generation block and a complete on-chip regulator that supplies power to all active circuitry for the radio. The AD6524 is a fractional – N synthesizer that features extremely fast lock times to enable advanced data services over cellular telephones-such as high- speed circuit-switched data (HSCSD) and general packer radio services (GPRS). Together, the two ICs supply the main functions necessary for implementing dual-or triple-band radios for GSM cellular phones. The direct conversion technology, combined with a new twist on the translation loop (or direct VCO) modulator < reduces the amount of external filtering needed in the radio to absolute minimum.

10. Выделите смысловые группы в следующих предложениях и переведите их на русский язык.

1. The trend toward digital communication is rapidly becoming universal.
2. Electronic communication is limited by regulation and legislation.
3. Radio is a mass medium.
4. As a communication system, mass communication is comparatively simple.
5. The telephone is a common terminal with common requirements and properties.
6. Over the past several years considerable efforts have gone into the research, design, and development of data communication systems.
7. A communication network is modeled by a weighted graph.
8. In Europe the proportion of long – distance calls is much bigger than on the American continent.
9. Excellent detectors are available for use in fiber optical communication systems.
10. By the early 1890s the waves were already a subject of intense experiment.

11. Определите тип предложений (простое, сложносочиненное, сложноподчиненное) и переведите их на русский язык.

1. Effective mobile telephony requires all the complexity of present telephony and a great deal more.
2. In the past 20 years information theory has been made more precise, has been extended, and has been brought to the point where it is being applied in practical communication systems.
3. The devices and the art make communication systems possible but the importance of such systems is the part that they play in our lives.
4. Domestic telephone traffic is far larger than international traffic and the standards of performance which must be met are higher.
5. The channel is a physical line connecting the source to the user through which information is transmitted.
6. All sources models in information theory are random process models.
7. Faraday's law can be used to show that the voltage induced in the coil is sinusoidal.
8. Transistors have made TV more portable.
9. Radio can appeal to many interest groups, cultural and geographic, because it provides many cheap channels.

10. A telephone network would be mute without the telephone set, and a data network is useless without data terminals.

12. Переведите следующие газетные заголовки.

1. Steam Versus Electric Locomotives.
2. Manchester Ship Canal Reconstruction.
3. Ford Automobile Repair Shop organization.
4. Coal Handling Problems at Electric Stations.
5. Has Ford Backed Detroit into Corner?
6. Laptops: Do we need that Speed?
7. Israeli high-tech companies need more promising land.
8. 1000 British Aircraft Stop Work.
9. Soil Water Supply Important of Subtropical Plants.
10. Whither Modern Medicine?

2.2 Дополнительное чтение профессионально ориентированных текстов и выполнение заданий на проверку понимания прочитанного

№1

Prospecting for Radioactive Minerals

Application of radioactive measurements in geophysical prospecting is concerned with the location of concentrations of active materials and radioactive rocks.

As a whole, radioactive substances are rather uniformly distributed all over the earth.

Radioactivity is a group of phenomena characteristic of substances with high atomic weight, of which the best known examples are uranium, radium and thorium. Elements possessing radioactivity are unstable; their atoms break down (disintegrate) spontaneously into other atoms at rates characteristic of each type with the emission of one or more of three distinct types of radiation known as alpha (α), beta (β) and gamma (γ) rays. These types of radiation produce three different effects, namely: 1. they ionize gas, that is, they cause it to become a conductor of electricity; 2. they produce scintillations or phosphorescence in certain minerals and chemicals; 3. they affect a photographic plate exposed to their action in the same way as light does it. All three types of rays will pass through sheets of material opaque to ordinary light but some are much wore penetrated than the others. The α rays, which are charged nuclei of helium atoms, are completely absorbed by a single sheet of writing paper, while for β rays which are electrons or in some cases positrons, are more penetrating, though the most energetic ones are stopped by a thin sheet of lead. on the other hand the γ -rays, which are like X-rays but of shorter wave-length, may penetrate several inches of iron. Geophysical prospecting for radioactive minerals is based on physical detection of this radiation.

Various detecting and measuring instruments have been designed, which are used to locate radioactive minerals, the most suitable of them being the Geiger-Muller counter and the scintillation counter.

Radioactive Rocks

All rocks may be divided into two classes those which are radioactive and those which are not. Those which are radioactive contain a fair percentage of uranium or thorium minerals or both; examples of these minerals are pitchblende, carnotite, thorianite. Samples of such rocks brought near a Geiger counter will readily and rapidly be identified as radioactive.

It has been proved that all rocks, primary and secondary, contain a small amount of the element radium, about one part in a million million. Hence, true radioactive rocks are those which contain about one part in a million of radium, while ordinary rocks contain about one part in a million million. Radium is a transformation product of uranium, from ores of which it is extracted, and most of the activity, associated with pitchblende and other radioactive ores, is due to the radium content.

In the search for radioactive rocks or minerals, such as pitchblende or certain pegmatites, it is sufficient to have Geiger or scintillation counters which can be battery-operated[1] and carried along over the ground or flown in an aircraft for regional surveys. Since the α- and β - rays are absorbed by only a few inches of overburden, except in the case of exposed outcrops, it is the γ rays which will reveal the presence of radioactive ores.

Now the demand for minerals containing uranium has become so great that a more rapid method of locating possible sources is extremely important. Rapid surveys over large areas from aircraft in which special γ-ray detectors are installed have been carried out.

Among the substances which might be detected by their association with uranium are the minerals of such elements as zirconium, yttrium, beryllium, clumbium (also called niobium), tantalum and the rare earth minerals. These minerals are mostly complex oxides containing varying amounts of uranium and thorium and are widely dissiminated throughout granites, pegmatites and contact metamorphic deposits.

Uranium is associated principally with: 1. pegmatites and metamorphic rocks mineralized by various types of intrusives; 2. alluvial sedimentary rocks, such as sandstones and placer conglomerates and 3. organic deposits of the phosphorite, lignite and bituminous shale type.

The radioactivity of igneous rocks increases with an increase in SiO_2 content. Basic rocks are generally less radioactive than are acidic ones. Effusive rocks are more radioactive than are plutonic rocks; the radioactivity of metamorphic rocks is largely dependent on whether they are derived from igneous or sedimentary rocks.

Radioactive mineral concentrations, not only in sedimentary but also in igneous rocks, may exceed their surroundings in radioactivity by 1000 to 100 000 times.

№2

Fundamental Principles of Radioactivity

By radioactivity is meant the disintegration of an atomic nucleus by emission of energy and particles of mass. This process takes place spontaneously in some naturally occurring radioactive substances. Three types of radiation are observed alpha, beta and gamma rays. Geophysical prospecting for radioactive minerals is based on physical detection of this radiation.

Atom, nucleus, isotopes. An atom of any element consists mostly of space in which are distributed (распределять): 1. a very small and extremely dense nucleus and 2. "planetary" electrons. The nucleus carries one or more positive electrical charges, their number determining the element. The electrons circulate around the nucleus in discrete orbits. Each electron has a single negative charge and an extremity small size and mass; the total number of electrons equals the number of positive charges in the nucleus. A proton has a single elementary positive electrical charge and an atomic mass of 1.007 595 a hydrogen nucleus consists of a single proton. The number of protons in a nucleus, called the atomic number "Z", determines the total positive charge on the nucleus and hence () the nature of the element •and its position in the periodic table. Thus the element with Z = 1 is hydrogen, that with Z = 2 is helium, and that with 3=92 is uranium.

A neutron is an electrically neutral particle with an atomic mass of 1.008 893. The total number of neutrons and protons which make up a nucleus is called the mass number "A". The different varieties of the same element which have different mass numbers because of a variation in the number of neutrons are called isotopes of that element.

Most naturally occurring isotopes are stable, a few are not and their nuclei break up by radioactive disintegration, giving off alpha particles, beta particles and gamma rays.

Alpha particles. An alpha particle is a helium nucleus. Alpha rays are emitted by radioactive nuclei of the heavier elements when two protons and two neutrons in the nucleus combine and break off. Because of their relatively large charge and size, alpha particles are strongly ionizing. They are able to penetrate only a few centimeters of air and are stopped by a sheet of paper.

Beta Particles. A beta particle is an electron. Emission velocities of beta particles are extremely variable, ranging from relatively slow speeds up to speeds approaching that of light. On the average (в

среднем) they are about ten times as high as alpha velocities, and they are about 100 times as penetrating although they are stopped by about 5 mm. of aluminium or a few millimeters of rock.

Gamma Rays. Gamma rays are electromagnetic radiation of the same nature and velocity as light and X rays, but with much greater energy and hence with higher frequences. Gamma rays have about one-hundredth the ionizing ability of beta rays. They are of comparatively (сравнительно) low speed and are 10 to 100 times more penetrating then beta rays and may pass through several centimeters of lead, up to 1 ft. of rock and several hundred feet of air.

The three kinds of radiation are detested by the effects produced when they collide (сталкиваться) with atoms.

Of the many types of instruments designed for this purpose the Geiger-Muller counter and the scintillation counter are most suitable for prospecting work.

Radio Waves Used -to Find Minerals

Very low frequency radio waves are providing a powerful new deep technique for commercial (промышленный) mineral surveys and for prospecting for underground water.

On land the VLF waves penetrate up to 500 ft. below the surface find are distorted (искажать) by variations in the magnetic and electrical properties of the material through which they pass.

An Airborne Detector (воздушный индикатор излучения) analyses the distortions for producing an underground map of mineral anomalies. This reveals deposits, both metallic and non-metallic, which cannot be detected from the surface by other techniques.

The VLF system is already being used not only in the search for ore but as a means of detecting underground water and. of locating deposits of sand or gravel, copper, zinc and other deposits.

Cosmic Rays Help to Prospect for Mineral Deposits

The scientists have established (устанавливать) that the cosmic rays which fall on our planet from outer space interact (взаимодействовать) with atoms of the atmosphere and thus produce some new so called secondary particles, which have a great power of penetration. These particles, which are called "muons", can penetrate a 5,000 metre thick layer of a rock. It has been noticed that they are absorbed by the rocks. This absorption, however, is not always uniform (одинаковый). It depends mainly on two physical properties of the rocks: their thickness end specific gravity. When cosmic rays encounter (встречать), for example, ore deposits, their intensity decreases sharply, because ores are for the most part dense and, on the contrary (наоборот), when the cosmic rays are passing through rocks of relatively low density or through underground cavities, etc. then their intensity is relatively high. This fact led to the idea of using "muons" in search for minerals. In combination with existing geophysical methods the method of recording cosmic rays underground has given good results in exploring a number of mineral deposits in Armenia, the Urals, Central Asia and Ukraine.

№3

Gravitation

Newton conceived that any particle of matter “m” attracted any other particle “m” at a distance "r" from it with a force measurable, in suitable units, as mm/r^2. He further proved mathematically that a large uniform sphere had the same gravitational effect, outside it, as if its whole mass were concentrated at the centre. He has found that the motion of the moon round the earth and of the planets round the sun conformed to his simple law. His theory of gravitation appears to hold for the whole universe.

The Newton's laws and principles are used in the search for ore and oil in the modern gravitational methods of applied geophysics.

A small mass on a light thread constitutes a simple pendulum, and a small swing to and fro takes a time "t" sec. which is equal to $2\pi\sqrt{(l/g)}$, where "l" is the length of the thread and "g" is the acceleration due to gravity. The mass of "mg" will be pulled by the earth at its surface, with a force of "w" dynes, where w = mg, and "g" has a value of about 980 $cm.sec^{-2}$, by which it is meant that a freely falling body would have its velocity accelerated at a rate of 980 cm per sec. in every second of time.

The determination of the value of gravity, as measured by "g", is connected with the question of isostasy. At considerable depths, a few miles underground, the constituents of the earth are at a

pressure, so that there must be ultimately a balance of the superimposed masses. Large regions of mountainous country such as the Himalayas, the Rocky Mountains, or the Andes, have to balance against the depth of the Pacific or the Indian Oceans. The relatively high sea water must have beneath it sufficiently dense material to compensate for the mass of the mountain ranges.

1. to & fro – вперед и назад
2. pendulum - маятник

The Normal Spheroid & Geoid

The exact shape of the earth has been a matter of great interest and scientific study since the time of Newton. It can be derived from certain geodetic and astronomic measurements and also from a study of the variation of gravity over the surface together with a knowledge of the Earth's radius.

The shape of the earth is expressed in terms of the dimensions of an ideal spheroid of reference.

If the earth were a perfect fluid with no lateral variations in density its surface would correspond to the ideal, or so called normal spheroid represented by the gravity formula. This would he a level surface, and the direction of gravity everywhere would be perpendicular to this surface. Actually, the earth is not uniform and there are departures of the level surface from the normal, or reference spheroid.

The actual level surface may be considered as the surface of the oceans (if free from disturbing tidal and wind forces) as extended across land areas by cutting imaginary deep canals down to sea level. Such level surface is called the "geoid".

The actual level "surface, however, is deformed or warped by the irregularities in density within the earth and the topographic irregularities of its surface.

1. spheroid of reference – сфероид относимости (сфероид приведения)
2. if the earth were a perfect fluid – если бы земля была идеальной жидкостью
3. lateral – горизонтальный (боковой)
4. level surface – горизонтальная (ровная) поверхность
5. departure - отклонение
6. tidal and wind forces – силы приливов и ветров
7. imaginary – воображаемый (мнимый)

№4

The Inner Field of the Earth

To a first approximation the general form of the magnetic field at the surface of the earth is that of a polarized sphere, with one magnetic pole near the north geographic pole and one near the south pole.

We have defined a positive magnetic pole as that corresponding to the north-seeking pole of a compass. Since the compass sends to point toward an opposite pole, it is evident that the magnetic pole near the north geographic pole is negative; that near the south pole is positive.

The exact internal cause of the earth's magnetic field is one of the great unsolved problems of geophysics. Many suggestions have been made, but all have theoretical difficulties. For instance, it has been suggested that the field is due to a magnetized iron core of the earth, for from the mean density of the earth it is probable that its centre is metallic, and there is evidence in support of this idea in earthquake seismology. However, the interior of the earth is almost certainly at a temperature much above that at which iron loses its magnetic properties. Probably the most reasonable hypothesis is that the field is due to electric currents circulating in the metallic core, although the mechanism by which such currents would be maintained is not clear. Some relation between the rotation of the earth and its magnetization seems probable because of the approximate coincidence of the magnetic axis with the axis of rotation.

Long-time magnetic measurements have shown that there are secular variations of the earth's field. These changes result in a slow variation of the field at any given place and also a slow shift in the geographic positions of the magnetic poles. There is some evidence that the changes are roughly cyclic with a period of about five hundred years.

The correspondence between the magnetic and geographic poles is only approximate, the magnetic poles being located in 1906 about as follows.

Negative magnetic poles: 70° 30' N. lat., 87° 40' W. long.

Positive magnetic poles: 73°39' S. lat., 146°15' E. long.

Picturing the earth as a uniformly polarized sphere, we see that near the poles the lines of induction are close together, giving a relatively strong field, pointing in near the north geographic pole, and out near the south geographic pole. Near the equator the field has about half its intensity at the poles, is parallel to the surface, and points north. As we go north or south form the magnetic equator, the angle with surface, or the magnetic "dip" increases rapidly until it is vertical at the magnetic poles. The increase of dip & increase of strength both contribute to a pronounced increase in the vertical component of the earth's field as we go north or south from the magnetic equator where, of course, its value is zero.

Elements of the Magnetic Field

The direction and magnitude of the geomagnetic field at any point on the earth's surface are represented by a vector or arrow parallel to the direction of the field, pointing in the direction of force on a positive pole and having a length proportional to the strength of the field at that point.

We shall refer this vector to a set of mutually perpendicular axes directed astronomically north and east and vertically downward. Let us consider the vector as passing diagonally from the origin of the far corner of a rectangular box oriented with its edges parallel to the coordinate axis. The various magnetic elements then correspond to certain sides and angles of this box (or parallelepiped) as follows:

F = the total intensity or total length of the field vector.

X, Y, V = the north, east and vertical components of the magnetic field, respectively.

H = the total horizontal component.

d = the angle of declination or the angle between the direction of the horizontal component (the direction taken by a compass needle) and the true astronomic north.

i = the angle of Inclination or dip of F below the horizontal plane.

Various combinations of three of these quantities will completely define the direction and magnitude of F. In terrestrial magnetic work and magnetic charts, the quantities H, d and i are usually used. In magnetic prospecting we shall be concerned primarily with the quantity V and to a lesser extent with d and H.

The External Field of the Earth

If accurate determinations of the earth's magnetic field are made continuously at a fixed point, it is found that the intensity changes by an appreciable amount over short-time intervals. These changes have a more or loss regular daily cycle which is approximately the same at the same solar time at different points but differs materially in detail from place to place and from day to day.

The external field is probably due to electric currents high in the earth's atmosphere. It is well known that the upper atmosphere is ionized. This ionization is caused by ultraviolet radiation from the sun and also by electrons shot out from the sun. Any variation in the number of ions or the velocity of their motion also causes a change in the magnetic field at the surface of the earth. The tidal circulation of the upper air, induced by the gravitational attraction of the sun and the moon, gives a fairly satisfactory explanation of the daily magnetic variations. The amplitude of the daily change is greater in the summer than in the winter. The range of the daily variation in vertical intensity may be as great as 100 γ.

Occasionally the magnetic field may be disturbed suddenly and irregularly by magnetic storms. Apparently they are caused by sudden changes in the ionization of the upper atmosphere for they seem to be associated with sunspots and the aurora.

№5

Inductive Methods

A number of electrical techniques make use of the electromagnetic waves generated at the surface by current alterations in loops on the ground or the aircraft. The frequency of electromagnetic waves may vary from a few cycles up to radio frequences (thousands of kilocycles).

In prospecting one of two types of current source is applied: 1. horizontal or vertical circular loops, or 2. long horizontal wires.

Electromagnetic waves attenuate in the earth at a rate depending on the frequency and the electrical characteristics of the earth. When they pass through a conducting formation or an ore body they induce currents in the conductors in accordance with the laws of electromagnetic induction. These currents are the source of new waves which are radiated from the conductors and can be detected by suitable instruments on the surface. Any inhomogeneities in the electromagnetic field observed on the surface would indicate variations in the conductivity below and suggest the presence of anomalous masses in the subsurface.

It was proved theoretically that the depth of penetration of electromagnetic waves is a function of frequency. Fro each depth & earth resistivity there is an optimum frequency for greatest penetration, according to the formula $h\sqrt{f/p} = 10$ where “h” is the depth of investigation in meters, "f" is the optimum frequency and "p" is the resistivity in ohm-centimeters. For a depth of 100 m, and resistivity of 10^4 ohm-cm., the best frequency is 100 cps., while penetration to 300 m is best accomplished at 10 cps. If the resistivity is abnormally high, say, 10 ohm-cm, a conducting layer 1.000 m. deep would exhibit the greatest effect at a 100 cps., while a low-resistivity layer would have its maximum effect at correspondingly shallower depths.

1. loop - петля

Seismic Methods

General Scheme. The general scheme of prospecting by the seismic method is to fire a charge of high explosive buried a few feet in the ground. The sound, or shock, travels by the quickest route, which is under the earth and along a curved path, concave or hollow upwards, and then arrives at the receiving instrument, such as a seismograph. The time of firing is registered on photographic paper, and the time of arrival of the shock is also recorded upon it, so that, if the distance on the surface of the earth is known, it is possible to measure the distance as compared with the time interval between the explosion and its arrival. This is not the velocity of the shock, because it has gone by a longer route, which is deep in the earth.

In seismic exploration two methods are applied: these are the refraction and reflection methods.

Sound. Sound will travel through any material substances, gas, liquid or solid, owing to their elastic properties.

Through a uniform substance sound will travel in a straight line, but through a non-uniform substance it will travel in a carved path. This is true of all waves: whether of sound, light or radio.

Waves. There are two main types of waves in matter:

1. compressional, where the vibrations of the molecules, or particles, are longitudinal and
2. traverse, where the oscillations are more or less right angles to the ray. The velocity "V" of such waves is given in the relation: $V = \sqrt{\text{elasticity/density}}$

Elasticity is connected with several different coefficients, such as:

- Young’s modulus or longitudinal elasticity
- rigidity modulus
- cubic or volume elasticity
- the compressebility = 1/k
- Poisson's ratio - the ratio of lateral contraction per unit breadth to longitudinal elongation per unit length.

1. longitudinal compressional waves – продольные волны
2. transverse lines – поперечные волны
3. at right angles – под прямыми углами
4. Young's modulus – модуль Юнга

5. compressebility - сжимаемость
6. elongation - удлинение
7. Poisson's ratio – отношение Пуассона

№6

Detection of Radiation

The α-, β- & γ- radiations are detected by the effects produced when they collide with atoms. Of the many types of instruments designed for this purpose, the Geiger-Muller counter and the scintillation counter are the most suitable for prospecting work.

The Geiger-Muller Counter

This instrument depends for its operation on the ability of particles & quanta of radiation to ionize atoms with which they collide. It usually consists of thin-walled glass or aluminium tube enclosing a cylindrical metal cathode and a center wire (the anode) which runs along the axis of the tube. The tube also contains an inert gas like argon mixed with ethyl alcohol; gas pressure in the tube is low, perhaps 1/10 atm. The cathode is given a negative charge about 1,000 volts. When an atom is ionized by collision with an entering ray, the high voltage rapidly accelerates the positive ion toward the cathode and the ejected electron towards the anode. Their high energy enables them to ionize atoms with which they collide along the way & these ions are, in turn, accelerated, ionizing other atoms. The avalanche of ions collects almost instantaneously at the electrodes as a single discharge impulse which, when suitably amplified, operates a recording circuit. In this way each ionizing ray triggers a discharge which may flash light or produce an audible click and can then be counted by an observer. Some Geiger counters use a meter on which deflection of the needle indicates average intensity of radiation.

Scintillation Counters

Operation of these instruments is based on the fact that a flash of visible light is produced when a ray collides with the atoms of some substances, called "phosphors". The flash occurs when the excited electrons, which have received some or all of ray's energy as it collides with their atoms, lose their excitation energy. As they fall from one discrete energy level to a lower one, they emit electromagnetic radiation, which has the frequency of visible and ultraviolet light. The stream of electrons originating from a single ray may be multiplied by 10^6 to 10^9 times and when the avalanche arrives at the collector plate it produces an output pulse which is connected to a recording circuit and meter.

1. thin-walled glass – тонкое стекло
2. in turn – в свою очередь
3. avalanche – поток
4. discharge impulse – импульс разрядки
5. to amplify – усиливать
6. to operate a recording circuit – приводить в действие цепь для записи (регистрации) результатов измерения (регистрирующая цепь)
7. audible click – акустический (звуковой) щелчок
8. collector plate – собирательный (коллекторный) анод (пластина)
9. meter – счетчик, измерительный прибор

Well-Logging Methods

In recent years many methods have been developed for surveying or "logging" boreholes by geophysical methods.

Now it is generally accepted practice to log every borehole as it is drilled by one or more of the geophysical methods.

The different geophysical well-logging methods may be grouped under the following headings:

Resistivity	Neutron
Self or spontaneous potential	Thermal
Radioactivity	Acoustic

Resistivity Methods

The exploration of the region round a bore-hole is carried out by using lead or copper electrodes exposed to the side of the uncased drill-hole or to the mud and water, in the hole.

These electrodes are connected to three (or in some cases four) insulated copper wires near the centre of a cable. Two of these wires lead to the potentiometer and the other one to one terminal of the generator or battery, the other terminal of which is usually connected to the ground at the surface.

The spacing of the electrodes will depend upon whether it is desirable to detect narrow strata on the walls of the hole or survey deeper strata. If the three electrodes are equally spaced their distance apart may vary from a few feet to as much as 40 ft.

Exploration may be carried out in stages as the cable is unwound and lowered into the hole or withdrawn.

If conducting ore bodies are in the vicinity of any part of the borehole the mean resistivity will decrease.

The Spontaneous Potential Method

If a non-polarizable electrode is lowered down an uncased bore-hole connected by an insulated wire to a potentiometer the other side of which is suitably earthed, then it will be found that a varying potential may be indicated and recorded. This is known as spontaneous or self-potential method and it is usually carried out simultaneously with resistivity survey.

The conductivity of a rock is largely dependent upon its porosity, upon the quantity of water and the nature and amount of salts contained in the water.

Radioactive Methods

As it is known rooks contain varying amounts of radioactive materials which emit radiations detectable by suitable instruments. Since both α- and β- rays are readily absorbed by matter, it is the γ- rays which are effective in producing indications of the presence of radioactive material. In drill-hole surveys γ- ray detectors are lowered down the bore-hole by a cable through which insulated copper wires pass to recording instruments on the surface. A complete survey of the hole is obtained on a moving sheet of paper showing the variations of the radioactivity with depth. When the variation in intensity of the γ- rays has been correlated with the formations down one drill hole, the log of neighboring holes, using the same apparatus, will indicate similar structures.

1. uncased bore-hole (drill-hole) – необсаженная буровая скважина
2. terminal – клемма, зажим
3. the distance apart – расстояние друг от друга
4. mean – средний
5. well-logging – каротаж скважины
6. log – исследование, разрез (график) скважины, исследовать, записывать.

2.3 Подготовка доклада

Подготовьте доклад по одной из предложенных тем. Темы представлены в КОМ для данной дисциплины по соответствующему профилю подготовки.

Образец:

Некоторые случаи перевода отдельных союзов, союзных слов, составных предлогов и сложных наречий

Отдельные союзы и их перевод

Whether

Союз *whether* соответствует русскому *ли*, вводит придаточные предложения и занимает место перед подлежащим предложения, тогда как в русском языке союз *ли* следует за сказуемым.

Перевод придаточного дополнительного предложения, вводимого союзом *whether*, следует начинать с глагола-сказуемого, помещая за ним частицу *ли*:

It is not clear whether the agreement will be signed this week. Ещё не ясно, будет ли соглашение подписано на этой неделе.

Иногда *whether* переводится *будь то*:

In any element whether it is copper or gold electrons are always in motion. В любом элементе, будь то медь или золото, электроны всегда находятся в движении.

Сочетание *whether … or not* переводится *так или иначе, независимо от, будь то*:

The results of the test are to be recorded whether successful or not.

Результаты испытания должны быть зафиксированы независимо от того, удачны они или нет.

Once

Союз *once* употребляется как подчинительный союз и переводится *раз уж, стоит только, как…(и)*:

Once the contract is violated, the party at fault becomes liable to pay damages.

Раз уж договор нарушается, для виновной стороны возникает обязанность возместить убытки.

While

Союз *while* в причастных оборотах, выражающих обстоятельство времени, чаще всего не переводится:

While examining the goods, the buyers found that a considerable part of them was faulty.

Осматривая товары, покупатели обнаружили, что значительная часть их была дефектной.

Но в тех случаях, когда причастие отсутствует, *while* следует переводить:

While on his visit to London the director signed several contracts.

Во время своей поездки в Лондон директор подписал несколько контрактов.

Whereas

Союз *whereas* переводится по-разному в зависимости от контекста. В одних случаях он, так же, как и союз *as*, может означать *тогда как,* а в других случаях он переводится *принимая во внимание, по-скольку, так как*:

Whereas upon examination the machines were found to be in good order, we expect you to act as it was provided by the contract.

Поскольку при осмотре было обнаружено, что машины исправны, мы полагаем, что вы будете действовать так, как было предусмотрено договором.

Наиболее употребительные составные союзы

В английском языке, так же как и в русском, имеются составные союзы. Некоторые составные союзы являются парными:

as long as – пока, поскольку
as soon as – как только
both…and – как так и, и…
either…or – или…или
hardly …when – едва только…как
neither…nor – ни…ни
no sooner …than – едва только…как, не успел как
not only …but also – не только.., но и
the…the – чем …… тем

Союзные слова и их перевод

В научно-технической литературе очень часто встречаются союзные слова, выражаемые относительными местоимениями (или местоименными наречиями) в сочетании с усилительной частицей *ever.*

Как правило, все сочетания с *ever* переводятся соответствующим русским словом с добавлением *бы ни*:

Whoever – кто бы ни

Wherever – где бы ни, куда бы ни
Whenever – когда бы ни, всякий раз, когда
Whatever – какой бы ни, любой
However – как бы ни
Whichever – какой бы ни, независимо от того, какой

An electric current may flow through a circuit whenever there is an electromotive force acting in the circuit. Электрический ток течет в цепи всякий раз, когда в цепи появляется электродвижущая сила.

Wherever loading or unloading the goods takes place it is necessary to comply with the marks showing the way the goods are to be handled. Где бы ни происходила нагрузка и разгрузка товаров, необходимо действовать в соответствии с маркировкой, указывающей на то, как надлежит обращаться с данным товаром.

Whoever signed the agreement the problem is how to reduce the cost of production. Независимо от того, кто подписал договор, проблема заключается в том, чтобы сократить издержки производства.

Friction always opposes the motion, whatever its direction. Трение всегда действует противоположно направлению движения, каково бы ни было это направление.

Наиболее употребительные составные предлоги

According to – согласно
As far as – до
Because of – из-за
By means of – посредством, при помощи, в силу, благодаря
By virtue of – в силу, благодаря, посредством
Due to – благодаря, из-за, в силу
In accordance with – в соответствии с
In addition to – кроме, в дополнение к
In relation to – относительно, что касается
In spite of – несмотря на
Owing to – благодаря, из-за
Thanks to – благодаря.

Сложные наречия и их перевод

Сложные наречия образуются из соединения слов *where, here* и *there* с различными предлогами. Сложные наречия, включающие *where* и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *which*:

Whereby = by what, by which – посредством чего-либо
Wherethrough = through which – через которое

A contract of agency is a contract whereby one party (the agent) undertakes to bring other party (the principal) into contractual relationship with a third party. Договор поручения есть договор, по которому одна сторона (агент, поверенный) обязуется ввести другую сторону (принципиала, доверителя) в договорные отношения с третьим лицом.

Сложные наречия, включающие в себя **here** и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *this*:

hereto = to this – к этому, к тому
herefrom = from this – из этого, здесь от
herein = in this – здесь, в этом.

We attach hereto a copy of our latest price-list.

Прилагаем при сём экземпляр нашего последнего прейскуранта.

Сложные наречия *hereinafter, hereinbefore* образуются путём соединения *here* с двумя предлогами и равнозначны сочетаниям:

hereinafter = in this (document) further – в дальнейшем

hereinbefore = in this (document) before (above) – выше.

The sales of goods hereinafter specified is subject to a variation at seller's option of 10 per cent more or less on the contract quantity. Продажа нижепоименованных товаров производится с сохранением за продавцом права на отклонение от договорного количества на 10 % в сторону увеличения или уменьшения.

Сложные наречия, включающие в себя **there** и какой-либо предлог, равнозначны сочетанию соответствующего предлога с местоимением *that*:

thereabout = about that – в этом роде, около этого, приблизительно.

The contract provided for the purchase of 5,000 tons of wheat or thereabout.

Договор предусматривал покупку 5000 тонн пшеницы или около того.

Полезные фразы и выражения для проведения презентации доклада:

- Good morning/ afternoon, ladies and gentlemen.
- Hello/ Hi, everyone.
- First of all, let me thank you all for coming here today.
- I'm happy/ delighted that so many of you could make it today.
    - Let me introduce myself. I'm Kate Needham from …
    - For those of you who don't know me, my name's …
    - As you probably know, I'm the new top manager.
    - I'm head of logistics here.
    - I'm here in my function as the Head of Controlling.
    - We haven't all met before, so I'd better introduce myself. I'm …
    - I hope you'll excuse my English. I'm a bit out of practice.
    - My name is … and I'm the … (your position) at … (your company).
- As you can see on the screen, our topic today is …
- Today's topic is …
- What I'd like to present to you today is …
- The subject of my presentation is …
- I'd like to tell you about …
    - My talk is particularly relevant to those of you/ us who …
    - Today's topic is of particular interest to those of you/ us who …
    - My/ The topic is very important for you because …
    - By the end of this talk you will be familiar with …
- I've divided my presentation into three (main) parts: x, y, and z.
- In my presentation I'll focus on three major issues.
- First (of all), I'll be looking at …, second …, and third …
- I'll begin/ start off by explaining …
- I'll start/ begin with …
- Then/ Next/ After that, I'll go on to …
- Now I'll move on to …/ turn to …
- Finally, I'll offer some solutions.
    - My presentation will take about 15 minutes.
    - It should take about 20 minutes to cover these issues.
- Does everybody have a handout/ report? Please take one, and pass them on.
- Don't worry about taking notes. I've put all the important information (statistics) on a handout for you.
- I'll email the PowerPoint presentation to you.
    - There will be time for questions after my presentation.
    - If you don't mind we'll leave questions to the end.
    - Feel free to ask questions at any time during my talk.
- In this part of my presentation, I'd like to tell you about …
- Let me give you a brief overview …

- This means that …
    -I must emphasize …
    - At this point we should consider …
    - As I mentioned before, …
    - This leads directly to the next part of my talk.
    - Let's go back to what we were discussing earlier.
    - This now leads us to my next point.
    - I'd like to stress the following point.
    - I'd like to draw your attention to the latest figures.
    - I'd like to emphasize that …
    - It would be completely wrong to …
    - I think this fact is extremely important.
- I'd like to sum up the main points.
- Let me briefly summarize what I've said so far.
- Finally …
    - Let's now look at the next slide which shows …
    - First, let me quickly explain the graph.
    - You can see that different colours have been used to indicate …
    - Have a look at this slide.
    - As you can see …
    - This graph/ diagram/ table/ slide shows …
    - The map in the bottom (upper) left (right)-hand corner (in the centre) shows you …
- As … once said, …
- To quote a well-known economist, …
- To put it in the words of …, …
    - Let me just go back to the story I told you earlier.
    - I'd like to quickly go over the main points of today's topic.
    - Before closing I'd like to summarize the major points again.
    - That's all I have to say for the moment.
- Now if you have any questions I'll be happy to answer them.
- Does anyone have any questions or comments?
- Any questions?
- Please feel free to ask questions.
- Would you like to ask any questions?
- I'm sorry. Could you repeat your question, please?
- I'm afraid I don't quite understand tour question.
- If you don't mind, I'd prefer not to discuss that today.
- Perhaps we could deal with this after the presentation.
- Sorry, that's not my field. But I'm sure Peter Hot could answer your question.
- I'm afraid I don't know the answer to your question. Perhaps Maria could help.
    - So now it's your turn.
    - So that's the plan. Now let's go and put it into practice.
    - Now let's make a real effort to achieve this goal.
- Thank you very much for your attention.
- Thank for your listening.

Полезные фразы и выражения для проведения встречи:
- Good morning / afternoon, everyone.
- If we are all here, let's start the meeting.
- Welcoming and Introducing Participants
- We're pleased to welcome (name of participant)
- We're pleasure to welcome (name of participant)

- I’d like to introduce (name of participant)
- Stating the Main Objectives of the Meeting
- We’re here today to …
- Our aim is to …
- I’ve called this meeting in order to …
    - Have you all received a copy of the agenda?
    - There are (5) items on the agenda. First, … second, … third, … lastly,…
    - Shall we take the points in this order?
- We’ll have to keep each item to ten minutes.
- There will be five minutes for each item.
- I’ve called this meeting in order to …
    - So, let’s start with … / Shall we start with …
    - So, the (first) item on the agenda is … (name), would you like to introduce this item?
- I think that covers the (first) item.
- Shall we leave that item?
- If nobody has anything else to add, lets …
    - Let’s move onto the next item.
    - The next item on the agenda is …
    - Now we come to the question of …
- Before we close today’s meeting, let me just summarize the main points.
- Let me go over today’s main points.
- To sum up, …
- In brief, …
- Finishing up
- Right, we’ve covered the main items.
- Let’s bring this to a close for today.
    - Thank you all for attending
    - Thanks for your participation.
    - Closing the Meeting
    - The meeting is closed.
    - I declare the meeting closed.
    - See you all at the next meeting.
- May I have a word?
- Excuse me for interrupting.
- My view is …
- I think that …
- In my opinion …
- The way I see things …
    - That’s interesting.
    - I never thought about it that way before.
    - Good point!
    - I see what you mean.
- I totally agree with you. Exactly!
- That’s the way I think.
- I have to agree with (a participant’s name).
    - I’m not sure …
    - Unfortunately, I see it differently.
    - I agree with you, but …
    - I’m afraid I can’t agree … I suggest that …
- Please, could you …
- I’d like you to …
- I didn’t understand that. Could you repeat what you said?

- What exactly do you mean?
- Could we have some more details, please?
- Keep to the point, please.

Правила предоставления информации в докладе

Размер	**А4**
Шрифт	Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman 12
Поля	слева – 2 см., сверху и справа – 1,5 см., снизу – 1
Абзацный отступ	1,25 см устанавливается автоматически
Стиль	Примеры выделяются курсивом
Интервал	межстрочный интервал – 1
Объем	2 -3 страницы (до 10 минут устного выступления)
Шапка доклада	***Иванова Мария Ивановна*** Екатеринбург, Россия ФГБОУ ВПО УГГУ, АТППм-19 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 сформированности лексических и грамматических навыков и речевых умений в рамках изученных тем при формировании иноязычной профессионально-ориентированной коммуникативной компетенции. Для успешного написания теста необходимо повторение лексических и грамматических единиц, а также основных терминов и понятий курса.

2.5 Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену включает в себя **повторение всех изученных тем курса**.

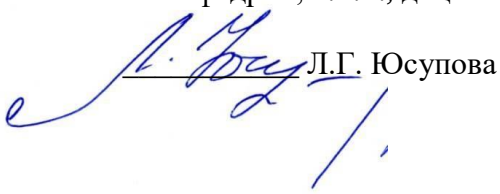
Билет на экзамен включает в себя тест и практико-ориентированное задание.

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	Количество тестовых вопросов в билете - 20	Комплект тестовых заданий. Всего 5 вариантов тестов	Оценивание уровня знаний
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.	Комплект заданий	Оценивание уровня умений и навыков

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.В.09 ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Автор: Безбородова С. А., к.п.н.

Екатеринбург

Содержание

Цели и задачи дисциплины …….…….....3
Требования к оформлению контрольной работы ……..…..…..4
Содержание контрольной работы……....4
Литература для подготовки…….….6
Выполнение работы над ошибками…….....7
Критерии оценивания контрольной работы …….7
Образец титульного листа ……...…8

Цель и задачи дисциплины

Цель дисциплины: развитие навыков перевода неадаптированных текстов научно-технической тематики профессиональной сферы с английского языка на русский.

Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины:

профессиональные:

- способен отслеживать тенденции и направления развития эффективных технологий геологической разведки, проявлением профессионального интереса к развитию смежных областей (ПК-1.1);

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- ознакомление с основными закономерностями, особенностями и трудностями перевода научно-технической литературы с английского языка на русский,
- расширение лексического запаса слов общенаучной и профессиональной тематики (специальной терминологии);
- развитие навыков перевода различных видов (полного письменного перевода, реферативного перевода)
- формирование навыков редактирования перевода;
- развитие способности находить, анализировать и критически оценивать справочную информацию, полученную из англоязычных источников (в том числе – из сети Интернет);
- развитие навыков оценки адекватности перевода;
- расширение кругозора студентов, повышение уровня их общей культуры и образования, а также культуры мышления, общения и речи, т.е. реализация воспитательного потенциала дисциплины.

Методические указания по выполнению контрольной работы предназначены для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по специальности.

Письменная контрольная работа является обязательной формой *промежуточной аттестации.* Она отражает степень освоения студентом учебного материала по дисциплине Б1.В.09 Основы технического перевода. А именно, в результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- лексико-грамматические явления иностранного языка научно-профессиональной сферы;
- классификацию видов и форм перевода;
- основные закономерности, особенности и трудности перевода с английского языка на русский неадаптированных научно-технических текстов;
- понятия адекватности и эквивалентности перевода;
- современные теории перевода;
- грамматические и стилистические аспекты перевода.
- содержание процессов самоорганизации и самообразования;

Уметь:

- выбирать общую стратегию перевода с учетом его цели и типа оригинала;
- осуществлять письменный и / или устный перевод текстов разной степени трудности, используя основные способы и приёмы достижения смысловой, стилистической и прагматической адекватности;
- правильно оформлять текст перевода в соответствии с нормами и типологией текстов на языке перевода;
- использовать мультимедийные средства и иноязычный контент глобальных сетевых ресурсов для профессионального роста.
- работать самостоятельно над совершенствованием языковых навыков и речевых умений;

Владеть:

- стратегиями восприятия, анализа, создания письменных текстов технического характера;
- навыками работы с Интернет технологиями для выбора оптимального режима получения информации;
- основными приёмами организации самостоятельной работы с языковым материалом с использованием учебной и справочной литературы, электронных ресурсов;

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 «Основы технического перевод» представлен один вариант контрольной работы.

Содержание контрольной работы

Контрольная работа проводится по темам 3 -6 дисциплины «Основы технического перевода»: *Лексические трудности перевода, Передача в переводах отдельных элементов текста, Редактирование перевода, Грамматические трудности перевода.*

АНГЛИЙСКИЙ ЯЗЫК

Задание 1: Read and translate the following text:
Прочитайте и переведите текст:
Пример:

OVERVIEW OF GEOPHYSICAL TECHNIQUES

Geophysics means the “physics of the Earth” and involves all those methods that use measurement of physical parameters to investigate the properties of the Earth below its surface. Various geophysical surveying methods have been and are used on land (onshore) and offshore. Each of these methods measures something that is related to subsurface rocks and their geologic configurations, the measured parameters can be split into four main branches: gravitational forces, magnetic fields or magnetic attraction, conductivity of the earth’s layers to electric currents and conductivity to acoustic waves (vibrations), also called shock or seismic waves. These four physical parameters tie in with four geophysical techniques — gravimetry, magnetometry, electrical sounding and exploration seismology. The measured parameters themselves are:

Density – mass per unit volume. The gravity method detects lateral variations in density. Lateral and vertical density variations are also important in the seismic method.

Magnetic susceptibility – the amount of magnetization in a substance exposed to a magnetic field. The magnetic method detects horizontal variations in susceptibility.

Resistivity, induced polarization and self-potential – the principal parameters detected by electrical sounding methods along with electromagnetic wave reflectivity and transmissivity. Resistivity is a measure of the ability to conduct electricity and induced polarization is

frequency-dependent variation in resistivity, while self-potential is the ability to generate an electrical voltage. The latter characterize reflection and transmission of electromagnetic radiation, such as radar, radio waves and infrared radiation.

Propagation velocity – the rate at which sound or seismic waves are transmitted in the earth. It is these variations, horizontal and vertical, that make the seismic method applicable to petroleum exploration. The primary advantages of the gravity and magnetic methods are that they are faster and cheaper than the seismic method. However, they do not provide the detailed information about the subsurface that the seismic method, particularly seismic reflection, does. There may also be interpretational ambiguities present.

Electrical methods are well suited to tracking the subsurface water table and locating water-bearing sands. Electromagnetic methods are useful in detecting near surface features such as ancient rivers.

Exploration seismology (commonly called simply "seismics") is by far the most commonly-used method in oil and gas exploration and accounts for over 95% of geophysics expenditure worldwide.

Geophysicists use seismics to try to determine the geological structure of the area concerned and to find the structures within it that might act as hydrocarbon traps. Any potential reservoir rocks and cap rocks that they find are then mapped for analysis. Seismics also helps reveal danger zones such as hydrate deposits or superficial gas.

Geophysicists will seek to work out as precisely as possible the kind of fluids contained within the traps they discover. Are they oil, gas or water? The answer, of course, is of the utmost importance in oil and gas exploration.

Задание 1 направлено на проверку сформированности навыка выполнить перевод полный, без пропусков и произвольных сокращений текста оригинала, не содержащий фактических ошибок, терминология должна быть использована правильно и единообразно, перевод должен отвечать системно-языковым нормам и стилю языка перевода.

Задание 2. Test your knowledge of geophysical techniques. Complete the following sentences in written form:

Допишите предложения, используя знания текста:

Пример:

1. Density is …… *mass per unit volume* ...

Задание 2 направлено на проверку сформированности навыка использования терминологии на английском языке в письменной речи.

Задание 3. Match the sentence parts to form a complete sentence in written form:

Соедините начало и конец предложений:

Пример:

1. The gravity method detects	A. horizontal variations in susceptibility
2. The magnetic method detects	B. the ability to conduct electricity
3. Electromagnetic methods are useful in detecting	C. the geological structure of the area concerned
4. Geophysicists use seismics to try to determine	D. near surface features such as ancient rivers
5. Resistivity is a measure of	**E. lateral variations in density**
6. Self-potential is	F. the rate at which sound or seismic waves are transmitted in the earth

7. Propagation velocity is	G. the subsurface water table and locating water-bearing sands
8. Electrical methods are well suited to tracking	H. the ability to generate an electrical voltage

Задание 3 направлено на проверку сформированности навыков и умений понимания смысла частей предложений и адекватного их соединения в одно целое для выражения профессиональных понятий.

Задание 4. Answer the questions on the text:
Ответьте на вопросы
Пример:

1. What are the basic techniques used in the exploration geophysics?

The basic techniques used in the exploration geophysics are gravimetry, magnetometry, electrical sounding and exploration seismology.

Задание 4 направлено на проверку сформированности навыков поиска запрашиваемой информации в прочитанном тексте.

Задание 5. Give the English equivalents for the following words and word combinations in written form:
Переведите слова и словосочетания на английский язык:
Пример:

	плотность	density

Задание 5 направлено на проверку сформированности знаний в рамках терминологии профессиональной сферы на английском языке.

Литература для подготовки

№ п/п	Наименование	Кол-во экз.
1	Мясникова Ю. М., Ващук Е. В. Английский язык в сфере профессиональной коммуникации: геофизика: учебное пособие по английскому языку для студентов факультета геологии геофизики. – 2-е изд., стереот. / Ю. М. Мясникова, Е. В. Ващук. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2011. – 75 с. 4,68 п. л.	19
2	Гунина Н.А. Технический перевод [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.А. Гунина, Т.В. Мордовина, И.В. Шеленкова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013. — 81 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64591.html	Электронный ресурс

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 заданий 2 – 5: 1 правильный ответ = 1 балл. Максимум 44 балла.

Оценивание 1 задания: *перевод оригинального текста по специальности со словарём:*

Критерии оценивания чтения	*Количество баллов*
Перевод текста полностью соответствует содержанию оригинального текста, т.е. текста на иностранном языке.	0-2
Грамматический аспект перевода: перевод текста грамматически корректен	0-2
Лексический аспект перевода: правильность перевода профессиональных терминов; правильно переведены все слова, фразеологические обороты, устойчивые словосочетания; правильно передан смысл сложных слов.	0-2
Перевод полностью соответствует профессиональной стилистике и направленности текста	0-2
Перевод логичный, последовательный, сохранена структура оригинального текста, текст разделен на абзацы, переведен и сам текст, и заголовок	0-2
Итого	0-10

Критерии начисления баллов:
0 – требование не выполнено,
1 – есть незначительные замечания,
2 – соответствует требованиям.

Итого – максимум 54 балла.

Результат контрольной работы

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

Перевод процентов правильных ответов в баллы	*Количество баллов*
43-54 балла (80-100%) - оценка «отлично»;	5
35-42 балла (65-79%) - оценка «хорошо»;	4
27-34 баллов (50-64%) - оценка «удовлетворительно»;	3
0-26 балла (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».	0

Образец оформления титульного листа

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

Кафедра иностранных языков и деловой коммуникации

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРЕВОДА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

Выполнил: Иванов Иван Иванович
Группа НФм-22

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

Екатеринбург
2022

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Методические указания по организации самостоятельной работы. Рекомендации по написанию курсового проекта для обучающихся специальности 21.05.03 Технология геологической разведки специальности "Сейсморазведка"

Б1.В.11 МЕТОДЫ И МОДИФИКАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация № 4
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

год набора: 2025

Введение 4
1. Содержание и оформление курсового проекта 5
2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ 7
3. Исходные данные проектирования 10
4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения 13
Основные расчетные формулы 13
Пример расчета ключевых параметров 14
5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ 21
Общие замечания и последовательность обоснования 21
Основные расчетные формулы 23
Пример расчета параметров методики работ 30
Геометрия шаблона 36
Разбивка сети наблюдений 36
Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР 41
Пример расчета групп источников и приемников 44
6. Анализ атрибутов съемки 47
6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки 47
6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки 53
7. Технология сейсморазведочных работ 63
Основные параметры методики 63
Последовательность отработки площади исследований 66
Пример описания технологии сейсморазведочных работ 78
Список литературы 84

Введение

В настоящее время трехмерная сейсморазведка (в модификации МОГТ 3D) является наиболее развитым методом при поисках и разведке месторождений углеводородов, а также для обеспечения информацией процесса решения ряда инженерных задач, направленных на повышение нефтеотдачи при эксплуатации нефтегазовых месторождений.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальности "Технология геологической разведки" специализации «Сейсморазведка». Оно содержит рекомендации и пример проектирования трехмерной съемки на суше. При написании учебного пособия автор опиралась на материалы учебника для вузов: Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, Т.1 (2012 г.).

Пособие составлено в помощь для написания курсового проекта по базовой дисциплине специализации «Трехмерная сейсморазведка», выполняемой в 8 семестре. В задачи курсового проекта входит закрепление лекционного материала, а также получение навыков обоснования методики и технологии проведения сейсморазведочных работ МОГТ 3D при поисках и разведке месторождений углеводородов. Исходная информация для курсового проекта представляет собой географо-экономические и геолого-геофизические данные. Написание курсового проекта позволит освоить основы проектирования трехмерных сейсморазведочных работ, современной и очень востребованной технологии геологической разведки.

Знакомство студентов с проектированием трехмерных съемок является важнейшей составляющей образования будущих геофизиков. В связи с этим пособие будет также полезно студентам, обучающимся специализации «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых» при написании курсового проекта по базовой дисциплине специализации «Сейсморазведка».

1. Содержание и оформление курсового проекта

Содержание курсового проекта подчинено тематике, которая обсуждалась в лекционном курсе дисциплины «Трехмерная сейсморазведка». Работа должна содержать следующие разделы:

Введение

Исходные данные проектирования

1. *Расчет ключевых параметров съемки*
2. *Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ*
3. *Анализ атрибутов съемки*
4. *Перечень видов и объемов проектируемых работ*
5. *Технология проведения сейсморазведочных работ*

Заключение

Список литературы

Каждый раздел, в котором оцениваются числовые характеристики, должен заканчиваться сводной таблицей выходных параметров. Основные формулы для их расчета и форма таблиц приводятся ниже.

Представляемая в проекте графика должна иллюстрировать обоснование проектных параметров съемки и методики. К каждому рисунку даются пояснения в тексте проекта. Масштаб представляемых схем и иллюстраций выбирается в зависимости от их назначения. Небольшие графические изображения могут оформляться как рисунки и приводиться внутри текста. Крупные изображения могут оформляться как приложения и приводиться в конце текста. Все графические изображения должны иметь названия и условные обозначения. В отсутствие условных обозначений элементы рисунка должны быть описаны в тексте.

Объем курсового проекта не менее 25 страниц. Оформление текста курсового проекта печатное на стандартных листах белой бумаги формата А4(размер - 210×297 мм), которые переплетаются в скоросшиватель.

Допускается рукописный вариант оформления. Для текста используется только одна сторона листа.

Поля при оформлении текста составляют: верхнее - 20÷25 мм, нижнее - 15÷20 мм, левое - 25÷30 мм, правое - не менее 10 мм. Для основного текста рекомендуемый шрифт при печати - Times New Roman Cyr 14 пт с полуторным интервалом между строками, для подрисуночных подписей и текста таблиц - Times New Roman Cyr 12 пт, межстрочный интервал – одинарный. Нумерация страниц внизу посередине арабскими цифрами, на титульном листе номер не ставится. На странице с оглавлением ставится номер страницы 2.

Иллюстрации и таблицы могут быть сделаны на листах формата А4 или А3. Рисунки и таблицы, должны располагаться после ссылок на них в тексте и иметь нумерацию, связанную с номером главы, например, в первой главе: 1.1., 1.2., 1.3; во второй главе 2.1., 2.2., 2.3 и т.д. Приложения должны иметь сквозную нумерацию: 1, 2, 3… и располагаться после списка литературы.

Список литературы, составляется в алфавитном порядке, его следует разделить на две части. Сначала приводятся опубликованные источники: монографии, статьи, справочники, учебники, инструкции, а затем – электронные издания и Интернет-ресурсы. На каждую работу из списка литературы, должны быть ссылки в тексте. Ссылка представляет собой номер или номера из списка литературы, заключенные в квадратные скобки, например, [4], [3,11].

Библиографическое описание источника должно содержать фамилию и инициалы автора (авторов), заглавие книги (статьи, отчета и пр.), место и год издания, количество страниц книги (отчета) или номера страниц статьи (тезисов и пр.). Для статей дополнительно указываются наименование издания (название сборника), наименование серии, том, номер и год издания. Для тезисов докладов (материалов) конференций (семинаров и пр.) дополнительно приводятся ее уровень, название, время и место проведения.

Текст курсового проекта должен быть тщательно проверен студентом на предмет выявления и устранения ошибок любого рода и только после этого сдан на проверку преподавателю. На последней странице автор курсового проекта должен поставить свою роспись и дату сдачи работы на проверку преподавателю.

2. Общие правила выбора методики сейсморазведочных работ

Правила выбора методики сейсморазведочных работ изменяются синхронно с развитием аппаратурно-технической теоретико-методической базы сейсморазведки. Современные модификации сейсморазведки 3D, реализуемые в передовых геофизических компаниях, принято называть «Высокоразрешающая высокоплотная сейсморазведка 3D» (Череповский А.В., 2016). Это направление включает целый ряд инновационных направлений: высокоплотные наблюдения за счет мега-партий, имеющих свыше 20 000 активных каналов, полно азимутальные съемки, применение цифровых сейсмоприемников и акселерометров, расширение спектрального состава сигналов, формируемых сейсмическими источниками, применение высокопроизводительных вибросейсмических исследований и т.д.

Проектирование высокоплотных съемок требует большого опыта и высокой квалификации. Сам процесс проектирования невозможно осуществлять без специализированного программного обеспечения и быстродействующего компьютера, поскольку требуется решить прямую трехмерную задачу с последующей обработкой данных сейсмического куба с целью выбора достаточных для решения поставленных геологических задач параметров системы наблюдений и размеров участка исследований (Череповский А.В., 2016).

В рамки курсового проекта моделирование трехмерного волнового поля не входит, а стоит задача освоить основные элементы проектирования трехмерных съемок, основываясь на данных геологии и геофизики, полученных на предыдущих стадиях геологоразведочного процесса. В связи

с этим для учебных целей будут рассматриваться общие принципы, лежащие в основе проектных решений.

При принятии окончательного решения относительно конкретных параметров съемки, выбранным в ходе выполнения курсового проекта, рекомендуется ориентироваться на среднестатистические показатели современных сейсмических съемок МОГТ 3D, производимых в России (Череповский А.В., 2016): например, для бина с размерами 25×25 м при кратности 60-120 плотность сейсмических трасс на 1 кв. км составляет 120-180 тысяч. При меньших размерах бина кратность и плотность сейсмических трасс будут увеличиваться и для сверхплотных съемок могут достигать соответственно 200 и 1.5 миллионов.

Выбор методики сейсморазведочных работ

Выбор методики сейсморазведочных работ обычно осуществляется в следующей последовательности (Инструкция по сейсморазведке, 1986, 2003). Исходя из геологических задач, которые требуется решить, определяют: тип перспективных объектов, их форму, предполагаемые размеры, глубину (или интервал глубин) их залегания, площадь исследований.

На базе априорной геолого-геофизической информации об объектах исследования, составляют усредненную упрощенную сейсмогеологическую модель участка исследований, включающую целевые объекты и вмещающие их горные породы. Данные такой модели являются основой для принятия проектных решений.

Опираясь на сведения о глубинных сейсмогеологических условиях изучаемого района, проектировщики выбирают:

- площадь работ;
- систему наблюдений;
- степень перекрытия (кратность наблюдений);
- минимальное и максимальное расстояния регистрации;
- расстояния между пунктами возбуждения;

- расстояния между пунктами приема;
- параметры регистрации в области времен.

На основе данных о поверхностных условиях (верхней части разреза - ВЧР) определяют:

- тип приемного оборудования и, при необходимости, группирование приемников;
- тип источника колебаний: импульсный (взрывной, невзрывной), вибрационный и, при необходимости, группирование источников.

Анализируя материально-техническое обеспечение сейсмической партии (исполнителя работ) и условия производства работ определяют:

- тип аппаратуры и оборудования для производства работ;
- техническое оснащение сейсмической партии;
- технологию полевых наблюдений;
- объемы и сроки выполнения работ.

В рамках курсового проекта составление сейсмогеологической модели не планируется, студенту выдаются готовые параметры этой модели в качестве исходных данных для проектирования. Материально-техническое обеспечение сейсморазведочных работ в курсовом проекте составляется без учета конкретного исполнителя работ (существующих в России сервисных геофизических компаний, выполняющих сейсморазведочные работы), студенту предлагается самостоятельно выбрать наиболее современные образцы аппаратуры и оборудования, имеющиеся на мировом рынке геофизических услуг.

3. Исходные данные проектирования

Для написания курсового проекта студенту выдаются исходные данные проектирования, включающие сведения об условиях производства работ, геолого-геофизической изученности участка работ и сопредельных территорий, геологическое строение и обобщенную сейсмогеологическую модель. На основе этих данных студент заполняет таблицы исходных данных по содержащие:

- данные об административном положении участка работ;
- форму границ участка и его размеры, км;
- данные о ландшафте и гидрографии;
- данные о наличии эксклюзивных зон, участков, где невозможно выполнять сейсморазведку – размещать источники и (или) приемники;
- период проведения полевых работ;
- геолого-геофизическую информацию о глубинных условиях;
- геолого-геофизическую информацию о поверхностных условиях;
- основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ.

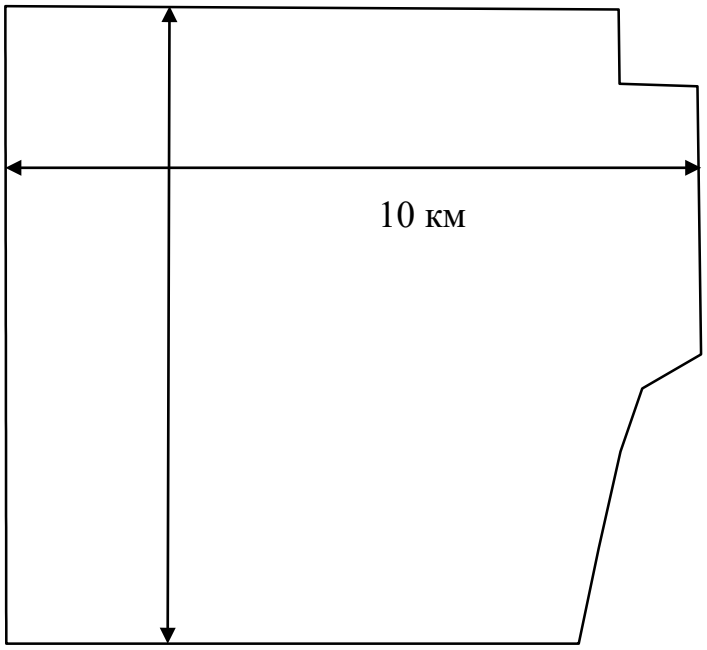
Данные о форме границ участка и его размерах, а также таблица с основными требованиями к качеству проведения сейсморазведочных работ, заполняются преподавателем после проверки правильности заполнения всех остальных данных.

Перечисленные исходные данные служат для расчета и выбора ключевых параметров съемки, обоснования системы наблюдений, методики и технологии сейсморазведочных работ.

Пример заполнения таблиц исходных данных приведен ниже.

Исходные данные проектирования

Географо-экономические условия

Административное местоположение участка работ	*ХМАО, Ханты-Мансийский район, Серединная площадь*
Площадь участка работ	*10 км в направлении север-юг, 10 км в направлении запад-восток*
Форма участка съемки	
Масштаб съемки	*1:25000*
Залесенность	*40%*
Заболоченность	*60%*
Наличие эксклюзивных зон	*в пределах площади проходят автомобильная трасса регионального значения и высоковольтная линия электропередач*
Время проведения работ	*с ноября по апрель*

Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях

Название параметра	Обозначение	Отражающий горизонт	Значение параметра
Максимальная глубина исследований, м	Z_{max}	*А*	*3500*
Глубины до целевых горизонтов,	$Z_{цели}$	*М-Б*	*1200-3000*
Глубина до мелкозалегающего опорного горизонта, м	Z_{min}	*С*	*750*
Максимальная частота в спектре полезных волн, Гц	f_{max}	*С-А*	*90*
Доминирующая частота в спектре полезных волн, Гц	f_{dom}	*С-А*	*40*
Максимальная интервальная скорость в целевом интервале, м/с	V_{int}	*М-Б*	*2900*
Максимальное время волн-помех на конце базы регистрации, с	$T_{max\ крат}$	*М*	*3.5*
Максимальный угол наклона отражающих горизонтов, градус	α_{max}	*А*	*15*
Кратность суммирования, использованная при работах МОГТ-2D хорошего качества	F_{2D}	-	*48*
Расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества, м	B_{2D}	-	*25*
Минимальный размер целевых объектов по латерали, м	L_{min}	*М-Б*	*500*
Средняя скорость до источников интенсивных дифрагированных волн, м/с	$V_{ср}$	*А*	*2400*
Максимальное время полезных отражений, с	t_0	*А*	*3.4*

Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях

Название параметра	Обозначение	Значение параметра
Диапазон значений скоростей поверхностных волн, м/с	*V*min*	*200*
	*V*max*	*300*
Диапазон значений частот поверхностных волн, Гц	*f*min*	*10*
	*f*max*	*25*
Мощность зоны малых скоростей, м	*Нзмс*	*15-20*
Мощность ВЧР, м	*Нвчр*	*15-80*
Средняя скорость в ВЧР, м/с	*Vвчр*	*1200*

Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ

Тип геометрии наблюдений	*Ортогональная съемка с перекрытием линий приема*
Пределы для характеристического (азимутального) отношения (А)	*0.8-1*
Требование к соотношению сигнал /помеха (S/N)	*Не менее 8*

4. Обоснование ключевых параметров системы наблюдения

Основные расчетные формулы

Обоснование ключевых параметров системы наблюдений МОГТ 3D ведется на основе анализа исходных данных, имеющихся в разделе «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях».

Для работ МОГТ-3D в качестве ключевых параметров, определяющих геометрию наблюдений и методику работ, являются (Cordsen, 2000):

1. размеры бина - B_x, B_y,
2. кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ) – F_{3D},
3. максимальное из минимальных удалений источник-приемник - X_{min},
4. максимальное удаление источник-приемник - X_{max},
5. максимальная длительность регистрации - $T_{зап}$,
6. размер полосы миграции - MA_x, MA_y ,
7. характеристическое отношение приемной расстановки - A,

8. тип геометрии наблюдений.

Ключевые параметры 1-6 рассчитываются по формулам, приведенным в таблице 4.1. (Бондарев В.И., Крылатков С.М. 2012). Описание особенностей применения этих формул и справочный материал по проектированию можно найти в учебниках и учебных пособиях, указанных в основном списке литературы. При выполнении курсового проекта параметры 7-8 берутся из исходных данных в таблице «Основные требования к проведению сейсморазведочных работ МОГТ 3D».

Рассчитывая ключевые параметры, следует иметь в виду, что их значения будут определяться, как правило, неравенствами и, следовательно, для окончательного принятия решения относительно методики проведения работ МОГОТ 3D необходимо выбрать вариант, удовлетворяющий условиям всех этих неравенств одновременно.

Пример расчета ключевых параметров

Расчет ключевых параметров приводится в последовательности их описания в таблице 4.1.

1. *Размеры бина*.

Исходные данные для расчета берутся из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях». Имеем следующие показатели: минимальные размеры объекта поиска $L_{min}=500$ *м,* максимальную частоту $f_{max}=90$ *Гц,* доминирующую частоту $f_{dom}=40$ *Гц,* максимальную интервальную скорость $V_{int}=2900$*м/с и* максимальный угол наклона отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

Согласно таблице 4.1 определение размеров бина предполагает использование 3 критериев:

А) учет минимальных размеров объектов поиска:

$$B_x, B_y \le \frac{\mathrm{L_{min}}}{3}; \rightarrow B_x, B_y \le \frac{500\,\mathrm{м}}{3} = 167м;$$

Таблица 4.1

Расчетные ключевые параметры съемки МОГТ-3D (Бондарев В.И., Крылатков С.М., 2012, Cordsen, 2000)

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Размеры бина, $B_x B_y$	Размер целевого объекта	$B_x, B_y \le \frac{L_{min}}{3}$
	Максимальная незеркальная частота	$B_x, B_y \le \frac{V_{int}}{4 \cdot \sin(\alpha_{max}) \cdot f_{max}}$
	Горизонтальная разрешающая способность	$\frac{V_{int}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{int}}{2 \cdot f_{dom}}$
Кратность, F_{3D}	Кратность съемки МОГТ-3D хорошего качества на соседних участках	$F_{3D} \approx F_{3D}$ *(соседний участок)*
	Кратность съемки МОГТ-2D хорошего качества в районе работ	$0.5\ F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\ F_{2D}$
	Заданное соотношение сигнал /помеха	$F_{3D} \ge$*(сигнал/помеха)*^{2}
	Нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности	$F_{3D} \ge \frac{F_{2D} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{int}}$

Продолжение таблицы 4.1

Параметр	Критерий	Расчетные формулы
Максимальное минимальное удаление источник-приемник, X_{min}, м	Достаточная кратность для прослеживания мелко залегающих отражающих горизонтов	$X_{min} \leq (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$
Максимальное удаление источник-приемник, X_{max}, м	Отсутствие закритических отражений и волн-помех преломленно-отраженного типа	$Z_{max} \leq X_{max} \leq 1.2\ Z_{max}$
Длина записи, $T_{зап}$, с	Учет максимального времени прихода кратно отраженных волн	$T_{зап} > T_{max\ крат}$
	Учет максимального времени прихода дифрагированных волн	$T_{зап} > T_{дифр}$
	Учет наклона границ	$T_{зап} > T_{max\text{-}накл}$
Размер полосы миграции, MA_x, MA_y, м	Учет зоны Френеля	$MA_x, MA_y \geq (1/2) \cdot V_{ср} \cdot (t_0/f_{dom})^{1/2}$
	Учет наклона границ на краях участка	$MA_x, MA_y \geq Z_{max} \cdot tg(\alpha_{max})$
	Учет дифракционных эффектов на краях участка	$MA_x, MA_y \geq = Z_{max} \cdot tg(30°)$

Б) исключение аляйсинг-эффекта:

$$B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot \sin(\alpha_{\max}) \cdot f_{\max}} \rightarrow B_x, B_y \le \frac{2900м}{4 \cdot \sin(15°) \cdot 90} = 31м;$$

В) пределы разрешающей способности:

$$\frac{V_{\text{int}}}{4 \cdot f_{dom}} \le B_x, B_y \le \frac{V_{\text{int}}}{2 \cdot f_{dom}} \rightarrow$$

$$\frac{2900м}{4 \cdot 40Гц} \le B_x, B_y \le \frac{2900м}{2 \cdot 40Гц} \Rightarrow 18м \le B_x, B_y \le 36м.$$

Обобщая полученные неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, то есть в сторону меньших размеров бина, имеем:

$$18м \le B_x, B_y \le 31м.$$

С учетом того, что сетка бинов тесно связана с масштабом съемки, в нашем примере с масштабом 1:25000 (см. таблицу «Географо-экономическая обстановка» в исходных данных), целесообразно принять размеры бина равными: $B_x=B_y=B=25$ *м*.

2. Кратность прослеживания по ОСТ.

Исходные данные берутся из таблиц «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях» и «Основные требования к качеству проведения сейсморазведочных работ». Для определения кратности берется следующая информация: кратность съемок МОГТ 3D на соседних площадях F_{3D} в исходных данных отсутствует, кратность съемки МОГТ 2D хорошего качества $F_{2D}=48$, требуемое соотношение сигнал/ помеха – *8,* расстояние между ОГТ при работах МОГТ-2D хорошего качества $B_{2D}=25$ *м,* интервальная скорость для целевого объекта $V_{int}=2900$ *м/с,* максимальная частота $f_{max}=90$ *Гц.*

В отсутствие данных о кратности трехмерных съемок на сопредельных участках для оценки кратности используются только косвенные критерии:

А) основываясь на кратности качественной двумерной съемки на исследуемой территории $F_{2D}=48$ получаем:

$0.5\ F_{2D} \le F_{3D} \le 1.0\ F_{2D} \quad \rightarrow \quad 24 \le F_{3D} \le 48;$

Следует отметить, что в настоящее время нет тенденции уменьшать кратность съемки МОГТ 3D по сравнению со съемкой МОГТ 2D, в связи с этим целесообразно установить $F_{3D} \ge 48$**.**

Б) с учетом требуемого соотношения сигнал/помеха, равного *8,* имеем:

$F_{3D} \ge (\text{сигнал/помеха})^2 \rightarrow F_{3D} \ge 64;$

В) минимально допустимая кратность при имеющейся разрешающей способности определяется по формуле (Cordsen, 2000):

$$F_{3D} \ge \frac{F_{2D} \cdot B_x \cdot B_y \cdot f_{\max} \cdot \pi \cdot 0.401}{B_{2D} \cdot V_{\text{int}}} \rightarrow$$

при $V_{int}=2900$ *м/с,* $f_{max}=90$ *Гц, В=25 м и* $F_{2D}=48$

$$F_{3D} \ge \frac{48 \cdot 25м \cdot 25м \cdot 90Гц \cdot \pi \cdot 0.401}{25м \cdot 2900Гц} = 47 .$$

Обобщая полученные выше неравенства в сторону улучшения разрешающей способности сейсморазведки, в данном случае в сторону больших значений кратности, имеем $F_{3D} \ge 64$.

3. Максимальное из минимальных удалений источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется в зависимости от глубины до мелкозалегающего опорного горизонта (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{min}=750$ *м.*

Используя формулу $X_{min} \le (1 \div 1.2) \cdot Z_{min}$, получим $X_{min} \le (750 \div 900)$ *м.* В данной записи *750 м* является наиболее строгим условием, *900 м* – наименее строгим.

4. Максимальное удаление источник-приемник.

Оценка этого параметра ведется по максимальной глубине исследований (см. таблицу: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»). В нашем примере она равна: $Z_{max}=3500$ *м.*

Используя формулу $Z_{max} \leq X_{max} \leq 1.2\ Z_{max}$, получаем интервал возможных значений максимальных удалений источник-приемник $3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$.

5. Максимальная длительность регистрации.

Для расчета используется максимальное удаление источник приемник, полученное в пункте 4, $X_{max}=4200\ м$, данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»: максимальное время регистрации кратно-отраженных волн-помех на конце базы приема - $T_{max\ крат}=3.5\ с$, максимальная глубина исследования - $Z_{max}=3500\ м$, соответствующая этой глубине средняя скорость $V_{ср}=2400\ м/с$, максимальный угол наклона отражающих границ $\alpha_{max}=15°$; данные из таблицы «Геолого-геофизическая информация о поверхностных условиях»: максимальная мощность ВЧР - $Нвчр=80\ м$, скорость сейсмических волн в ВЧР - $Vвчр=1200м/с$.

А) Максимальное время прихода отраженной волны от наклонной границы определяется приближенно, исходя из модели двухслойной среды с наклонной границей раздела (Бондарев, 2012):

$$t(xmax)\text{накл} = \frac{\sqrt{(X_{max} + 2 \cdot Z_{max} \cdot sin\alpha_{max})^2 + (2 \cdot Z_{max} \cdot cos\alpha_{max})^2}}{Vcp}$$

$$t(4200) = \frac{\sqrt{(4200\ \text{м} + 2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot sin15)^2 + (2 \cdot 3500\ \text{м} \cdot cos15)^2}}{2400\text{м/с}} = 3.77\ \text{с}$$

Б) Максимальное время прихода дифрагированной волны оценивается приближенно, исходя из модели однородной среды с наличием дифрактора, при максимальном угле рассеяния упругих волн 30 градусов (Cordsen, 2000):

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot Zmax}{Vcp \cdot \cos 30°}$$

$$Tmax\ \text{дифр} = \frac{2 \cdot 3500\ \text{м}}{2400\text{м/с} \cdot \cos 30°} = 3.36\ c$$

Из времен $T_{max\ накл}=3.77$ *с,* $T_{max\ дифр}=3.36$ *с,* $T_{max\ крат}=3.50$ *с* выбирается максимальное время, к нему добавляются: время прохождения волн в верхней части разреза (ВЧР) – $T_{вчр}=2\cdot H_{вчр}/V_{вчр}$ и время прохождения сейсмических сигналов в регистрирующей аппаратуре (около 0.10 с). Сумма всех этих времен составляет длину записи при регистрации сейсмических сигналов. Это время округляют до целого числа секунд в большую сторону.

В нашем примере имеем:

$T_{зап} = T_{max} + T_{вчр} + T_{апп} = 3.77с + 2\times 80м/1200м/с + 0.1с = 3.77 + 0.13 + 0.1 = 4$ с.

6. *Размер полосы миграции*.

Исходные данные для расчета берутся из таблицы: «Геолого-геофизическая информация о глубинных условиях»: максимальное время полезных волн на временных разрезах $t_0=3.4$ *с,* соответствующая средняя скорость $V_{ср}=2400$ *м/с,* доминирующая частота $f_{dom}=40$ *Гц,* максимальная глубина исследований $Z_{max}=3500$ *м,* максимальный угол наклона на краях участка исследований для целевых отражающих горизонтов $\alpha_{max}=15°$.

В общем случае расчет ведется для всех трех вариантов, представленных в таблице 4.1, но если на границах участка не ожидаются круто падающие отражающие границы (углы падения более 15-20 градусов) и отсутствуют дифрагирующие объекты (зоны дробления, тектонические ступеней, малоразмерные локальные объекты и т. п.), то ограничиваются лишь оценкой зоны Френеля.

А) Полоса миграции с учетом первой зоны Френеля:

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot V_{ср}\cdot (t_0 / f_{dom})^{1/2}$$

$$MA_x,\ MA_y \geq (1/2)\cdot 2400\ м/с\cdot (3.4\ с / 40\ Гц)^{1/2} \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 645\ м$$

Б) Полоса миграции, необходимая для наклонных границ:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max}\cdot tg(\alpha_{max})$$

$$MA_x,\ MA_y \geq 3500\ м \times tg(15°) \rightarrow MA_x,\ MA_y \geq 937\ м$$

В) Полоса миграции, необходимая для захвата максимума энергии дифрагированных волн на краях съемки:

$$MA_x,\ MA_y \geq Z_{max} \times tg(30°) = 0.58 \cdot Z_{max}$$

$MA_x, MA_y \geq 3500\ м \times 0.58 \rightarrow MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

Поскольку на краях участка ожидаются значительные эффекты дифракции и наклонных границ, размер полосы миграции выбирается максимальным из всех расчетных параметров: $MA_x, MA_y \geq 2030\ м$.

Итоговые ключевые параметры съемки помещаются в таблицу, данные которой служат исходной информацией для обоснования геометрии съемки (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Ключевые параметры съемки

Размер бина	$B_x=B_y=B=25\ м$
Кратность прослеживания по ОСТ (ОГТ)	$F_{3D} \geq 64$
Тип геометрии наблюдений (из исходных данных)	*ортогональная*
Характеристическое отношение приемной расстановки (из исходных данных)	*0.8-1.0*
Максимальное из минимальных удалений источник-приемник	$X_{min} \leq (750 \div 900)\ м$
Максимальное удаление источник-приемник	$3500\ м \leq X_{max} \leq 4200\ м$
Максимальная длительность регистрации	$T_{зап} = 4\ с$
Размер полосы миграции	$MA_x, MA_y \geq 2030\ м$

5. Обоснование параметров методики сейсморазведочных работ

Общие замечания и последовательность обоснования

Рекомендации по обоснованию параметров методики трехмерной сейсморазведки будут даны на примере ортогональной системы наблюдений типа «крест» с перекрытием линий приема. Эта система наиболее популярна и востребована при проведении сейсморазведочных работ МОГТ 3D на суше.

Для неортогональных (наклонных) систем наблюдений и систем наблюдений типа «кирпичной кладки», изложенные ниже приемы будут

вполне приемлемы. Отличия при определении параметров для этих съемок будут даны в виде замечаний.

Исходными данными для обоснования являются ключевые параметры съемки. На основе этих данных, имеющих некоторый диапазон значений, подбираются конкретные параметры системы наблюдений. Для рассмотренного выше примера ключевые параметры приведены в табл. 4.2. Выбранные параметры системы наблюдений должны обеспечить качественное решение геологических задач и выполнение сейсморазведочных работ с наименьшими экономическими и временными затратами в заданных географо-экономических условиях.

На первом этапе обоснования выполняется расчет параметров съемки, на базе которых создается геометрия шаблона (*или нескольких шаблонов для нестандартных съемок*) и производится разбивка сети с учетом конфигурации участка работ и расположения эксклюзивных зон, если они имеются. При разбивке сети следует учитывать имеющиеся в задании требования по перекрытию проектируемой площади с соседними участками, а также требования к размерам участка полной кратности.

В случае, если не предполагается сращивание соседних трехмерных съемок, то есть площадь изолирована, необходимо оптимизировать технологию отработки краев съемки с целью сокращения области набора-сброса кратности. Вариант оптимизации может быть описан в исходных данных в разделе требований к съемке или выбран студентом самостоятельно. Как правило, применяется один из представленных ниже вариантов оптимизации в зависимости от того, что прижимается к краям участка:

1) пункты приема;
2) пункты возбуждения;
3) область полной кратности;
4) мигрированные данные области полной кратности.

В 3 и 4 вариантах потребуется увеличить участок съемки, чтобы обеспечить указанные виды прижатия.

На втором этапе после разбивки сети выполняется виртуальная отработка («отстрел») площади съемки и рассчитываются, и анализируются атрибуты съемки: распределение по бинам кратности, азимутов и удалений. На основе анализа атрибутов съемки делается заключение о качестве спроектированной съемки, при необходимости вносятся коррективы в параметры съемки, заново создается шаблон, выполняется разбивка сети, виртуальный отстрел и анализ атрибутов съемки, то есть повторяется цикл обоснования параметров системы наблюдений.

Для окончательно выбранной системы наблюдений подбирается тип и количество аппаратуры и оборудования для проведения полевых сейсморазведочных работ. В конце раздела приводится таблица производственно-технических показателей, в которой перечислены объемы работ, параметры методики, тип и количество аппаратуры и оборудования.

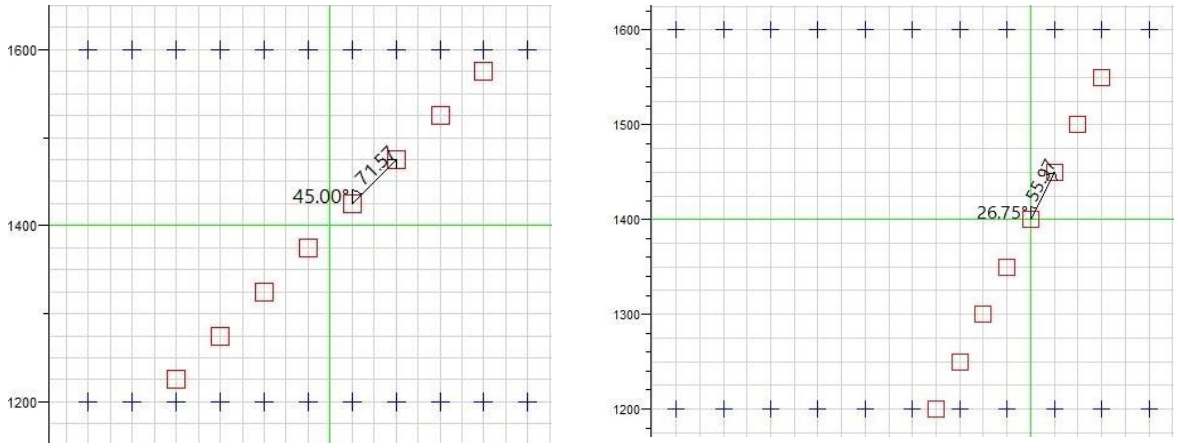
Основные расчетные формулы

Отправным пунктом для создания сети наблюдений является расчет интервала между пикетами приема на линии приема (*RI)* и интервала между пикетами возбуждения на линии источников (*SI)*. Эти интервалы определяются в зависимости от размеров бина по следующим формулам:

$$RI=Bx\times 2,\ SI=By\times 2,$$

где *Bx* - размер бина в направлении линий приема (*in-line*), а *By* – в направлении линий источников (*cross-line*).

Для неортогональных (наклонная геометрия) съемок (рис.5.1, а, б). при использовании прямоугольной сетки бинов (Bx, By) рассчитанные выше параметры RI и SI имеют отношение к расстояниям между пикетами приема (возбуждения) в соответствующих направлениях ортогональной сетки – in-line и cross-line.



а б

Рис.5.1. Расстояния между источниками для наклонных линий возбуждения для сетки бинов 25×25 м: при угле наклона, а) 45° - 71,57 м, б) ≈26.7°- 55,97 м

Чтобы получить расстояния вдоль наклонных линий, необходимо параметр SI (или RI) разделить на косинус угла между ортогональной и наклонной линиями. Как правило, этот угол составляет 45 или 26.6 градусов

Для получения всех остальных параметров съемки целесообразно рассчитывать многовариантные таблицы. Вид таблиц приводится далее в примере. Для создания этих таблиц берутся фиксированные ключевые параметры: расстояния между пикетами *RI* и *SI*, максимальное удаление источник-приемник *Xmax* и характеристическое (азимутальное) соотношение - *A*. Фиксированные значения *Xmax* и *A* выбираются из соответствующих диапазонов этих параметров. Для каждого варианта таблицы берется одна пара значений *Xmax* и *A*. В качестве изменяемых параметров выступают значения расстояний между профилями приема *RLI* и профилями возбуждения *SLI*.

Набор расстояний *RLI* и *SLI*, определяющих размеры клетки, создается из их возможных значений, ограниченных снизу величинами *RI* и *SI*, а сверху условием:

$$\sqrt{RLI^2 + SLI^2} \le X \min \qquad (5.1)$$

Положив в первом приближении *RLI=SLI*, можем численно оценить предельно допустимые значения *RLI и SLI*:

$$SLI, RLI \leq Xmin/\sqrt{2}.$$

В каждую многовариантную таблицу заносятся все возможные варианты размеров клетки как квадратной, так и прямоугольной формы. При создании прямоугольной клетки следует иметь в виду, что *RLI* и *SLI* не должны отличаться более, чем в 2 раза. Наиболее предпочтительна форма клетки близкая к квадратной. При занесении в таблицу значения *RLI* и *SLI* округляются таким образом, чтобы они были кратны расстояниям между пикетами в соответствующем направлении: *RLI* кратно *SI, а SLI* кратно *RI*.

Таким образом, при фиксированных *RI* и *SI* для каждого варианта сочетаний *Xmax* и *A* и серии параметров *RLI* и *SLI* определяются все недостающие характеристики системы наблюдений. Количество пар параметров *RLI* и *SLI*, удовлетворяющих условию 5.1, ограничено набором значений *RLI* и *SLI,* кратных *RI* и *SI,* и формой клетки. В среднем в одной таблице может быть рассмотрено *8-12* пар *RLI* и *SLI.* Параметры *Xmax* и *A* служат для приближенной оценки размеров приемной расстановки (шаблона), которые затем уточняются.

При использовании ***центральной*** системы наблюдений (рис. 5.2, а) для стандартного варианта шаблона с расположением источников между двумя центральными линиями приема для приближенной оценки размеров приемной расстановки используется соотношение:

$$\left(\frac{Lx}{2}\right)^2 + \left(\frac{Ly}{2}\right)^2 \approx Xmax^2$$

С учетом того, что заданное в исходных данных азимутальное отношение представляет собой отношение размеров шаблона *A =Ly/Lx,* можем записать размеры шаблона по *cross-line*:

$$Ly = A\,Lx.$$

Используя это выражение получим размеры шаблона по *in-line*

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(1 + A^2)}$$

Для ***фланговой*** системы наблюдений (рис. 5.2 б) на базе приближенного соотношения:

$$(Lx)^2 + (\frac{Ly}{2})^2 \approx Xmax^2$$

аналогично предыдущему случаю получим:

$$Lx = \sqrt{4 \cdot Xmax^2/(4 + A^2)}.$$

Ниже представлены расчетные формулы для всех остальных столбцов многовариантной таблицы.

1) Максимальное из минимальных удалений – *Xmin* (минимальное удаление источник-приемник для бина в центре клетки):

$$Xmin = \sqrt{RLI^2 + SLI^2}$$

Для неортогональных систем и систем типа «кирпичной кладки» расстояние Xmin определяется в соответствии с геометрией клетки этих съемок.

2) Кратность в направлении линий приема *Fx*:

$$Fx = \frac{Lx}{2 \cdot SLI},$$

где *Lx* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

3) Кратность в направлении линий возбуждения *Fy*:

$$Fy = \frac{Ly}{2 \cdot RLI},$$

где *Ly* – приближенный размер шаблона, рассчитанный на основе значений *Xmax* и *A*. Полученная кратность округляется до целого числа в меньшую сторону.

4) Полная кратность F_{3D}:

$$F_{3D} = Fx \times Fy.$$

5) Уточненный размер шаблона в направлении линий приема *Lx** *(расстояние по in-line от 1 до последнего канала в шаблоне)*:

$$Lx^* = 2Fx \times SLI - RI.$$

6) Уточненный размер шаблона в направлении линий источников *Ly**

(расстояние по cross-line от 1 до последней линии в шаблоне):

$$Ly^*=2Fy\times RLI - RLI,$$

7) Уточненное характеристическое соотношение A*:

$$A^*=Ly^*/Lx^*.$$

8) Уточненное максимальное удаление источник-приемник *xmax**

- для центральной системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*/2)^2 + (Fy \cdot RLI)^2},$$

- для фланговой системы наблюдений

$$xmax^* = \sqrt{(Lx^*)^2 + (Fy \cdot RLI)^2}.$$

9) Количество приемных линий в шаблоне (активной расстановке)

$$NCy=2\cdot Fy.$$

10) Количество приемных каналов на одной линии в шаблоне

$$NCx=Lx^*/RI+1.$$

11) Количество приемных каналов в шаблоне

$$NC=NCx\cdot NCy.$$

12) Число источников в шаблоне

$$Ny=n\cdot RLI/SI,$$

где n – количество интервалов между линиями приема, занятых источниками в шаблоне. В стандартном (предпочтительном) варианте, источники занимают всего один интервал ($n=1$), в этом случае

$$Ny=\cdot RLI/SI.$$

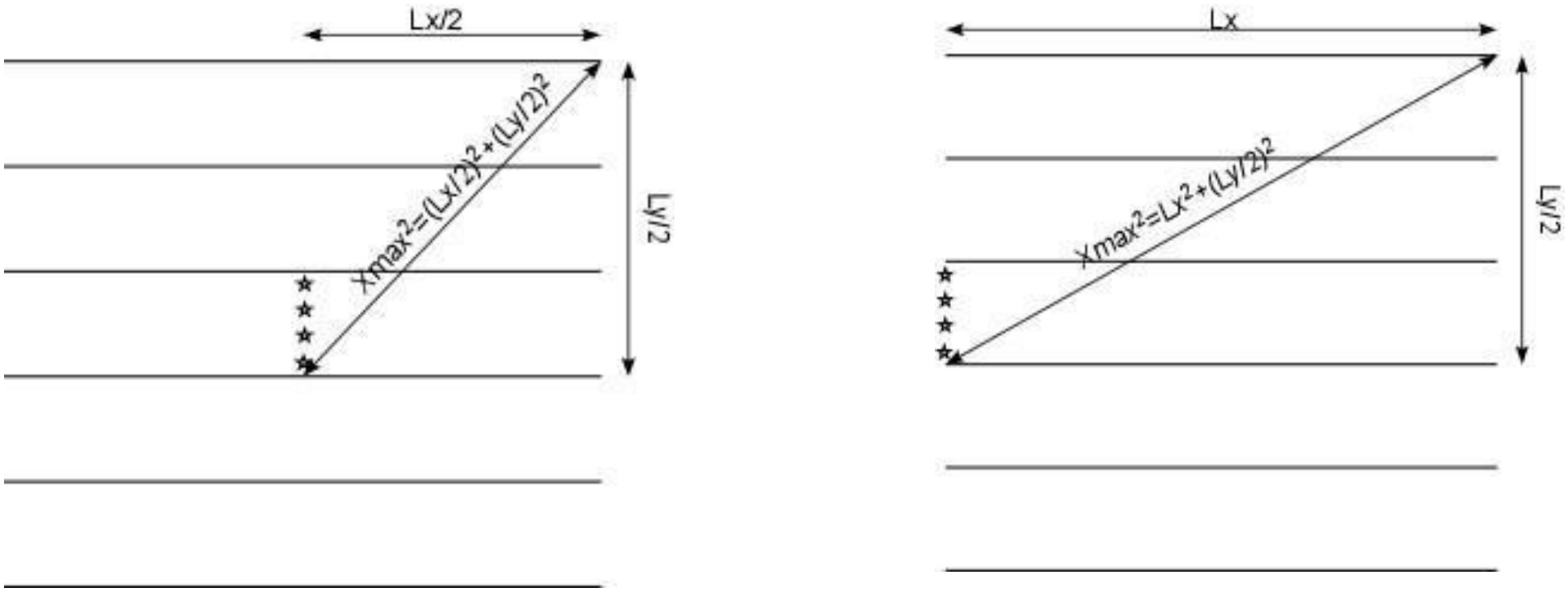
13) Плотность пунктов возбуждения на один квадратный километр

1 км^2 = 1000 м×1000 м=10^6 м^2

$$SD = \frac{10^6}{SLI \cdot SI}.$$

14) Плотность пунктов приема на один квадратный километр

$$RD = \frac{10^6}{RLI \cdot RI}.$$



а б

Рис. 5.2. Приближенная оценка максимального удаления в шаблоне центральной (а) и фланговой (б) ортогональной систем наблюдений: 6 горизонтальных линий – линии приема, 4 звездочки – источники, отрабатываемые в шаблоне

1) Количество ОСТ (СМР) на один квадратный километр

$$NCMP = \frac{10^6}{Bx \cdot By}.$$

2) Количество сейсмических трасс на один квадратный километр

$$ST = F_{3_D} \cdot NCMP$$

Необходимо иметь в виду, что формулы пунктов 13-16 справедливы для области полной кратности, в области набора-сброса кратности плотности снижаются.

Замечания для неортогональных систем

В неортогональных системах источники расположены на линиях, составляющих некоторый угол (α) с направлением линий приема. Количество источников в шаблоне, вычисляемое по формуле, приведенной в пункте 12, соответствует как ортогональной, так и неортогональной системе, при условии, что расстояние между источниками в неортогональной системе равно

$$SI^{**} = SI/cos\alpha.$$

*При использовании расстояния SI** кратность системы наблюдения, будет равна кратности, рассчитанной в пункте 4, а плотность пунктов возбуждения – плотности, рассчитанной в пункте 13.*

Если расстояние между источниками вдоль наклонной линии источников взять равным SI, то количество источников в шаблоне увеличится, оно будет равно

$$Ny^{**} = \frac{n \cdot RLI}{cos\alpha \cdot SI}$$

*При этом уменьшится размер бина в направлении cross-line, он будет равным By**=SI/(2·cosα) и соответственно увеличится плотность пунктов возбуждения на один кв.км*

$$SD^{**} = \frac{10^6}{SLI \cdot SI \cdot \cos\alpha}.$$

Пример расчета параметров методики работ

Порядок формирования вариантов параметров системы наблюдений, предложенный в приведенном ниже примере, не является строгим, поэтому его нужно рассматривать только как один из возможных алгоритмов при подборе параметров съемки. Целесообразно самостоятельно выработать логику и последовательность действий с учетом особенностей проектной площади, но в любом случае следует учитывать представленные выше (раздел 5.2) соотношения между параметрами системы наблюдений.

1. Определение расстояний между пикетами приема и пикетами возбуждения.

Исходные данные: размеры бина $Bx=By=25$ *м.*

Расстояние между пикетами приема*:* $RI=2\times Bx$, $RI=2\times 25=50$ *м.*

Расстояние между пикетами возбуждения: $SI=2\times By$; $SI=2\times 25=50$ *м.*

2. Оценка расстояний между профилями приема и профилями возбуждения.

Исходные данные: максимальное из минимальных удалений источник-приемник $Xmin \leq (750\div 900)$ *м*

Приближенная оценка максимально возможных значений *RLI, SLI* при условии *RLI=SLI:*

$$SLI = RLI = Xmin/\sqrt{2}.$$

При $Xmin \leq 750\text{-}900$ *м* получаем в нестрогой оценке:

$$RLI, SLI \leq 900/\sqrt{2} = 642 \text{ м.}$$

Рассчитанное значение округляем в меньшую сторону, чтобы не нарушить ключевое неравенство для *Xmin.* Кроме того, значения *SLI* и *RLI* должны быть кратны соответственно шагу пикетов приема $RI=50$ и пикетов возбуждения $SI=50$. В итоге получаем

$$SLI, RLI \leq 600 \text{ м}$$

3. Рассчитаем варианты систем наблюдений для серии возможных пар значений *RLI* и *SLI* в диапазоне от *100* до *600 м* для грубой оценки наиболее оптимальных значений *RLI* и *SLI*. Для этого используются средние значения

Xmax и *A* из интервалов, представленных в таблице ключевых параметров: *3500 м≤ X_{max} ≤ 4200 м; 0,8≤ A ≤ 1,0*. В таблице 5.1 приведен расчет для средних значений *Xmax=3850* и *A=0,9*.

Анализ таблицы показывает, что варианты систем наблюдений, с размерами клетки близкими к *300 м × 300 м* и меньше удовлетворяют требованиям ключевых параметров по кратности F_{3D}, расстояниям *Xmax* и *Xmin*, характеристическому соотношению *A* и среднестатистическим параметрам трехмерной съемки (см. замечания на стр.8).

Далее выполнены расчеты, аналогичные произведенным в таблице 5.1., для клеток с размерами близкими к *300 м × 300 м* и средними значениями *Xmax=3850* и *A=0,9*.

Уменьшение количества возможных вариантов клетки производится с учетом географо-экономических условий – от них зависит возможность прокладки профилей возбуждения и приема на участке работ.

Поскольку на проектной площади полевые работы могут проводиться исключительно в зимний период, а залесенность составляет около 40%, то для удешевления затрат на возбуждение сейсмических волн и уменьшения негативного воздействия на экологию исследуемой площади целесообразно интервал между профилями возбуждения *SLI* взять максимальным из возможных вариантов, позволяющих решить геологические задачи. В нашем случае этот интервал выбран равным *300 м*. Он обеспечит относительно пониженную плотность пикетов возбуждения *SD=67 ПВ/км^2* по сравнению с ближайшими меньшими интервалами (*при SLI=250 м плотность составит SD=80 ПВ/км^2, при SLI=200 м - SD=100 ПВ/км^2*).

Учитывая то, что клетка должна иметь форму близкую к квадрату, далее (см. таблицу 5.2) будут рассмотрены параметры систем наблюдений для клетки *RLI=SLI=300 м* и клетки *SLI=300 м, RLI=250 м* при различных значениях кратности *Fx* и *Fy*, удовлетворяющих ключевому неравенству F_{3D}*≥64* и среднестатистической плотности трасс на квадратный километр не менее 120 тысяч. В этой таблице кратности *Fx* и *Fy* берутся равными не

менее 9, исходя из того, что в этом случае плотность трасс окажется в требуемом среднестатистическом диапазоне (см. 10 вариант таблицы 5.1).

Анализ таблицs 5.2 показывает, что 8 из представленных вариантов удовлетворяют всем требованиям, которые предъявляются к проектируемой съемке. Поставив в качестве фильтрующих критериев наибольшую кратность, наиболее близкое к 1 характеристическое отношение, одинаковую кратность в направлениях in-line и cross-line, получим, что 14 вариант из таблицы 5.2. является наилучшим. Далее он будет рассмотрен в качестве базового. Его числовые характеристики приводятся в таблице 5.3.

Для неортогональных съемок и съемок типа «зигзаг» при расчетах и составлении итоговой таблицы следует обратить внимание на геометрические параметры, зависящие от угла между профилями приема и возбуждения.

Для систем наблюдений типа «кирпичная кладка» потребуется параметр, определяющий «смещение кирпичей». Его целесообразно вынести в отдельную строку после параметра «тип системы наблюдений».

Таблица 5.1

Выбор варианта, оптимального по размерам сетки профилей возбуждения и приема

xmax= *3850* Lx= 5723

A= *0,9* Ly= 5151

	SI	*RI*	*SLI*	*RLI*	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	TD
1	*50*	*50*	*600*	*600*	849	4	4	16	4750	4200	0,88	3376	8	96	768	12	33	33	1600	25600
2	*50*	*50*	*600*	*500*	781	4	5	20	4750	4500	0,95	3448	10	96	960	10	33	40	1600	32000
3	*50*	*50*	*500*	*600*	781	5	4	20	4950	4200	0,85	3448	8	100	800	12	40	33	1600	32000
4	*50*	*50*	*500*	*500*	707	5	5	25	4950	4500	0,91	3518	10	100	1000	10	40	40	1600	40000
5	*50*	*50*	*500*	*400*	640	5	6	30	4950	4400	0,89	3448	12	100	1200	8	40	50	1600	48000
6	*50*	*50*	*400*	*500*	640	7	5	35	5550	4500	0,81	3735	10	112	1120	10	50	40	1600	56000
7	*50*	*50*	*400*	*400*	566	7	6	42	5550	4400	0,79	3669	12	112	1344	8	50	50	1600	67200
8	*50*	*50*	*400*	*300*	500	7	8	56	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	50	67	1600	89600
9	*50*	*50*	*300*	*400*	500	9	6	54	5350	4400	0,82	3594	12	108	1296	8	67	50	1600	86400
10	*50*	*50*	*300*	*300*	424	9	8	72	5350	4500	0,84	3594	16	108	1728	6	67	67	1600	115200
11	***50***	***50***	***300***	***200***	***361***	***9***	***12***	***108***	***5350***	***4600***	***0,86***	***3594***	***24***	***108***	***2592***	***4***	***67***	***100***	***1600***	***172800***
12	*50*	*50*	*200*	*300*	361	14	8	112	5550	4500	0,81	3669	16	112	1792	6	100	67	1600	179200
13	*50*	*50*	*200*	*200*	283	14	12	168	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	100	100	1600	268800
14	*50*	*50*	*200*	*100*	224	14	25	350	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	100	200	1600	560000
15	*50*	*50*	*100*	*200*	224	28	12	336	5550	4600	0,83	3669	24	112	2688	4	200	100	1600	537600
16	*50*	*50*	*100*	*100*	141	28	25	700	5550	4900	0,88	3735	50	112	5600	2	200	200	1600	1120000

Примечание: серым цветом показаны параметры не удовлетворяющие

а) требованиям ключевых параметров: $F_{3D} \geq 64$, A=0.8-1.0, Xmin ≤ (750÷900) м, 3500 м≤ X_{max} ≤ 4200 м,

б) среднестатистической съемке: бин 25×25 м, кратность 60-120, плотность сейсмотрасс на 1 кв. км 120-180 тысяч

Таблица 5.2

Выбор варианта, оптимального по кратности для клетки 300×300 м

	SI	RI	SLI	RLI	Xmin	Fx	Fy	F3D	Lx*	Ly*	A*	xmax	NCy	NCx	NC	Ny	SD	RD	NCMP	ST
1	50	50	300	250	391	9	9	81	5350	4250	0,79	3495	18	108	1944	5	67	80	1600	129600
2	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**4750**	**0,89**	**3661**	**20**	**108**	**2160**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**144000**
3	50	50	300	250	391	10	9	90	5950	4250	0,71	3730	18	120	2160	5	67	80	1600	144000
4	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**4750**	**0,80**	**3886**	**20**	**120**	**2400**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**160000**
5	50	50	300	250	391	11	10	110	6550	4750	0,73	4120	20	132	2640	5	67	80	1600	176000
6	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**10**	**11**	**110**	**5950**	**5250**	**0,88**	**4051**	**22**	**120**	**2640**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**176000**
7	**50**	**50**	**300**	**250**	**391**	**11**	**11**	**121**	**6550**	**5250**	**0,80**	**4276**	**22**	**132**	**2904**	**5**	**67**	**80**	**1600**	**193600**
8	50	50	300	250	391	11	12	132	6550	5750	0,88	4441	24	132	3168	5	67	80	1600	211200
9	50	50	300	250	391	12	11	132	7150	5250	0,73	4510	22	144	3168	5	67	80	1600	211200
10	50	50	300	250	391	12	12	144	7150	5750	0,80	4667	24	144	3456	5	67	80	1600	230400
11	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**9**	**81**	**5350**	**5100**	**0,95**	**3801**	**18**	**108**	**1944**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**129600**
12	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**9**	**10**	**90**	**5350**	**5700**	**1,07**	**4019**	**20**	**108**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
13	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**9**	**90**	**5950**	**5100**	**0,86**	**4018**	**18**	**120**	**2160**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**144000**
14	**50**	**50**	**300**	**300**	**424**	**10**	**10**	**100**	**5950**	**5700**	**0,96**	**4225**	**20**	**120**	**2400**	**6**	**67**	**67**	**1600**	**160000**
15	50	50	300	300	424	11	10	110	6550	5700	0,87	4441	20	132	2640	6	67	67	1600	176000
16	50	50	300	300	424	10	11	110	5950	6300	1,06	4443	22	120	2640	6	67	67	1600	176000
17	50	50	300	300	424	11	11	121	6550	6300	0,96	4649	22	132	2904	6	67	67	1600	193600
18	50	50	300	300	424	11	12	132	6550	6900	1,05	4867	24	132	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	11	132	7150	6300	0,88	4865	22	144	3168	6	67	67	1600	211200
19	50	50	300	300	424	12	12	144	7150	6900	0,97	5074	24	144	3456	6	67	67	1600	230400

Таблица 5.3

Параметры системы наблюдений

Сетка бинов	
Размеры бина, по OX (in line), м	25
Размеры бина, по OУ (cross line), м	25
Сеть наблюдений	
Тип системы наблюдений	ортогональная
Наклон линии источников, градусы	90
Расстояние между приемниками на линии приема, м	50
Расстояние между источниками на линии источников, м	50
Расстояние между приемными линиями, м	300
Расстояние между линиями источников, м	300
Параметры активной расстановки	
Количество приемных линий	20
Количество каналов на одной линии приема	120
Количество активных каналов	2400
Геометрия шаблона	
Размеры по in line, м	5950
Размеры по cross line, м	5700
Интервал, занимаемый источниками на линии возбуждения, м	300
Количество источников в шаблоне	6
Характеристическое (азимутальное) отношение	0,96
Кратность съемки	
Кратность по in line	10
Кратность по cross line	10
Номинальная кратность	100

Геометрия шаблона

Для выбранного варианта съемки МОГТ 3D в системе проектирования сейсмических съемок (специальном программном обеспечении) создается шаблон. Геометрия шаблона – расположение линий приема и отрабатываемых в шаблоне источников, приводится в виде схемы. Для представленных в таблице 5.3 параметров соответствующий шаблон дан на рис.5.3. На схеме шаблона показаны линии приема с пикетами приема, серия источников, отрабатываемых для такой расстановки пикетов приема и область общих средних точек (активных бинов), участвующих в создании кратности в шаблоне. Следует отметить, что на краях съемки, при необходимости прижимать кратность к границам участка, шаблон будет иметь усеченный вид. Минимальное число линий приема в усеченном шаблоне составит: NCy/2+1. В рассматриваемом примере: 20/2+1=11. Длина шаблона в направлении линий приема будет равна половине длины шаблона в этом направлении.

Разбивка сети наблюдений

Сеть наблюдений представляет собой профили приема и возбуждения с расположенными на них пикетами приема и возбуждения. Сеть формируется в автоматизированной системе проектирования. На первом этапе участок съемки вписывается в прямоугольник, размеры которого определяются максимальными размерами участка работ в направлениях *in-line* (вдоль линий приема) и *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

В нашем примере прямоугольник будет иметь размеры 10 км×10 км. На прямоугольном участке в программе проектирования разбивается сетка профилей приема и возбуждения со следующими расстояниями: между приемными линиями - *RLI*, пикетами приема - *RI*, профилями возбуждения – *SLI*, пикетами возбуждения - *SI*.

При разбивке сети первый пикет первого профиля возбуждения рекомендуется сместить относительно левого нижнего угла прямоугольного участка на один шаг бинирования в обоих направлениях в сторону

увеличения текущих координат (рис. 5.4). Это позволит избежать дублирования лучевых схем для центральных бинов в клетке и несколько уменьшит минимальные удаления в этих бинах.

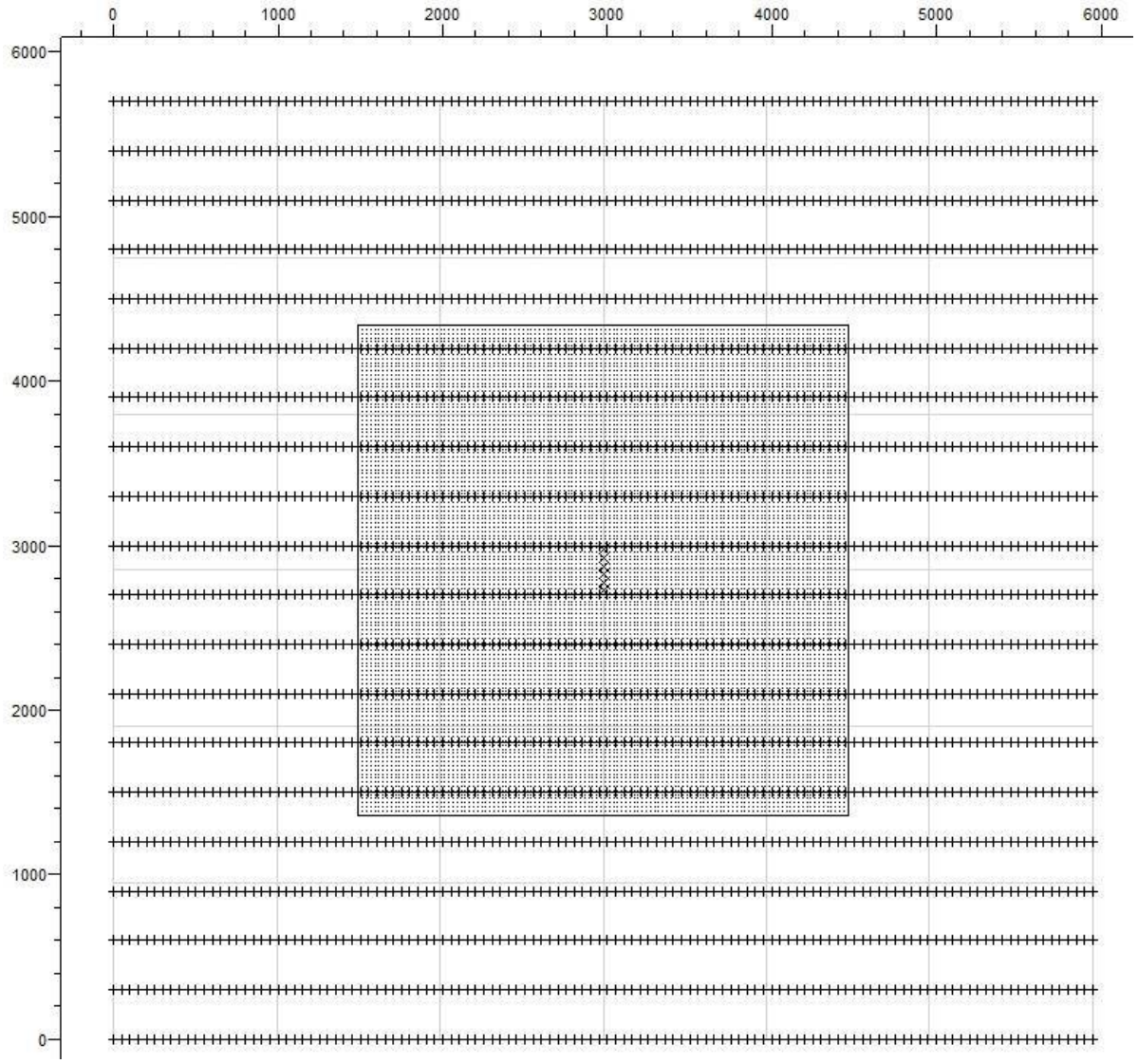


Рис.5.3. Геометрия шаблона, состоящего из 20 приемных линий по 120 каналов и группы из 6 источников.
Условные знаки: × -источник, + - приемник. Заштрихованный прямоугольник в центре шаблона - область общих средних точек (ОСТ), формируемых в шаблоне

Для демонстрации расположения источников и приемников в клетке и минимальных удалений *Xmin* в центральных бинах клетки в проекте следует привести увеличенный фрагмент с вычисленными минимальными удалениями для центральных бинов (рис. 5.5).

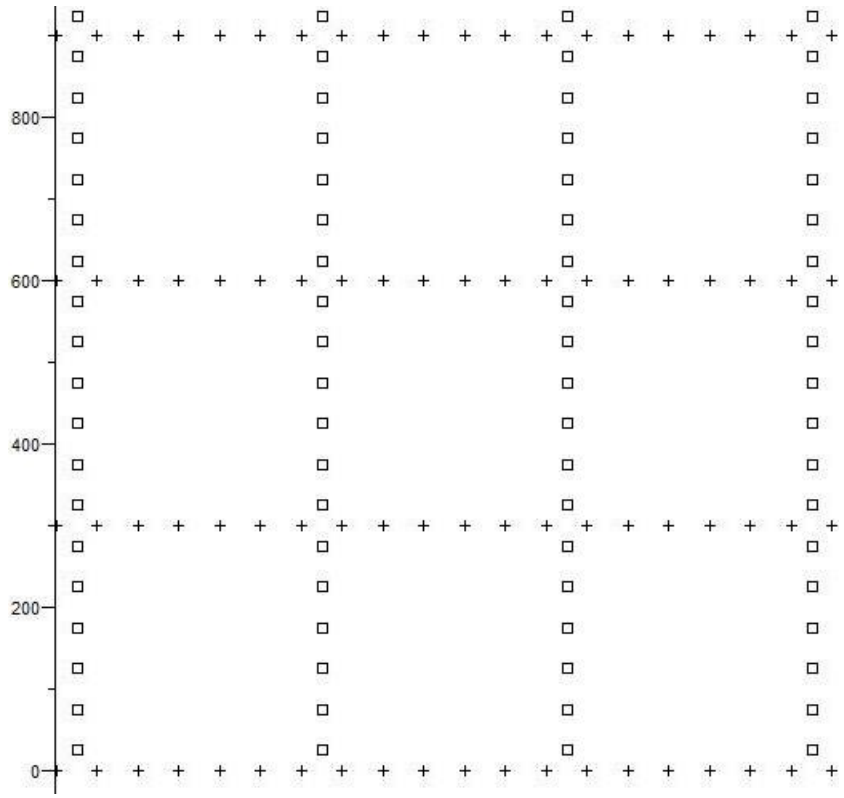


Рис. 5.4. Фрагмент сети наблюдений с учетом смещения сетки пикетов возбуждения относительно левого нижнего угла прямоугольного участка съемки

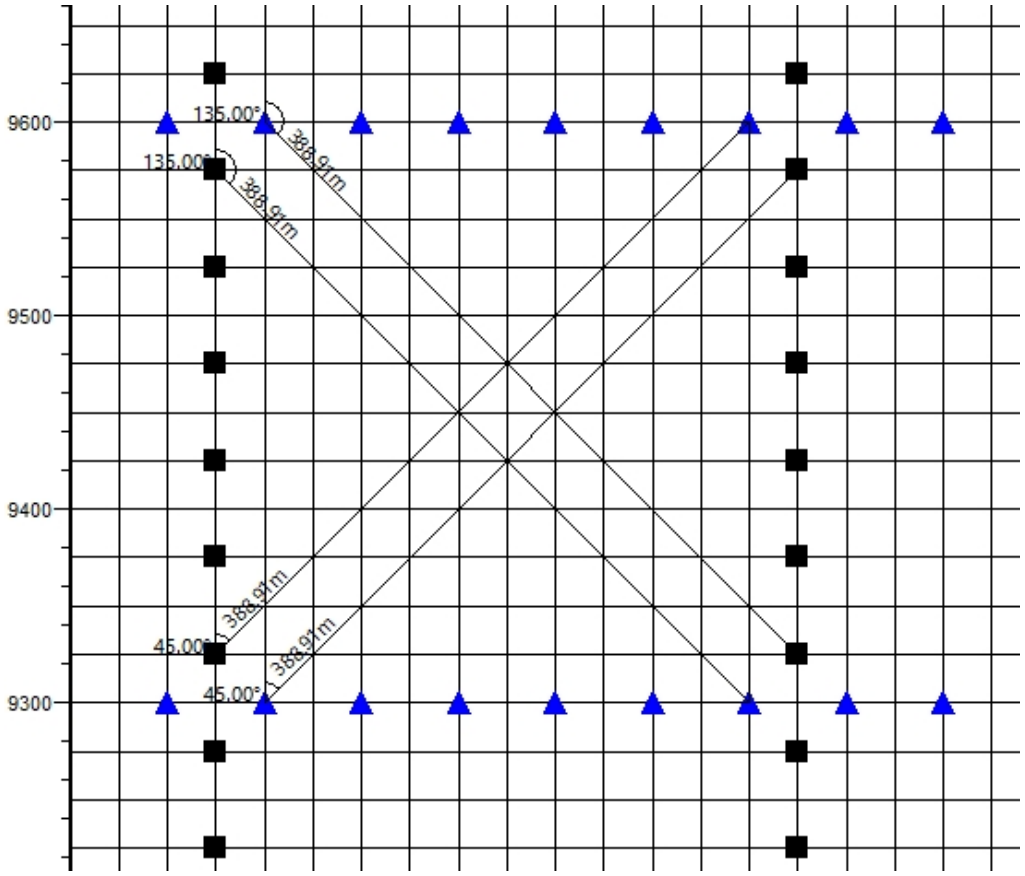


Рис. 5.5. Увеличенный фрагмент сети наблюдений на сетке бинов (25 м ×25 м) с демонстрацией наибольших минимальных удалений в пределах клетки

После разбивки сети на прямоугольной площади выполняется обрезание площади по реальной границе участка съемки. Обрезку рекомендуется выполнять по границам клеток, при этом границы участка будут иметь ступенчатый вид. Вид сети наблюдений после обрезания показан на рис. 5.6.

Операции обрезки прямоугольной площади по границам участка и оконтуривания эксклюзивных зон для реальных проектов выполняются на подложке в виде топографической карты, структурной карты с основными элементами ситуации и т.п. Из эксклюзивных зон производится удаление источников и, в некоторых случаях приемников, и их добавление у внешнего края этих зон для сохранения кратности.

При значительной ширине эксклюзивной зоны такие операции не помогут сохранить кратность в пределах эксклюзивной зоны. В этом случае применяют способы удлинения линий приема, увеличения их числа и привлечения дополнительных пикетов возбуждения. Подобные манипуляции должны проверяться путем виртуального отстрела с последующим расчетом и анализом атрибутов съемки в эксклюзивных зонах. Очень важно при планировании отстрела в эксклюзивных зонах учитывать организационные возможности проведения таких работ в полевых условиях.

По данным разбивки сети определяются следующие показатели, определяющие объемы основных (сейсморазведочных) и вспомогательных (топографо-геодезических) работ.

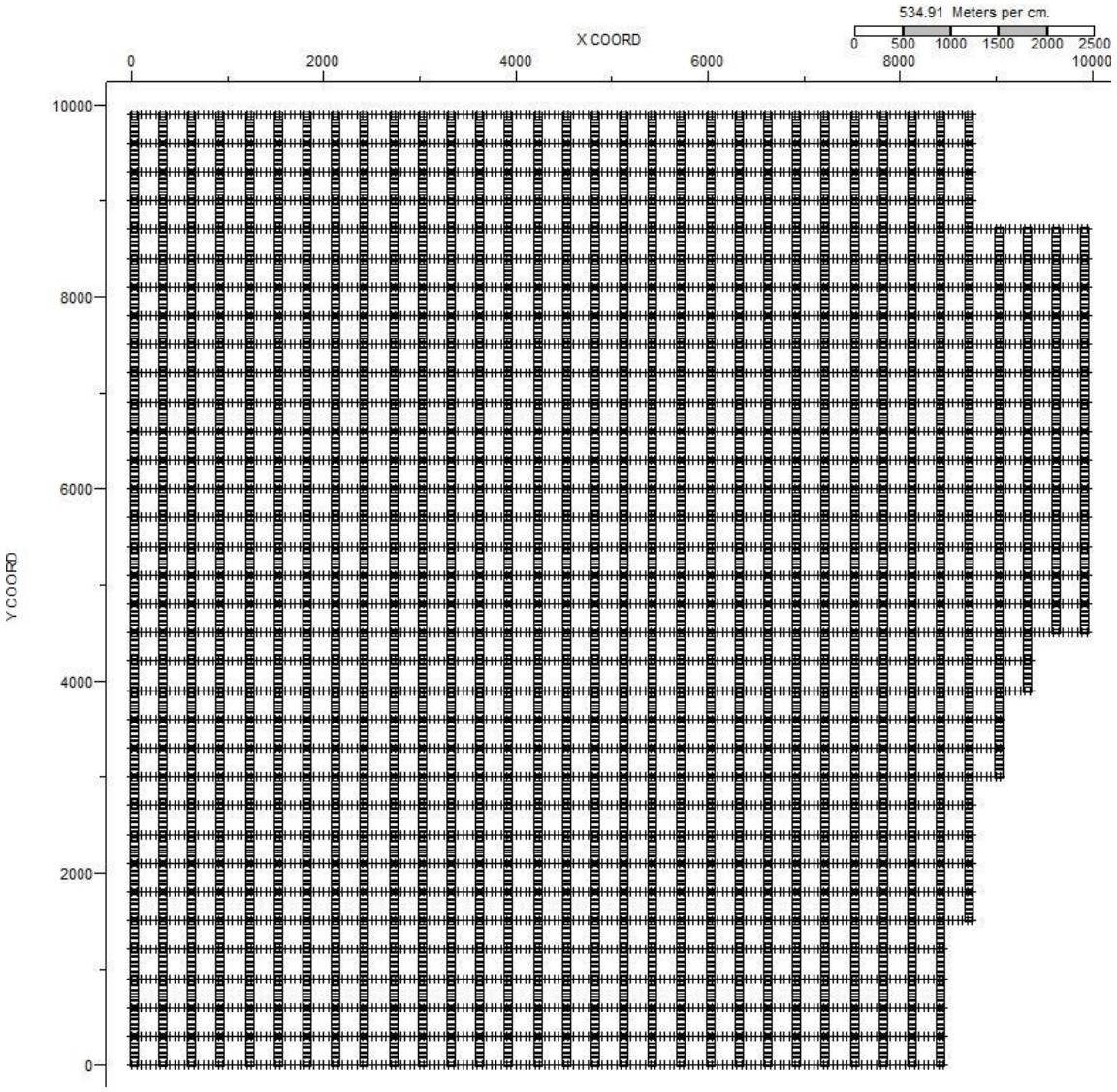


Рис.5.6. Расположение сети профилей приема и возбуждения на участке съемки (размер клетки 300 м × 300 м)

Показатель объемов работ	Значение
размеры прямоугольного контура площади съемки, км^2	99
размеры площади съемки, км^2	92,6
количество приемных профилей	34
количество приемных пикетов на линии (max)	200
общая длина профилей приема, км	316.1
количество пикетов приема на площади съемки	6356
плотность пикетов приема на 1 кв. км	66.7
количество профилей возбуждения	34
количество пикетов возбуждения на линии (max)	198
общая длина профилей возбуждения, км	312.7
количество пикетов возбуждения на площади съемки	6288
плотность пикетов возбуждения на 1 кв. км	66.7

Подавление волн-помех, формирующихся в ВЧР

Как правило, при сейсморазведочных работах на суше приходится иметь дело с поверхностными волнами-помехами, волновые числа которых резко отличаются от волновых чисел, характерных для целевых отражений. Применение в трехмерных съемках линейных продольных групп источников или приемников не позволяет ослабить поверхностные волны в направлениях, отличных от направления, вдоль которого располагаются группы (Череповский А.В. 2012). В связи с этим применяют либо площадные группы приемников, либо комбинирование линейных групп источников и приемников, либо полностью отказываются от группирования в надежде подавить поверхностные волны при обработке, используя процедуры фильтрации.

В первом случае, возбуждение выполняется в одной точке профиля, что чаще всего характерно для взрывной сейсморазведки, а прием осуществляется площадными группами сейсмоприемников. Как правило, такие группы должны обладать центральной симметрией. На практике

реализация такого группирования довольно трудоемка и рекомендуется лишь в благоприятных условиях (отсутствие растительности, снега, и т.п.). В связи со сложностями установки площадных групп в сейсморазведке со взрывами полевые интерференционные системы для подавления поверхностных волн не применяются. Наибольшую популярность в трехмерной сейсморазведке со одиночными взрывами получило группирование сейсмоприемников в точку. Сейсмоприемники устанавливаются на малых расстояниях друг от друга на предельно малой площади. Такая группа позволяет усреднить условия установки сейсмоприемников и увеличить чувствительность сейсмического канала.

Во втором случае, возбуждение выполняется линейной группой источников, что характерно для невзрывной сейсморазведки (источники представляют собой группу сейсмических вибраторов или импульсных источников), а прием осуществляется линейными группами сейсмоприемников. При совместном группировании источников и приемников линейные группы располагаются вдоль соответствующих профилей: группы источников вдоль - профилей возбуждения, группы приемников вдоль - профилей приема. Как правило, профили приема ортогональны профилям возбуждения или расположены под углом. Сочетание перпендикулярных (или наклонных) друг другу продольных линейных групп создает интерференционную систему, способную подавлять поверхностные волны по различным азимутам.

Одним из важных критериев линейного группирования состоит в том, что группы источников должны быть такими же, как группы приемников [Vermeer,1998]. Группы приемников и источников достаточно эффективны при высоком уровне микросейсм (ветровые помехи, шум от промышленных объектов и т.п.), а также при подавлении низкочастотных низкоскоростных поверхностных волн в простых поверхностных условиях.

В сложных поверхностных условиях для групп сейсмоприемников характерно искажение амплитудно-частотных характеристик полезного

сигнала из-за ряда факторов (Череповский, 2012): наличия статических сдвигов, неидентичности грунтовых условий в точках установки приемников, отклонение от вертикали лучей отраженных волн, кривизны волнового фронта на больших удалениях от источника.

Применение в трехмерной сейсморазведке продольных групп только в одном направлении – либо источников, либо приемников привносит значительную азимутальную анизотропию и поэтому не применяется.

Для высокоплотных высокоразрешающих систем наблюдений, которые идут на смену современным среднестатистическим сейсмическим съемкам 3D, проблема подавления помех, связанных с ВЧР, трансформируется в простое правило – необходимо регистрировать все помехи без пространственного аляйсинг-эффекта (без зеркальных пространственных частот), то есть интервал между отдельными одиночными приемниками должен быть меньше половины длины волны помехи: $RI=0.5V_{min}/F_{max}$, где V_{min} – минимальная кажущаяся скорость волны помехи, F_{max} – максимальная частота записи. Для поверхностной волны, обладающей скоростью $V=300$ *м/с* и частотой $F=20$ *Гц,* получим требуемое расстояние между сейсмоприемниками $RI=0.5*300/20=7,5$ *м*. Такая съемка требует значительного количества полевого оборудования, расширенных технических возможностей и крупных экономических вложений.

Ниже будет рассмотрен один из возможных вариантов невзрывной сейсморазведки с одновременным группированием источников и приемников. Подбор параметров групп может быть сделан в программе проектирования. С этой целью следует рассчитать ожидаемые длины волн поверхностных волн-помех. Понадобится информация о количестве элементов в группах источников и приемников, которое может быть обеспечено при использовании стандартного оборудования. Например, группы сейсмоприёмников (геофонов), поставляемые предприятиями-изготовителями могут состоять из 6 или 12 элементов, а наиболее часто

используемые группы вибрационных источников состоят из 3-5 сейсмовибраторов.

При однопозиционной методике возбуждения количество источников (обычно от 3 до 5 возбудителей) равно числу элементов в группе. Такая группа работает на одной позиции для одного пикета возбуждения. При многопозиционной методике количество источников меньше, чем число элементов в группе, и они работают на нескольких позициях для одного пикета возбуждения.

На группу всегда накладывается условие – базы соседних групп не должны перекрываться, в связи с этим, например, база группирования сейсмоприемников не должна превышать интервал между пикетами приема (*RI*). Поскольку для трехмерных съемок должна соблюдаться симметрия, то базы группирования источников и приемников должны быть одинаковы, в компромиссном варианте близки.

Базу группирования *Lgr* приближенно можно оценить по формуле [Бондарев В.И., 2012]:

$$L_{gr} \approx \frac{(\lambda_{max} - \lambda_{min})\lambda_{max}}{\lambda_{max} + \lambda_{min}},$$

где λ_{max} и λ_{min} соответственно максимальная и минимальная длины волн помех. В некоторых случаях параметры поверхностных волн таковы, что не удается создать эффективную интерференционную систему. Для подавления этих волн остается надеяться на фильтрацию при цифровой обработке полевых сейсмограмм.

Пример расчета групп источников и приемников

Исходные данные: интервал между пикетами приема *RI=50 м*, число элементов в группе сейсмоприемников – *6*, тип источника – вибрационный, число источников в группе – *3*, скорости распространения волн-помех*: Vmin=200 м/с, Vmax=300 м/с;* частотный состав волн-помех*: fmin=10 Гц, fmax=25 Гц.*

Расчет длин волн и ориентировочной величины базы группирования:

$\lambda max = Vmax / fmin = 300 / 10 = 30$ *м*

$\lambda min = Vmin / fmax = 200 / 25 = 8$ *м*

$Lgr = (30-8) \times 30 / (30+8) = 17.4$ *м.*

Для приемников запланирована группа из 6 элементов. Приемники расположены через 4 м вдоль линии приема на базе 20 м (рис. 5.7).

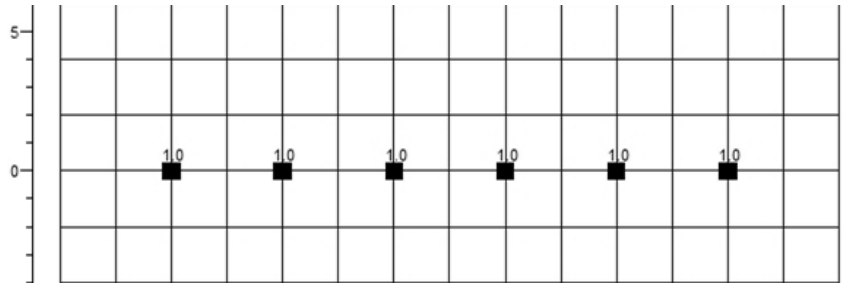


Рис. 5.7. Продольная группа приемников (ориентация вдоль линий приема)

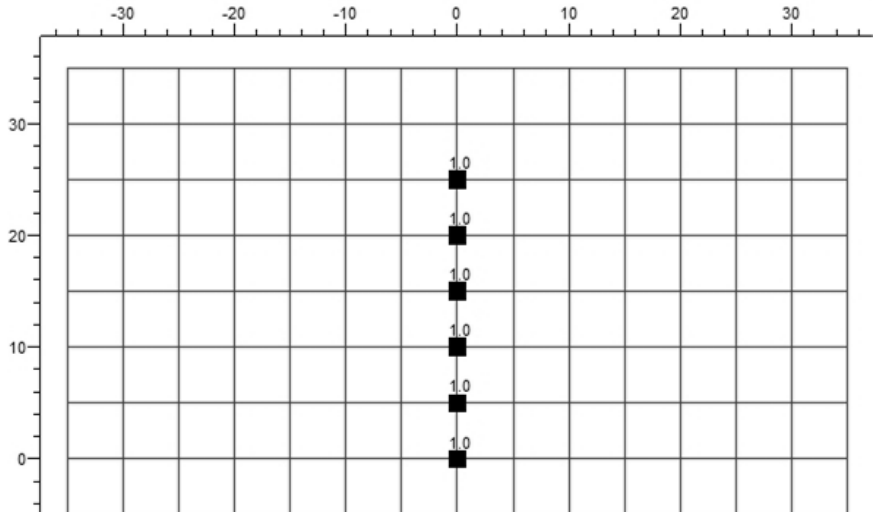


Рис. 5.8. Продольная группа источников (ориентация вдоль линий возбуждения)

Для ортогональной системы наблюдений была подобрана группа из 6 источников (двухпозиционная методика возбуждения), центры излучения которых расположены через 5 м вдоль линии возбуждения на базе 25 м (рис. 5.8). В полевом исполнении группа из 3 источников, расположенных через 10 метров, будет занимать две позиции, отличающиеся на 5 метров. База группирования увеличена до 25 метров по сравнению с расчетной, исходя из габаритов и возможности расположения сейсмовибраторов на линии возбуждения. Так как длина шасси вибрационного источника составляет около 8 метров, ширина - около 3 метров, то маневры таких

машин на залесенной территории (в задании 40% участка работ занято лесом) при стандартных технологических просеках (4 м) ограничены, и приходится идти на компромисс между качеством подавления волн с одной стороны, и технологичностью, и производительностью труда, с другой.

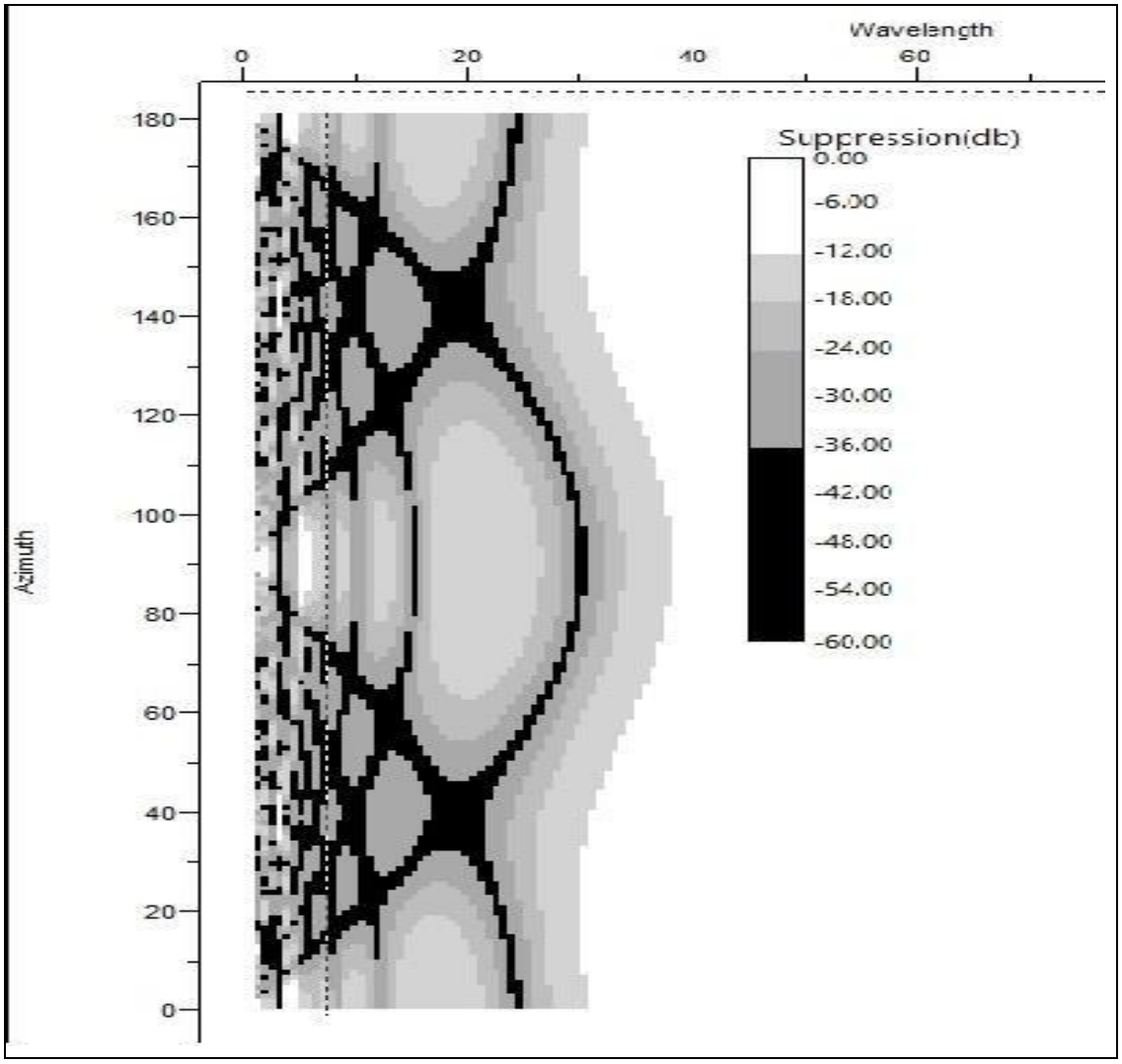


Рис. 5.9. Характеристика направленности группирования совместной группы источников и приемников в координатах длина волны (wavelength) и азимут (azimuth). Шкала подавления указана в Дб

Анализ совместной характеристики группирования (рис. 5.9) в координатах длины волн – азимуты показывает, что длины волн помех (8-30 м) попадают в область подавления от -12 до -60 дБ во всем диапазоне азимутов, кроме азимутов близких к 90° для длин волн менее 10 м. Поскольку длины волн целевых отражений для изучаемого участка более 30 м, то предлагаемые группы источников и приемников будут

способствовать улучшению соотношение сигнал помеха в среднем 15 раз (минимум в 4 максимум в 1000 раз).

6. Анализ атрибутов съемки

6.1 Расчет и анализ атрибутов съемки

Каждый бин трехмерной съемки содержит средние точки от некоторого количества пар источник - приемник. Количество таких пар представляет собой кратность, расстояние между источником и приемником в одной паре - вынос (удаление), угол между направлением север-юг и линией, соединяющей источник и приемник, - азимут.

Кратность, выносы и азимуты называются атрибутами съемки. Атрибуты позволяют судить о качестве съемки для решения геологических задач. При расчете атрибутов используются программы по проектированию сетей наблюдений трехмерной сейсморазведки. Входными данными для работы с программами проектирования являются: координаты углов контура участка съемки, тип системы наблюдений и значения параметров системы наблюдений (*SLI, RLI, SI, RI, NCx, NCy, Ny).*

Для стандартного[1] шаблона ортогональной и не ортогональной съемок, а также съемки типа «кирпичная кладка» расчет атрибутов в рамках систем проектирования трехмерных съемок выполняется в следующей последовательности:

1) Создается сеть наблюдений. Исходные данные: расстояния между пикетами приема - *RI,* приемными линиями - *RLI,* пикетами возбуждения - *SI,* профилями возбуждения - *SLI.*

Для наклонной геометрии дополнительно нужно задать угол между профилями приема и возбуждения. Для системы типа «кирпичная кладка» необходимо задать интервал сдвига «кирпича».

[1] Под стандартным шаблоном понимается прямоугольная приемная расстановка, в центре которой источники, занимают интервал между двумя соседними линиями приема.

2) Задается активная приемная расстановка. Исходные данные активной расстановки: число приемных линий в расстановке - *NCy,* количество приемных каналов на одной линии - *NCx*.

3) Дается задание на выполнение виртуальной отработки («отстрела») съемки с заданной активной расстановкой.

4) Задается сетка бинов. Исходные данные: размеры бина в направлении *in-line - Bx,* и *cross-line - By*.

5) Выполняется расчет атрибутов съемки - кратности, азимутов и удалений для заданной сетки бинов.

6) Определяются статистические параметры съемки.

Для удобства анализа атрибутов формируются карты и графики их распределения.

Для нестандартных съемок, когда пикеты возбуждения в шаблоне занимают более одного интервала между линиями приема, выполняется формирование нестандартного единичного шаблона. В этом случае задание на виртуальную отработку участка съемки включает интервалы смещения шаблона в направлениях in line и cross line. Интервалы смещения рассчитываются таким образом, чтобы кратность в пределах исследуемой площади была равномерной. Такие смещения необходимо определить заранее, выполнив несложные расчеты для одиночного шаблона или подобрать эти смещения в интерактивном режиме в программе проектирования. Например, если в шаблоне ортогональной системы источники занимают более одного интервала между линиями приема (n>1), то смещение шаблона в направлении cross-line равно RLI×(NCy-n), а в направлении in-line – SLI.

Анализ кратности

Анализ кратности должен производиться: в области полной (номинальной) кратности съемки, на участках снижения кратности – краях съемки и в эксклюзивных зонах, представляющих собой участки отсутствия источников и (или) приемников.

В зоне полной кратности кратность должна быть равномерной (одинаковой для всех бинов) и достигать проектного (номинального) значения. В эксклюзивных зонах она не должна быть меньше, чем нижний предел кратности в зависимости от горизонтальной разрешающей способности (см. таблицу 4.1), либо чем число, оговоренное в геологическом задании.

Кратность анализируется для удалений, связанных не только с целевым интервалом геологического разреза, но для удалений в пределах которых собираются данные об опорных отражающих горизонтах, залегающих на малой глубине. Для формирования соответствующих карт кратности в программах проектирования съемок накладывается ограничение на удаления источник-приемник. Это ограничение, связанное с зоной мьютинга – обнуления (обрезания) области интерференции отраженных волн с первыми вступлениями волн вдали от источника, в первом приближении берется равным глубине залегания до интересующей проектировщика отражающей границы. На картах кратности для самых верхних отражающих горизонтов, не являющимися опорными, кратность не должна снижаться ниже четырех (Cordsen, 2000).

Если условия по минимально допустимой кратности для неглубоко залегающих горизонтов не выполняются, то следует уменьшить размеры клетки и сформировать новую систему наблюдений. Для новой системы произвести анализ атрибутов заново.

Анализ распределения азимутов

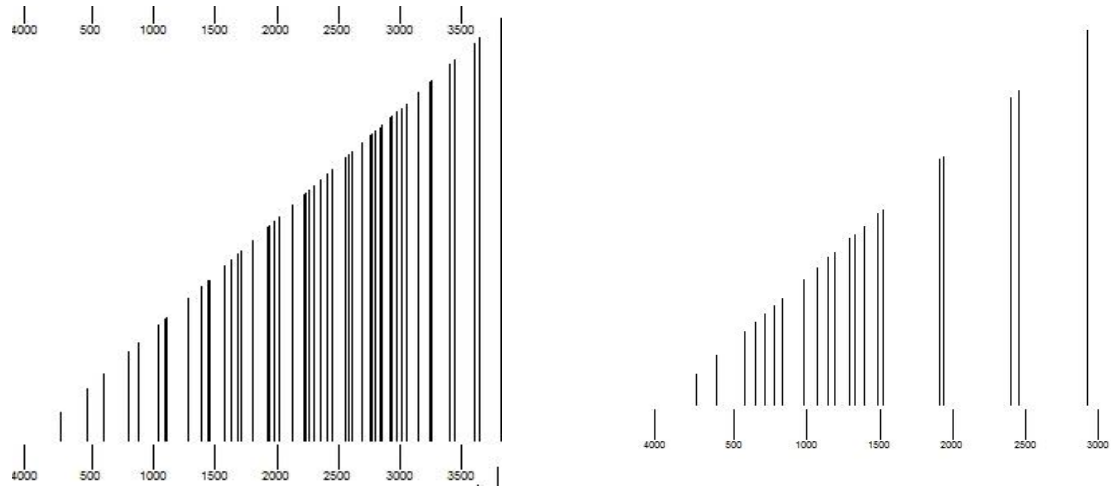
В сложных геологических условиях основное требование, предъявляемое к азимутам, заключается в равномерности их распределения в диапазоне углов от 0° до 360° в пределах бина. Это соответствует широко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение близко к 1). Для простых геологических условий, а также при наличии четко выраженного простирания геологических структур, это требование может быть снижено. В этом случае азимуты могут быть сосредоточены в

сравнительно узком конусе и направлены, в основном, вкрест простирания геологических структур, что соответствует узко азимутальной системе наблюдений (азимутальное отношение меньше 0,5).

Распределение азимутов наиболее часто анализируют на картах азимутов-удалений, с их изображением в виде розы диаграммы для каждого бина. Для характеристики азимутов всей съемки в целом используется круговая диаграмма, на которой представлена статистика с учетом всех бинов съемки по азимутам, удалениям и кратности. Для широко азимутальных съемок будет наблюдаться центральная симметрия роз диаграмм для бинов, расположенных в области полной кратности и кольцевое окрашивание круговой диаграммы. Для узко азимутальных съемок оба вида изображений будут вытянуты в направлении преобладающих азимутов.

Анализ распределения удалений (выносов)

Распределение удалений удобно анализировать по картам, на которых показаны штриховые диаграммы для каждого бина. Наиболее часто анализируют штриховые диаграммы, у которых горизонтальная и вертикальная оси имеют шкалу выносов, при этом для всех выносов, относящихся к бину, по горизонтальной оси расставляются штрихи, имеющие длину равную выносу. Таким образом, хорошее распределение удалений представляет собой равномерно заштрихованный равносторонний треугольник (рис. 6.1, а). На распределение выносов в пределах бина, главным образом, влияет кратность суммирования по ОСТ. Чем ниже кратность, тем, хуже распределение удалений (рис. 6.1, б). Равномерное распределение выносов обеспечивает наилучшую характеристику суммирования по ОСТ, а также обеспечивает успешное выполнение специализированной обработки данных сейсморазведки, использующей зависимости динамических особенностей сейсмической записей от расстояния источник-приемник (например, AVO-анализ).



а б

Рис.6.1. Штриховая диаграмма: а) с равномерным распределением выносов, кратность 90; б) с не равномерным распределением выносов, кратность 21

Распределение выносов также анализируют для рядов бинов в направлениях in-line и cross-line, а также для областей, равных по размерам зоне Френеля. Метод изображения при этом следующий: по горизонтали представлены номера бинов (ОСТ), по вертикали – удаления. Каждый бин ОСТ представлен вертикальной колонкой, в которой можно проследить набор удалений (рис. 6.2). Приведенный рисунок имеет цикличность изображения, связанную с размерами клетки. Крайние бины в ряду имеют дефицит больших удалений и кратности, что проявляется в неравномерности рисунка.

Аналогичное изображение можно получить для комплексного анализа выносов и азимутов, с этой целью цветовую шкалу задают для другого параметра: например, по оси ординат откладывается удаление, а цветом показывается азимут.

Если распределение атрибутов трехмерной съемки удовлетворяет требованиям, предъявляемым к решению геологических задач для данной проектной площади, то полученная система наблюдений берется за основу, в противном случае параметры системы корректируются, и процесс расчета и анализа атрибутов повторяется заново.

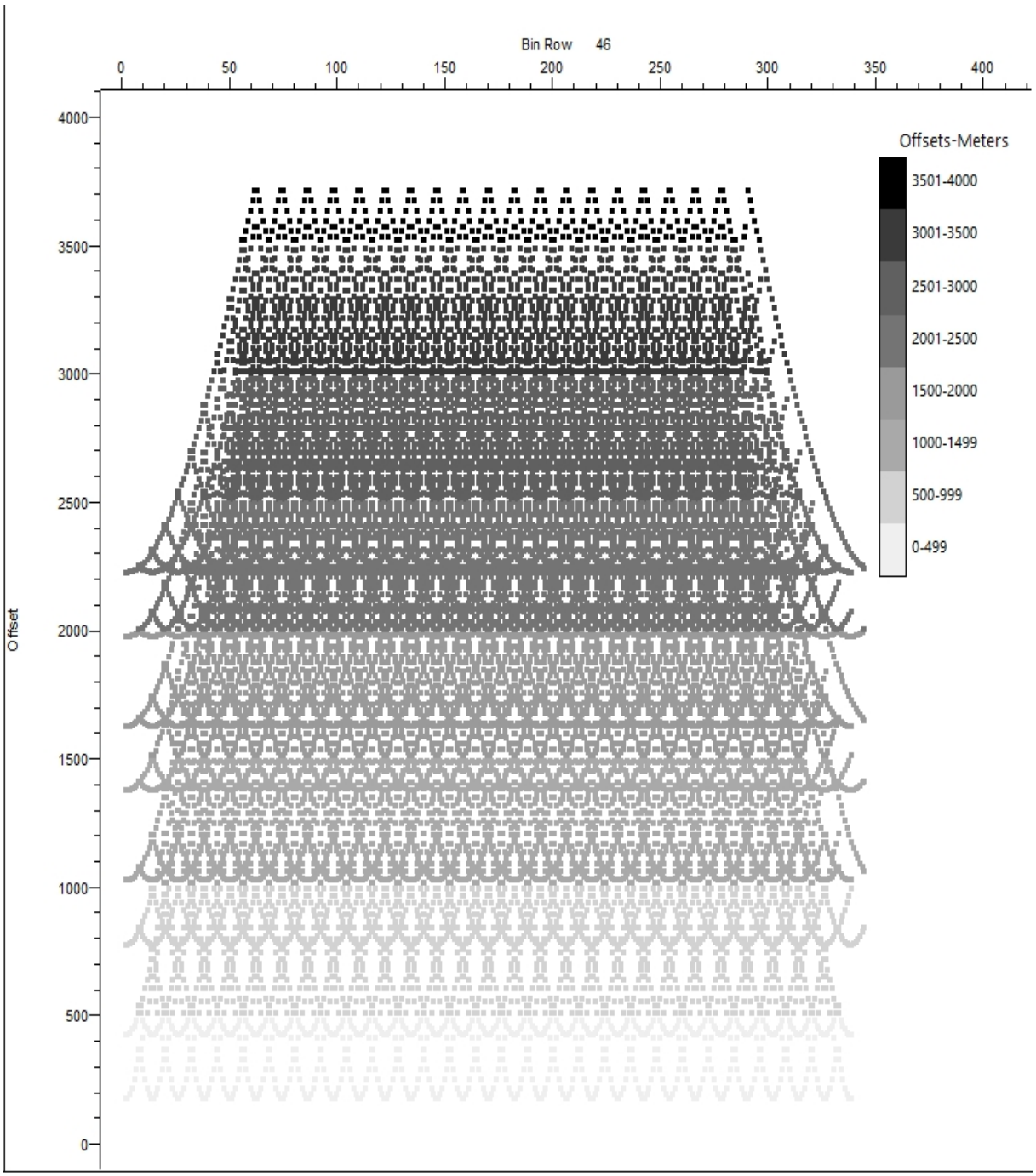


Рис.6,2. Распределение выносов в ряду бинов: по горизонтальной оси – номера бинов, по вертикальной оси - удаления в м, цветовая шкала – интервалы удалений (м)

По завершении всех итераций по расчету и выбору параметров системы наблюдений формируется окончательный набор данных: параметры съемки; карты атрибутов (кратности для различных удалений, азимутов, удалений) и их фрагменты в области снижения кратности, иллюстрирующие возможности съемки; статистические объемные показатели съемки (количество линий приема/возбуждения, пикетов приема/возбуждения, количество точек ОГТ, площадь участка полной

кратности/неполной кратности и т.д.). Эти материалы обосновывают возможность решения поставленных геологических задач при применении запроектированной системы наблюдений.

6.2. Пример расчета и анализа атрибутов съемки

Расчет и анализ атрибутов съемки дается для рассмотренного ранее примера. В примере приведены базовый набор атрибутов съемки, по усмотрению проектанта варианты компоновки атрибутов могут быть изменены. Возможности, предоставляемые программами проектирования для анализа атрибутов съемки, очень широки, и в каждом отдельном случае тип и форму изображения можно подобрать для подчеркивания тех или иных преимуществ или недостатков полученных проектных решений. Ниже представлены основные графические изображения атрибутов съемки, используемые при обосновании.

1) Карта кратности съемки на всей площади исследований с учетом всех удалений источник-приемник в диапазоне от *0* до *Xmax* (рис. 6.3).

На полученной карте область полной кратности однородна, для нее характерно номинальное значение кратности равное 100, соответствующее приведенным выше расчетам. Недостатком представленной съемки является относительно широкая по отношению к размерам участка работ область набора/сброса кратности (рис.6.4) равная 1350 м в направлении in line, 1350 м - в направлении cross-line. За счет этого общая площадь зоны набора кратности составляет 46,97 кв. км, а область полной кратности составляет 45.63 кв. км при общей площади съемки 92,6 кв. км. Таким образом, 50,1 % площади съемки будет иметь кратность ниже номинальной (100). Площадь, занятая бинами с кратностью, удовлетворяющей ключевому параметру $F_{3D} \geq 64$, составляет 61,2 кв. км (66%). Если ориентироваться на минимально допустимую кратность при имеющейся разрешающей способности ($F_{3D} \geq 47$), то получим, что площадь с кратностью от 47 до 100 равна 69.6 кв. км (75%). Таким образом, до 75 % площади

проектного участка можно изучить с кратностью, достаточной для решения поставленных геологических задач[2].

2) Карта кратности для минимальных удалений.

Карта предназначена оценить кратность прослеживания мелко залегающих горизонтов. В нашем примере удаления ограничены диапазоном от 0 до 900 метров. Фрагменты этой карты из середины проектного участка и его юго-западного угла приведены на рис. 6.5. Анализ фрагментов показывает, что в среднем кратность составляет 7, минимальная – 4 (центр клетки), максимальная - 9. На краях участка кратность снижается до 1, ширина области снижения кратности составляет 150 м как в направлении линий приема, так и в направлении линий источников. Приведенные показатели вполне приемлемы для отображения мелко залегающего горизонта на временных разрезах, поскольку он не является целевым, а в пределах площади исследований глубина его залегания мало меняется.

3). Распределение азимутов и удалений.

На рис. 6.6 приведены розы-диаграммы с распределением азимутов-удалений в области полной кратности 100, на рис. 6.7 - для участка набора кратности от 47 (минимально допустимой) до 100. Анализ рисунков показывает, что для рассматриваемой съемки в области полной кратности наблюдается широко азимутальное распределение, в области набора кратности происходит изменение характеристического отношения от 0.5 для кратности 50 к характеристическому отношению близкому к 1 для кратности 100. Анализ всей карты распределения азимутов показывает, что приемлемое распределение азимутов начинается с кратности равной 50. Фрагмент карты распределения азимутов с кратностью бинов от 10 до 50 (рис.6.8.) демонстрирует узко азимутальное распределение менее 40.

[2] Следует отметить, что для крупных съемок отношение площади с номинальной кратностью к общей площади участка работ будет иметь более приемлемые значения. Так для параметров съемки рассматриваемой в примере для площади 300 кв. км это площадь с номинальной кратностью составит 70%.

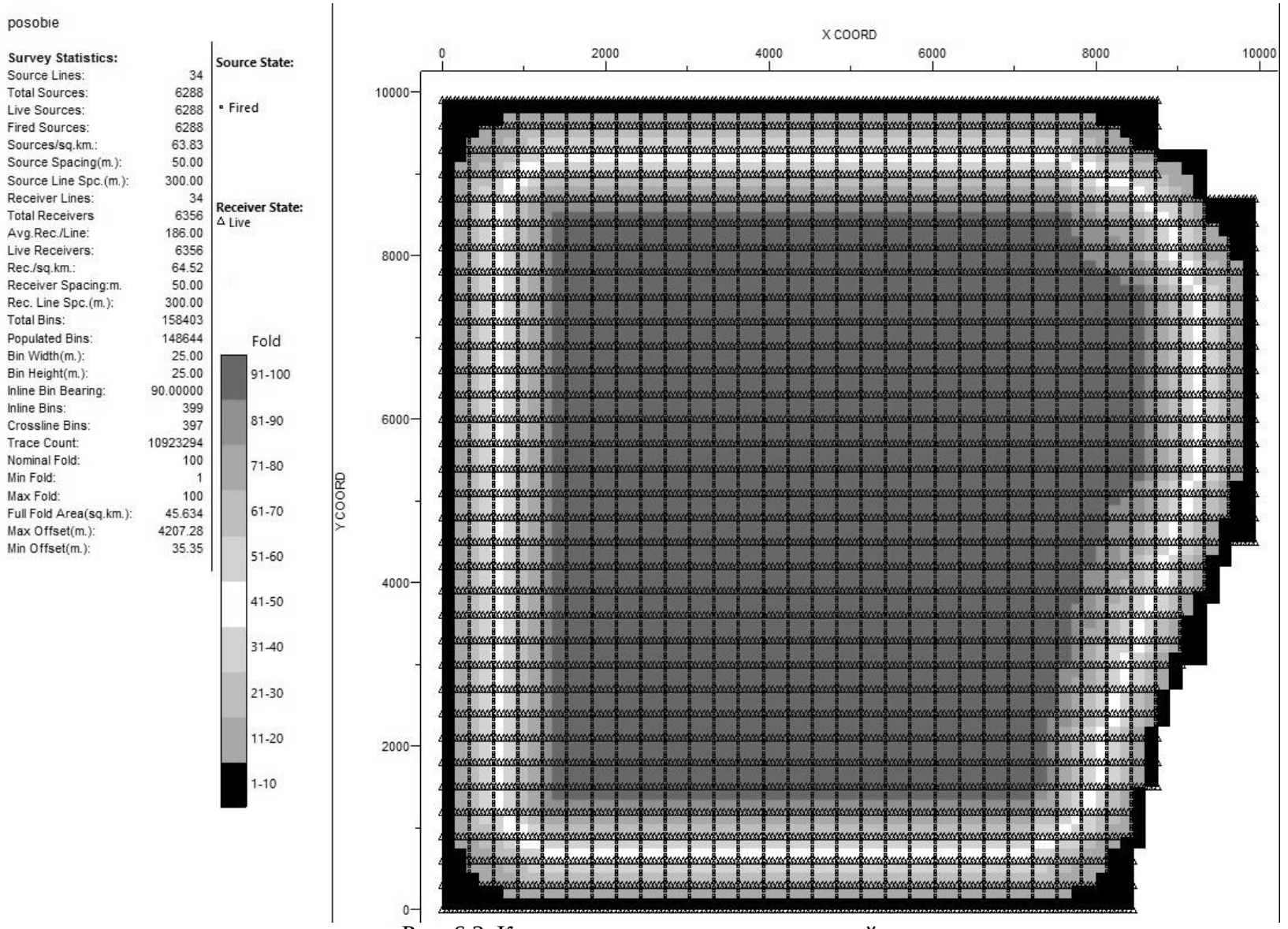


Рис. 6.3. Карта кратности для всех удалений

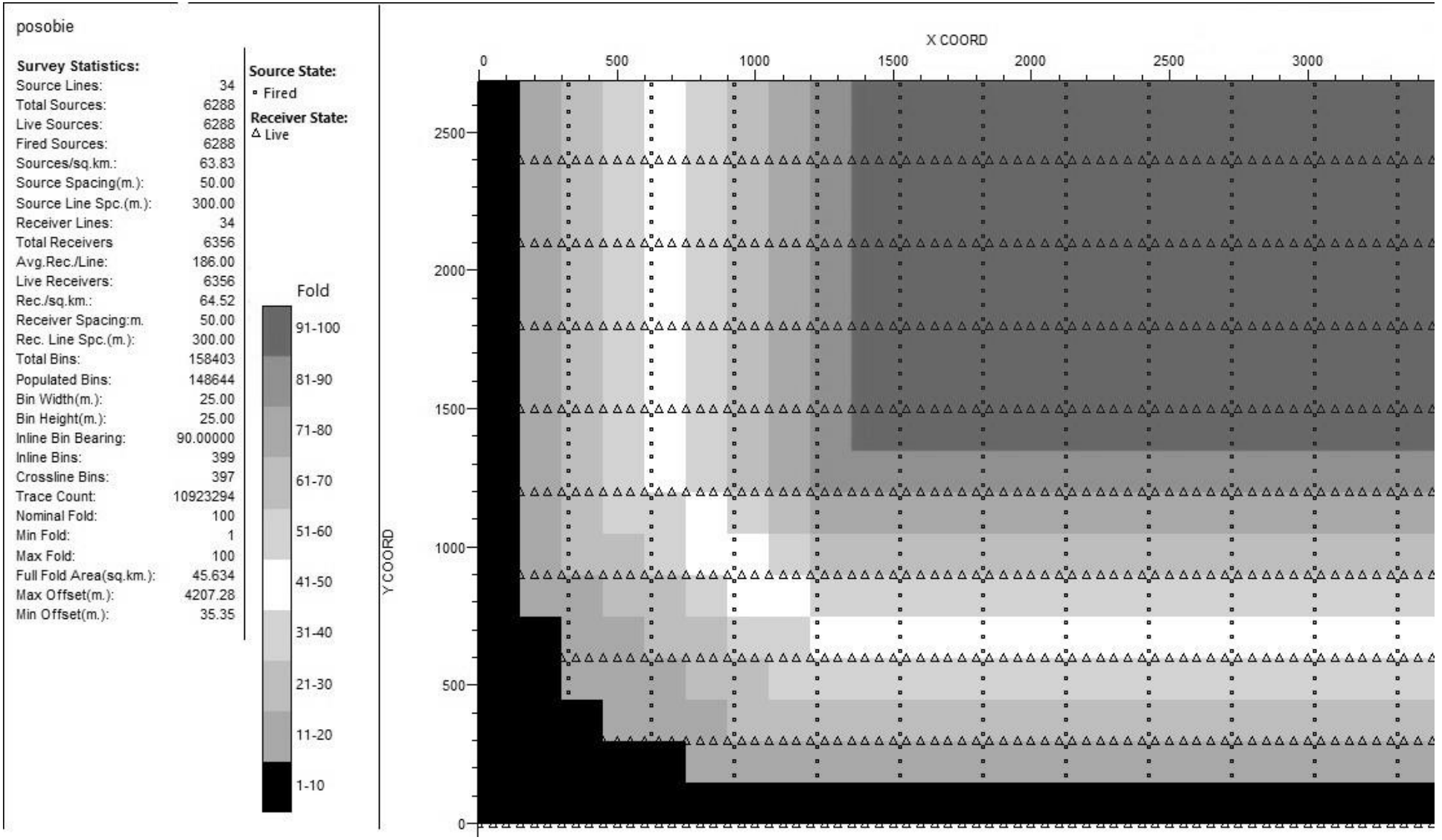


Рис.6.4. Фрагмент карты кратности на краю съемки: Область набора кратности по in line 1350 м, по cross line 1350 м

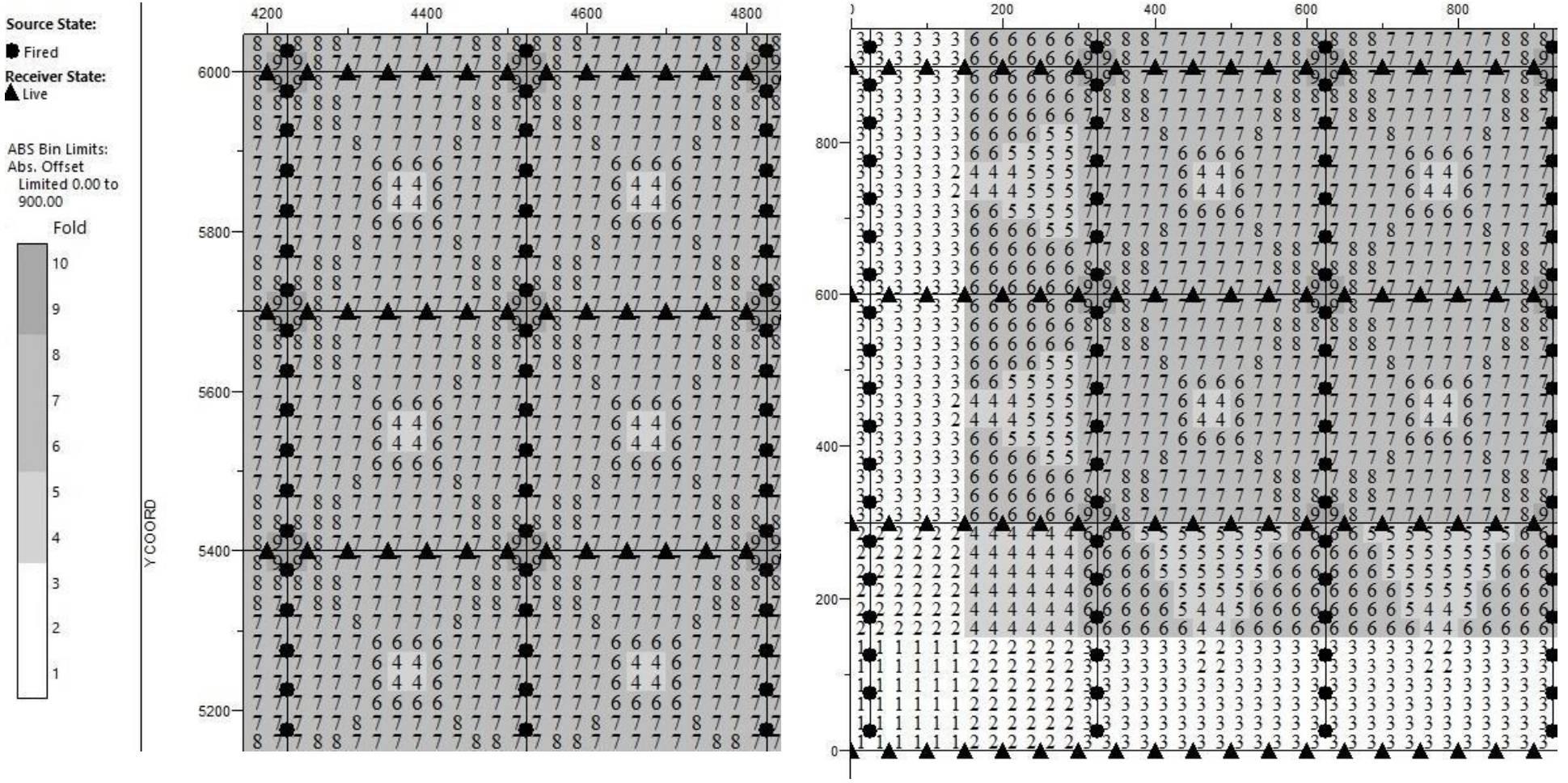


Рис. 6.5. Фрагменты карты кратности для диапазона удалений от 0 до 900:
левый из центра площади, правый – левый юго-западный угол площади

Розы-диаграммы для бинов с кратностью менее 50 имеют узко азимутальный вид и в связи с этим не являются полноценными.

Для анализа распределения удалений в центральных бинах клетки были построены штриховые диаграммы распределения выносов в области полной кратности. Фрагмент съемки, представленный на рис. 6.9, демонстрирует сгущение штрихов вблизи нескольких удалений для четырех центральных бинов и более равномерное распределение удалений для окружающих их бинов. В связи с этим следует ожидать эффект «foot print» (влияние геометрии съемки) на итоговые трехмерные построения. Уменьшение этих эффектов возможно на этапе обработки за счет смещения сетки бинов (Череповский А.В., 2016).

В целом за счет большой номинальной кратности распределение азимутов и выносов удовлетворяет требованиям к трехмерным съемкам хорошего качества. Это демонстрирует общая статистическая характеристика съемки распределения азимутов и удалений, приведенная на рис. 6.10. Представляя собой сводную характеристику всех бинов съемки, она показывает, что для удалений от 1000 до 3000 метров, соответствующих интервалу изучаемых глубин по целевым горизонтам М-Б, распределение азимутов равномерно. В этом интервале удалений достигается высокая кратность, представленная на этом графике количеством трасс. Для удалений до 1000 метров, кратность заметно снижена. Для удалений свыше 3000 м распределение азимутов не равномерно, представлены лишь отдельные направления близкие к 40°-50°, 130°-140°, 220°-230°, 320°-330°.

Анализ статистических показателей позволяет сделать вывод, что все атрибуты съемки для целевого интервала поиска удовлетворяют требованиям задач, которые стоят перед сейсмической съемкой.

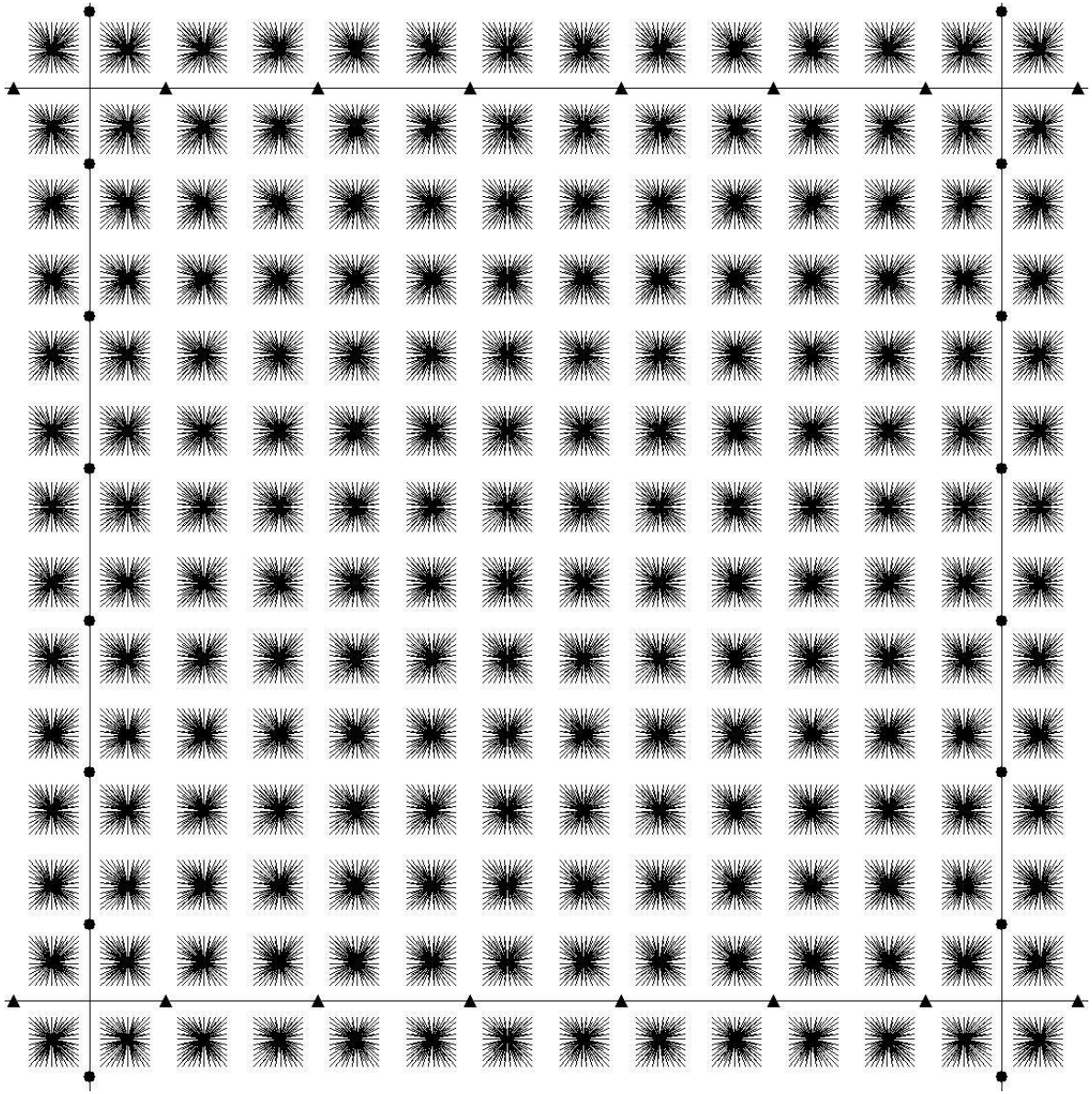


Рис. 6.6. Розы-диаграммы азимутов и удалений для одной из клеток проектного участка в области полной кратности

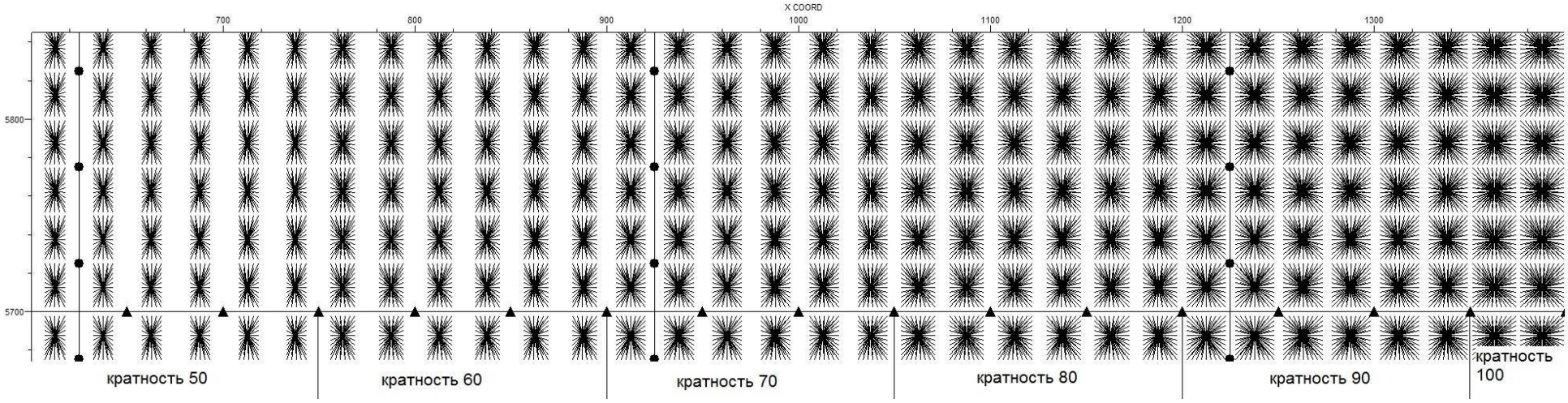


Рис. 6.7. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 50 до 100

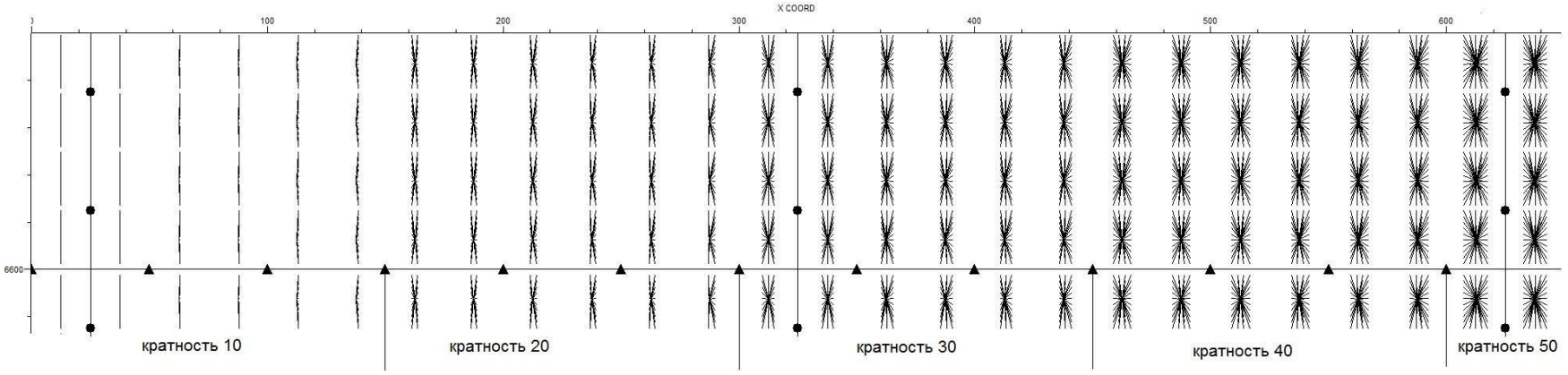


Рис. 6.8. Розы-диаграммы азимутов и удалений для участка в области набора кратности от 10 до 50

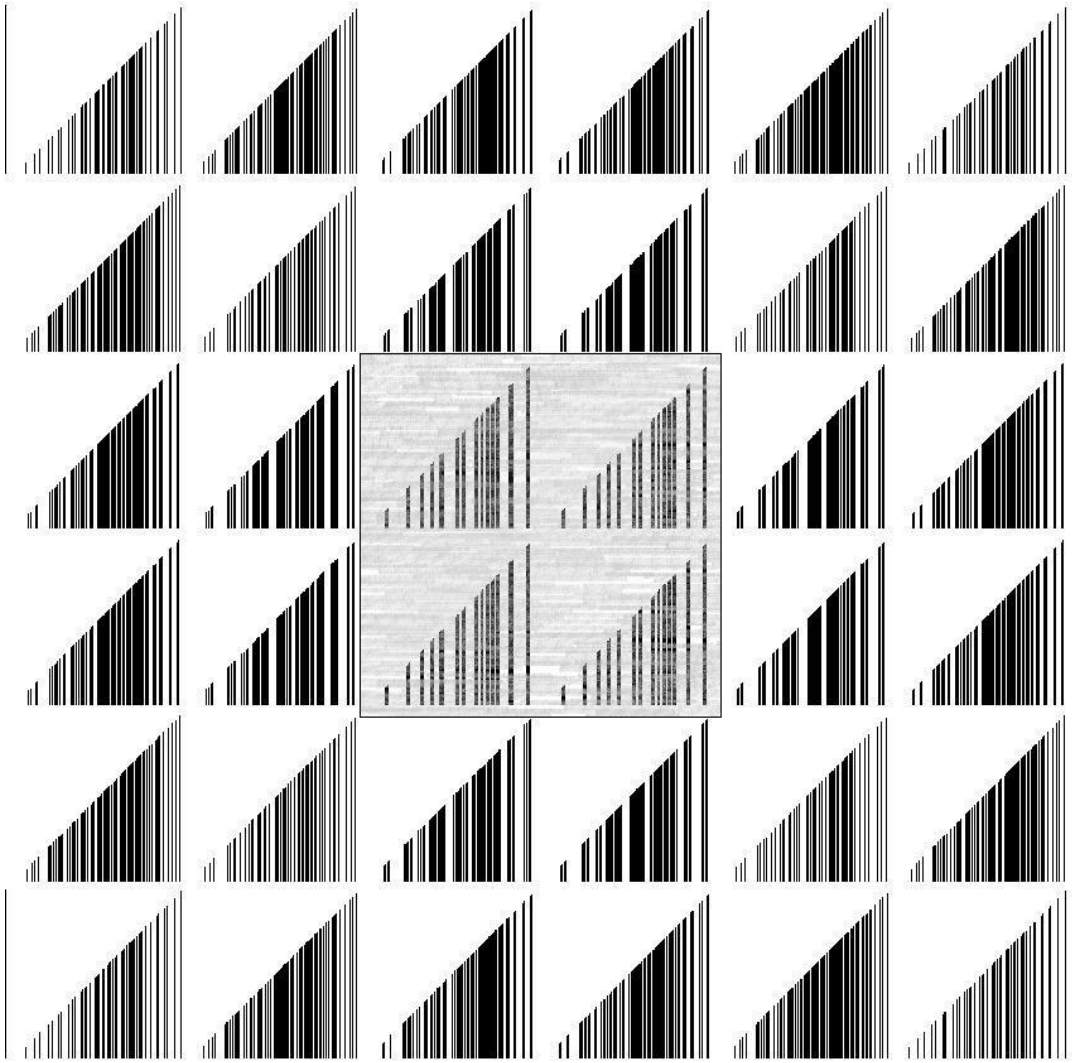


Рис.6.9. Штриховые диаграммы выносов в области полной кратности: серым прямоугольником выделены центральные бины в клетке

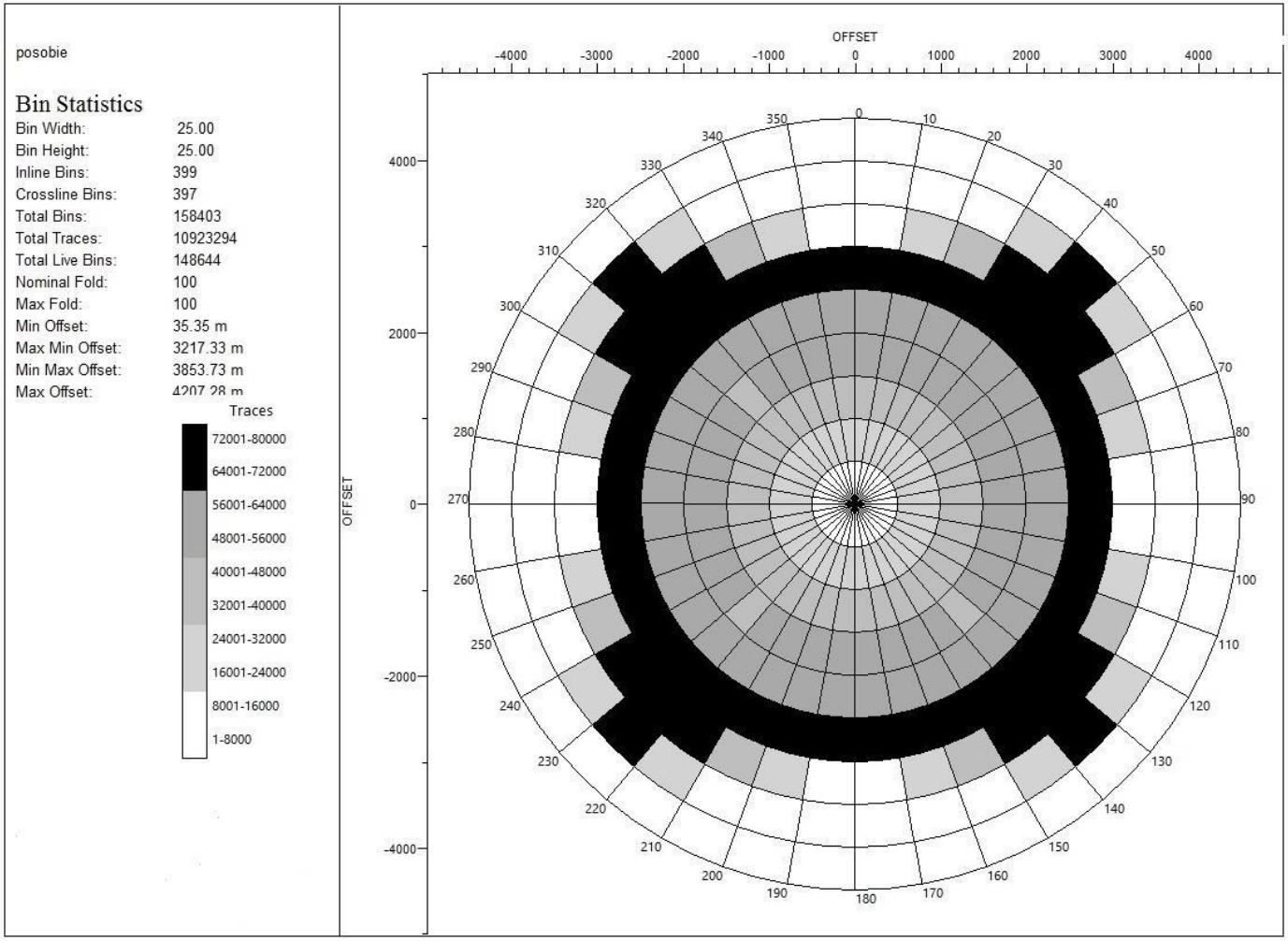


Рис. 6.10. Распределение азимутов и удалений, характеризующее съемку в целом

7. Технология сейсморазведочных работ

Технология производства трехмерных сейсморазведочных работ зависит от методики работ, условий производства, размеров участка съемки, оснащенности полевой сейсморазведочной партии. Она тесно связана с системой наблюдения, размерами шаблона, типом регистрирующей аппаратуры, ее комплектацией по числу приемных каналов, типом источников возбуждения, а также объемами и сроками выполнения планируемых работ. Выбранная технология должна быть целесообразной, высокопроизводительной, обладать хорошими экономическими и экологическими показателями.

Качественно спланированная технология должна обеспечивать непрерывный производственный процесс при отработке площади. Последовательность отработки пикетов возбуждения, шаблонов, и полос регистрации представляет собой сценарий отработки. В проекте на выполнение сейсморазведочных работ сценарий, согласно инструкции по сейсморазведке, рекомендуется давать в табличной форме. Дополнительно может быть составлена графическая схема, поясняющая логику оптимального перемещения сейсморазведочного оборудования в пределах участка съемки.

Исходными данными для планирования технологического процесса полевых работ являются основные параметры методики съемки.

Основные параметры методики

Основные параметры методики, а также характеристику аппаратуры и оборудования, которые планируется применять при производстве сейсморазведочных работ необходимо представить в виде таблицы. Пример заполнения производственных показателей для рассмотренных выше данных представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1

Производственно-технические показатели

1	**Методика исследования**	**МОГТ 3**
2	**Тип используемых волн**	**продольные**
3	**Параметры методики наблюдений**	
	Система наблюдений	Ортогональная типа «крест»
	Кратность прослеживания (полная)	100
	Размеры бина, м	25×25
	Расстояние между ПП на линии, м	50
	Расстояние между ПВ на линии, м	50
	Расстояние между линиями ПП, м	300
	Расстояние между линиями ПВ, м	300
	Диапазон максимальных удалений, м	2410-3470
	Диапазон минимальных удалений, м	35-388
	Количество линий приема в шаблоне, шт.	20
	Число каналов на одной линии в шаблоне, шт.	120
	Количество ПВ в шаблоне, шт.	6
	Количество линий ПП на площади съемки, шт.	34
	Количество ПП на одной линии приема, шт.	200
	Количество линий ПВ на площади съемки, шт.	34
	Количество ПВ на одной линии приема, шт.	198
	Общая длина линий ПП на площади съемки, км	321,6
	Общая длина линий ПВ на площади съемки, км	318,05
	Плотность ПВ на 1 км^2	67
	Площадь съёмки, км^2	93,97

	Площадь съёмки полной кратности (90), км^2	48,68
4	**Аппаратура и оборудование**	
	Тип сейсмостанции	408UL
	Способ перемещения сейсмостанции	в балке на тракторе
	Количество активных каналов, шт.	2400
	Полевой регистрирующий модуль, тип, шт.	FDU, 4318
	Полевой линейный питающий модуль, шт.	LAUL, 100
	Модуль поперечных соединений, шт.	LAUX, 35
	Источник питания модулей, тип	Аккумуляторы 12 В
	Источник питания модулей, шт.	240-300
	Тип связи полевых модулей с сейсмостанцией	кабельный
	Тип магнитных носителей	NAS
	Количество магнитных носителей, шт.	2
	Тип сейсмоприёмников	DX
	Группирование сейсмоприемников, шт.	6
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей приема
	Расстояние между приемниками, м	4
	База группирования, м	20
	Количество групп, шт.	4318
5	**Параметры регистрации**	
	Шаг квантования, мс	2
	Длина записи, с	4
	Граничная частота ФВЧ, Гц	3
	Граничная частота ФНЧ, Гц	125

	Предварительное усиление, дБ	нет
	Формат записи	SEG-8058
	Условия возбуждения	
	Тип источника	вибрационный
	Модель источника	CBC24/PC27
	Система управления вибратором	GEOSVIP VICONT-002
	Габариты источника, мм - длина - ширина	 8690 3800
	Параметры источника	
	- длина свипа, с	8
	- частотный диапазон, Гц	10-170
	Количество источников в группе	3
	Методика возбуждения –	двух позиционная
	Расстояние между источниками в одной позиции, м	10
	Интервал перемещения на вторую позицию, м	5
	Тип группирования	Линейное вдоль профилей возбуждения
	База группирования, м	25
7	**Объём работ, ф. н.**	6228

Последовательность отработки площади исследований

Сценарий отработки площади исследований составляется заранее до начала полевых работ. Стратегия отработки площади описывается в проекте в разделе «Методика сейсморазведочных работ». От качества созданного сценария зависит производительность труда сейсмического отряда, экономия топлива, снижение объемов вспомогательных работ, связанных с

прокладкой и обслуживанием профилей приема и возбуждения, негативное воздействие на окружающую среду сейсморазведочных работ и т.д.

Исходными данными для планирования технологии проведения сейсморазведочных работ являются: условия производства работ, размеры площади съемки, объемы работ, сроки выполнения работ, тип регистрирующей аппаратуры (кабельная или бескабельная), тип источников возбуждения (взрывной или невзрывной), наличие и вид группирования, геометрия шаблона, число активных каналов, число каналов регистрирующей сейсмостанции, тип геометрии съемки, величины перекрытия шаблонов в направлениях in-line и cross-line.

Обычно в качестве физического наблюдения при трехмерных сейсморазведочных работах рассматривается отработка одного пункта возбуждения в пределах шаблона при этом осуществляется запись одной многолинейной сейсмограммы.

В зависимости от количества доступных для регистрации сейсмических каналов и размеров площади съемки существует два варианта работы.

Первый вариант - когда все пикеты приема, расположенные на площади исследований, обеспечены сейсмическими каналами. В этом случае на все пикеты приема устанавливается полевое приемное оборудование, далее выполняется отстрел площади вдоль профилей возбуждения, по окончании работ выполняется смотка полевого оборудования. Такая ситуация встречается на малых площадях и (или) при значительных производственных мощностях (достаточном количестве сейсмических каналов). В подобных обстоятельствах может быть выгодно отказаться от понятия шаблон, и от каждого пункта возбуждения регистрировать сейсмограммы от всех пикетов приема одновременно.

Второй вариант - когда количество сейсмических каналов меньше, чем число пикетов приема на площади исследований. Ситуация характерна для больших площадей и (или) небольших производственных мощностей. В

этом варианте участок исследований гораздо больше, чем размеры участка, занятого сейсмическим оборудованием, и возникает необходимость перемещения оборудования для покрытия всей площади съемки. Таким образом требуется знать интервалы перемещения шаблона в направлении линий приема (*in-line*) и линий возбуждения (*cross-line*), обеспечивающие равномерное многократное перекрытие (кратность) участка работ активной расстановкой, а также выбрать технологию, наилучшим образом организующую проведение трехмерных сейсморазведочных работ. Первый шаг при определении этой технологии - выбор направления и последовательности отработки площади исследований.

Последовательность перемещений шаблона в пределах площади съемки (стратегия отработки) зависит от условий производства сейсморазведочных работ и типа источников возбуждения. На практике применяются две основные стратегии в зависимости от преимущественного направления перемещения шаблонов:

- в направлении линий приема (*in-line*);

- в направлении линий возбуждения (*cross-line*).

В первом случае (направление *in-line*) шаблон перемещается с шагом, равным расстоянию между профилями возбуждения в направлении профилей приема, образуя полосу регистрации. Эта полоса представляет собой протяженный участок съемки, ширина которого равна размерам шаблона в направлении *cross-line (Ly)*, а длина - размеру площади съемки в направлении *in-line*.

Во втором случае (направление *cross-line*) шаблон перемещается с шагом, равным (или кратным) расстоянию между профилями приема (*RLI*), в направлении профилей возбуждения, образуя полосу регистрации. В этом случае ширина полосы регистрации равна размерам шаблона по *in –line (Lx),* а длина - размеру площади съемки в направлении *cross-line*.

Количество приемных каналов, необходимое для обеспечения непрерывного (конвейерного) производства полевых работ по обеим

стратегиям, должно быть по меньшей мере в 1,5-2 раза больше, чем в полной активной расстановке. При достаточном объеме полевого приемного оборудования выгодно размещать его по всей полосе регистрации с запасом на 1-2 интервала перемещения шаблона в направлении перехода на новую полосу регистрации.

В ортогональных съемках отработка площади может осуществляться как в направлении *in-line* (вдоль линий приема), так и в направлении *cross-line* (вдоль линий возбуждения).

Для не ортогональных съемок целесообразно вести отработку в направлении in-line. Для таких съемок, как «кирпичная кладка», «зигзаг» и т.п. в каждом конкретном случае требуется обосновать целесообразность той или иной стратегии.

Стратегия отработки в направлении in-line

Данная стратегия отстрела предполагает преимущественное перемещение шаблонов в направлении *in-line*. При перемещении шаблонов в направлении *in-line* с одного края площади исследований на другой образуется полоса отстрела в этом направлении. Как правило, шаг перемещения шаблонов в направлении *in-line* равен расстоянию между пунктами возбуждения в этом направлении, то есть расстоянию между профилями возбуждения (*SLI*). Откуда следует, что общее число шаблонов в полосе регистрации, включая неполные шаблоны на краях съемки, равно количеству профилей возбуждения, которые ее пересекают.

По достижении края съемки осуществляется переход в следующую полосу отстрела. Шаблон перемещают в направлении cross-line на расстояние равное интервалу, который занимают источники в шаблоне.

Для стандартных ортогональных съемок этот интервал равен расстоянию между линиями приема (*RLI*). При этом количество полных полос на площади исследований будет равно общему количеству профилей приема минус число линий приема в шаблоне минус 2. Общее количество полос, включая неполные полосы в области набора-сброса кратности, будет

равно количеству профилей приема минус один.

Для нестандартных съемок общее число полос, включая неполные, вычисляется следующим образом: количество профилей приема минус один разделить на число интервалов RLI, занятых источниками в шаблоне.

Во время перемещения шаблона в направлении линий приема источник (или группа источников) будет двигаться от участка, занятого источниками в одном шаблоне к аналогичному участку в соседнем шаблоне (рис.7.1). Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источник, должен быть обеспечен широкий проезд как по профилям приема, так и по профилям возбуждения.

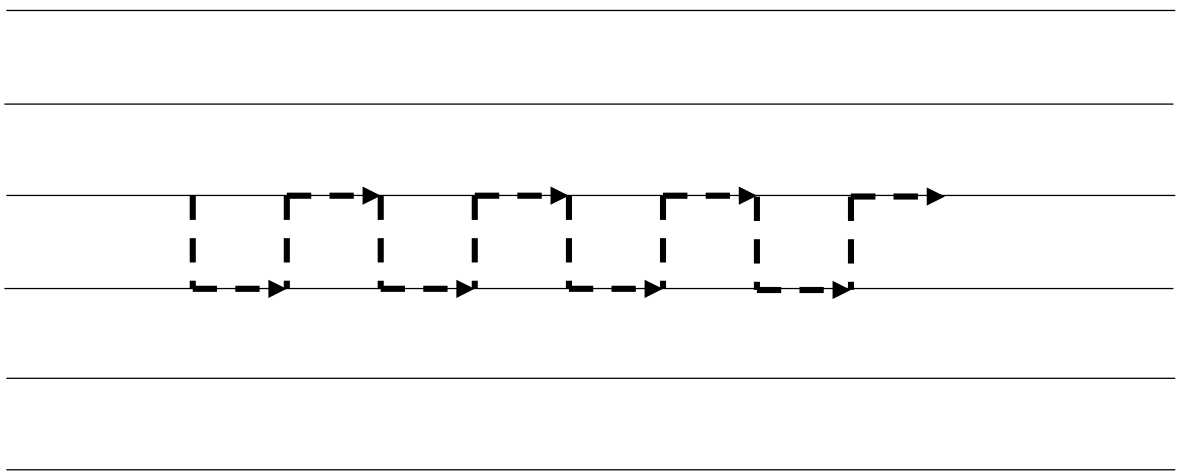


Рис.7.1. Схема перемещения источников в полосе отстрела по in-line с шаблоном, состоящим из 6 линий приема: стрелками показаны перемещения источников с одного профиля возбуждения на другой

При наличии достаточного запаса приемного оборудования, например, в 2 раза превышающего количество активных каналов в шаблоне, технологическая цепочка, обеспечивающая непрерывную работу в рамках рассматриваемой стратегии, выстраивается следующим образом. Все имеющееся приемное оборудование одновременно расставляется в полосе отстрела. Оператор последовательно, согласно сценарию отстрела коммутирует (выбирает) требуемую группу каналов, соответствующую текущей активной расстановке. Отработав все физические наблюдения в одном шаблоне, оператор дает команду на отработку источников в

следующем шаблоне. Источники перемещаются на соседний профиль возбуждения, а оператор коммутирует соответствующие им приемные каналы. Начинается регистрация физических наблюдений в новом положении шаблона. Таким образом, шаблон движется в пределах полосы отстрела. По мере освобождения части полевого оборудования из процесса регистрации рабочие сейсмического отряда по заданию оператора снимают освободившееся в начале полосы отстрела приемное оборудование с каждой приемной линии и перебрасывают вперед по направлению перемещения шаблона. Операции коммутации и смотки-размотки приемного оборудования повторяются до тех пор, пока шаблон не достигнет конца площади работ в направлении *in-line* (рис. 7.2, а). Для перехода в следующую полосу регистрации часть освободившегося оборудования переставляется на линии приема следующей полосы регистрации (рис. 7.2 б, в). Процесс регистрации продолжается в аналогичной последовательности, но в обратном направлении. Этот способ требует хорошей организации работы сейсмического отряда и относительно большой его численности.

При наличии значительного количества полевого приемного оборудования применяется более технологичная схема, обеспечивающая экономию времени, людских и транспортных ресурсов. Для работы по этой схеме приемное оборудование устанавливается во всей полосе отстрела и дополнительно еще на одном или нескольких профилях приема, что зависит от ширины перекрытия шаблонов в направлении cross-line. После отработки первой полосы формируется вторая полоса, для этого подключается резервная линия (или линии) приема, а источники передислоцируются в соответствующий интервал второй полосы. Освободившаяся линия (или линии) приема первой полосы, собирается по всему профилю приема и перемещается на новое место для отработки следующей, третьей, полосы отстрела и так далее (рис.7.3.). Удобство этой технологии заключается в том, что текущие процессы смотки и размотки происходят на целом

профиле приема, это не мешает регистрации, уменьшает транспортные расходы и не создает организационных трудностей.

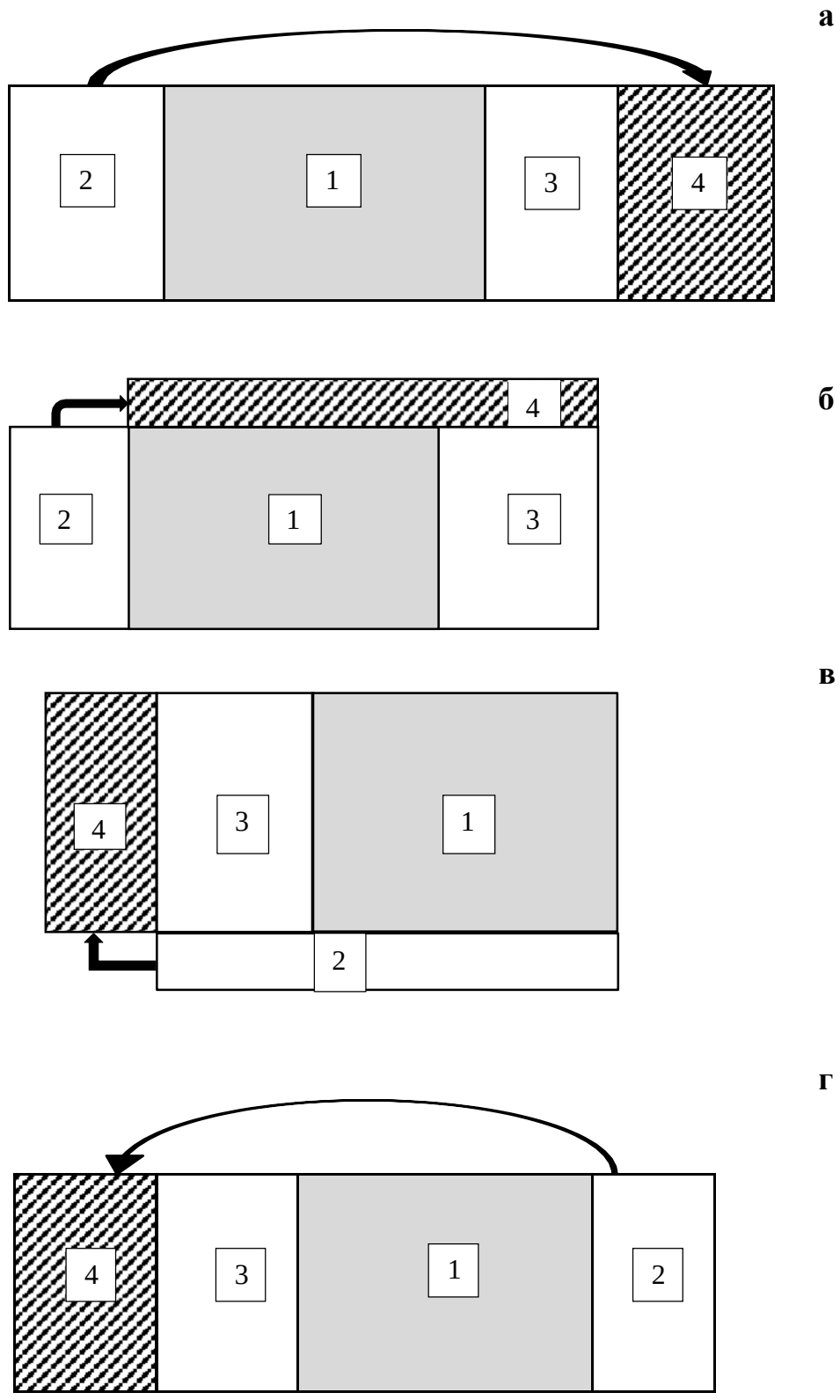


Рис.7.2. Схема смотки и размотки с минимальным запасом приемного оборудования: а) конвейер в первой полосе; б) в конце первой полосы отстрела; в) в начале второй полосы отстрела, г) конвейер во второй полосе. 1 – активная расстановка, 2 – отработанные каналы (смотка), 3 – не отработанные каналы, 4 – новое положение отработанных каналов

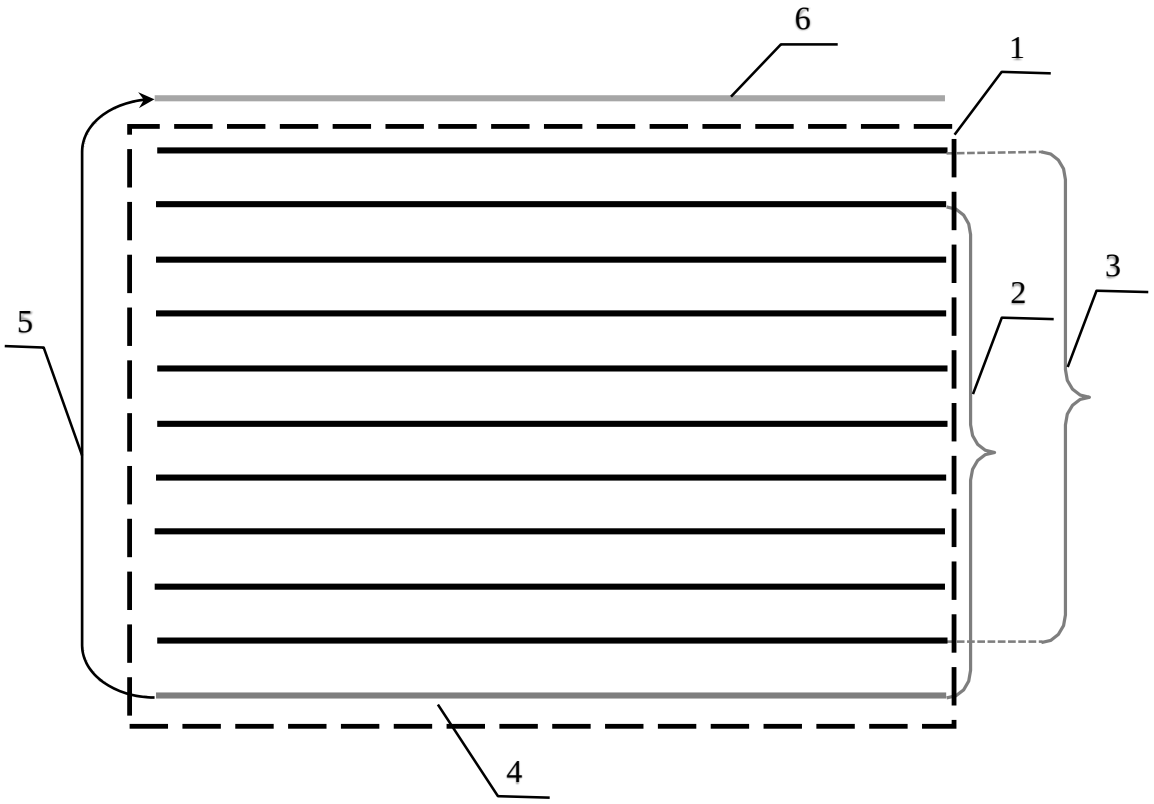


Рис.7.3. Схема смотки и размотки приемного оборудования, включающего одну полосу, состоящую из 8 приемных линий и 1 дополнительную линию: 1 – исходное положение приемного оборудования перед началом работы; 2, 3–положение линий приема в 1 и 2 полосе; соответственно; 4 – приемная линия, подлежащая смотке после отработки 1 полосы; 5 – направление перемещения освободившейся линии первой полосы; 6 – новое положение освободившейся приемной линии

Стратегия отработки в направлении cross-line

Если преимущественное направление перемещения шаблона происходит вдоль линий возбуждения, то источники будут перемещаться вдоль каждого профиля возбуждения последовательно по всей его длине. Такая схема предполагает, что для технологического транспорта, обслуживающего источники, должен быть обеспечен проезд по профилям возбуждения, например, шириной не менее 4 м, при этом профили приема могут иметь меньшую ширину, например, 1.5 м для выполнения смоточных и размоточных работ вручную или с помощью малогабаритного транспорта.

Для работы по этой схеме необходимо иметь минимум полуторный запас приемного оборудования, что гарантирует непрерывный процесс

регистрации сейсмограмм. При малом запасе полевого оборудования скорость смотки и размотки освободившегося приемного оборудования может отставать от скорости регистрации.

Рассматриваемая стратегия может реализовываться в следующем порядке. Источник (или группа источников) перемещается с шагом источников (*SI*) вдоль одного и того же профиля возбуждения. Оператор сейсмостанции в соответствии с местоположением источника осуществляет коммутацию и регистрацию активной расстановки. По мере продвижения шаблона в пределах полосы регистрации полевое оборудование с освободившихся приемных линий снимается и переставляется вперед на новые позиции по аналогии с тем, как показано на рис. 7.3. Создание следующей полосы регистрации сопровождается переносом части отработавшего приемного оборудования, занимающего интервал равный *SLI*, на новые позиции в направлении линий приема (рис. 7.4). После установки оборудования во второй полосе отстрела источник может работать на следующем профиле возбуждения. Далее цикл отработки полосы регистрации повторяется.

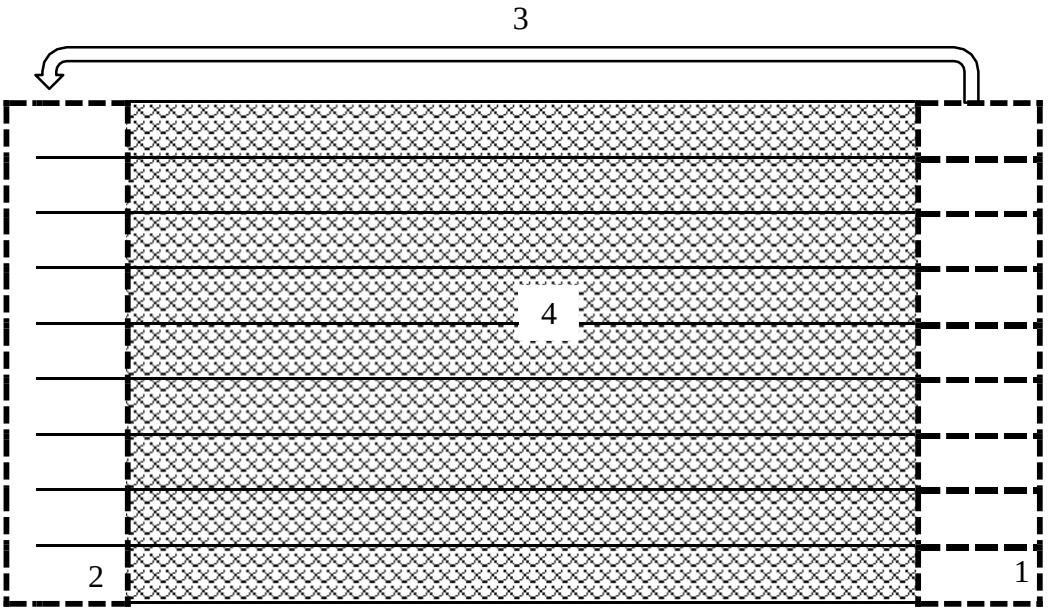


Рис.7.4. Схема смотки и размотки приемного оборудования в направлении in-line: 1 – освободившееся приемное оборудование; 2 – новое положение приемного оборудования; соответственно; 3 – направление транспортировки освободившегося приемного оборудования; 4 – текущая полоса отработки по cross-line

Работа в полной полосе регистрации с использованием стратегии *cross-line* выгодна, если число приемных профилей невелико, а имеющееся оборудование полностью занимает эту полосу и дополнительно участок, относящийся к следующей полосе регистрации. Например, если в съемке 25 профилей приема, а шаблон имеет 18 приемных линий, то можно выложить полевое оборудование в направлении *cross-line* на 1.5 шаблона, а в направлении *in-line* – на ширину, превышающую ширину шаблона в этом направлении на 1 интервал между профилями возбуждения. После отработки первой полосы, источник перемещается на следующий профиль. Отработавшее оборудование снимается с начальных пикетов, занимающих интервал, равный *SLI*, со всех линий приема и перекидывается в продолжение линий приема в направлении *in-line* (рис.7.4). При большом числе приемных линий, эта технология потребует большого сейсмического отряда.

Работа с двумя и более источниками или группами источников

Чтобы увеличить производительность труда, прибегают к технологии работы с двумя (и более) источниками (взрывными) или группами источников (невзрывными). Для работы по такой технология приемное оборудование размещают таким образом, чтобы вести отстрел на 2 и более профилях возбуждения или поочередно на одном профиле при значительном удалении источников друг от друга. В обоих случаях переезд технологического транспорта, сопровождающего источники, не должен мешать приему сейсмических сигналов. В задачу планировщика и оператора входит правильное задание геометрии шаблонов и логики перемещения источников.

Работа с несколькими источниками может выполняться при любой стратегии отстрела.

Области набора и сброса кратности

При создании сети наблюдений источники и приемники вблизи границ съемки располагают таким образом, чтобы область съемки с полной

кратностью была как можно шире. При равномерной сетке заполнения площади съемки пикетами приема и возбуждения эта же цель достигается за счет отработки неполных шаблонов на краях съемки. Минимальный размер шаблона для ортогональных стандартных шаблонов содержит *0,5×NCy+1* линий приема и имеет длину, равную половине полного шаблона. Набор кратности в этом случае происходит путем увеличения числа линий приема до значения *NCy* и увеличения количества каналов на каждой приемной линии до *NCx*. Количество каналов в направлении *in-line* наращивается группами, количество каналов в такой группе равно числу интервалов *RI*, содержащихся в интервале *SLI*. Ширина области набора сброса кратности, главным образом, зависит от размеров шаблона и равна примерно 1.4 его дины с в ответствующих направлениях.

В случаях, когда проектируемая съемка дополняет соседнюю съемку, полная кратность на краях участка работ определяется с учетом предыдущей съемки.

Для малоразмерных площадей применяются схемы наблюдений с прижатием к краям съемки пикетов возбуждения и выходом за пределы площади исследований пикетов приема при этом контуры участка работ по пикетам приема и возбуждения будут отличаться.

Работа в эксклюзивных зонах

При наличии на площади работ участков, недоступных для размещения ПВ и (или) ПП (эксклюзивных зон), необходимо описать способы по сохранению кратности (Шнеерсон М.Б., 2009). Целесообразно выбранную стратегию сохранения кратности смоделировать в программах проектирования трехмерных съемок с получением карты кратности.

Варианты сохранения кратности в эксклюзивных зонах весьма разнообразны: сгущение сетки профилей, смещение пикетов с линий профилей, увеличение размеров шаблона, и т.п. Выбор способов сохранения кратности зависит от размеров эксклюзивной зоны, сложности ландшафта, возможностей организовать дополнительные профили приема и

возбуждения, а также минимально допустимого значения кратности в области ее снижения.

Например, одним из вариантов сохранения кратности в эксклюзивной зоне в виде широкой (около 100 м) реки при условии запрета возбуждения в этой зоне может быть смещение ПВ из эксклюзивной зоны на расстояние, кратное шагу ПП (*RI*) и не превышающее половину интервала между линиями ПВ.

Важно, чтобы все мероприятия по сохранению кратности были организационно легко осуществимы в полевых условиях для всех подразделений сейсмической партии, участвующих в процессе сбора информации.

Рекомендации по выбору технологии

Выбор стратегии отработки площади базируется на возможности проезда технологического транспорта в пределах участка работ. Эта возможность зависит от вида транспорта, ландшафта изучаемой территории и климатических условий.

Производство сейсморазведочных работ всегда начинается с создания сети профилей. При прокладке профилей следует иметь в виду, что для передвижения крупногабаритного технологического транспорта, как правило, задействованного при возбуждении сейсмических колебаний: вибрационных источников, буровых на тракторной базе или на автомобилях высокой проходимости, необходимо обустройство широких проездов, обычно не менее 4 м. На приемных профилях, поскольку значительная часть работ по смотке и размотке приёмного оборудования может осуществляться вручную или с малогабаритным высоко проходимым транспортом, достаточно будет обустроить проходы шириной до 1.5 м.

На залесенных территориях для прокладки сейсмических профилей осуществляется рубка просек. Для оптимизации расходов на этот очень дорогой вид работ выгодно проводить рубку широких просек (4 м) по профилям возбуждения, и узких просек (1.5 м) - по профилям приема. Таким

образом, экономический и, не в последнюю очередь, экологический факторы предопределяют на залесенных территориях применение стратегии отработки в направлении линий возбуждения - *cross-line*.

На территориях, свободных от леса и разного рода препятствий целесообразно применять весьма простую в организационном отношении стратегию отработки в направлении *in-line* с расстановкой полевого оборудования в полной полосе регистрации.

Выбрав технологию отстрела, следует приступить к комплектации полевой партии необходимым оборудованием, определить способ смотки - размотки сейсмических кос, тип и количество транспортных средств, количество персонала, средств связи, необходимую производительность сейсморазведочных работ.

На следующем этапе составляются схемы смотки-размотки полевого приемного оборудования и переездов технологического транспорта, обслуживающего источники возбуждения. Приводится количество полевого оборудования, которое будет расставляться одновременно, и количество, которое будет «перекидываться» при смоточно-размоточных операциях в направлениях по линиям приема и (или) по линиям возбуждения. Рассчитывается число перестановок по линиям приема и (или) по линиям возбуждения, количество полос (блоков) отстрела.

Пример описания технологии сейсморазведочных работ

Шаблон для отработки площади исследований состоит из 20 линий приема, на каждой линии по 120 каналов (табл.6.1), при этом источники занимают интервал между 10 и 11 линиями приема в центре приемной расстановки. Общее число активных каналов - 2400. Требуемое количество дополнительных каналов - 1918. Общее количество каналов, задействованных при отработке участка работ - 4318.

Количество физических наблюдений (сейсмограмм) в каждом шаблоне 6. Схема шаблона приведена на рис. 5.3. Края съемки будут отрабатываться неполными шаблонами, чтобы прижать к границам

исследуемого участка, область «живых» бинов. Минимальная конфигурация юго-западного углового шаблона состоит из 11 приемных линий по 61 каналу на каждой линии и серии из 6 источников, расположенных между 1 и 2 линиями и между 1 и 2 каналами на линии. Эта конфигурация является исходной для набора кратности как в направлении *in-line*, так и в направлении *cross-line*. Смещение шаблона вдоль линий возбуждения - 300 м (интервал *RLI*), смещение шаблона вдоль приемных линий - 300 м (интервал *SLI*).

Поскольку объемы сейсморазведочных работ небольшие – 6228 физических наблюдений, то будет использоваться одна группа источников.

Группа состоит из 3 вибраторов, которые для каждого ПВ будут создавать сигнал на двух позициях, поэтому наиболее выгодна будет стратегия отработки в направлении *cross-line*. Этот вариант позволит минимизировать перемещение крупногабаритных вибрационных машин (8,68×3,8 м) и тем самым сэкономить на потреблении ими горючего.

Поскольку участок имеет небольшие размеры, целесообразно заполнить приемным оборудованием полосу регистрации, содержащую все 34 приемные линии. На каждой линии будут размещены 127 каналов (120 активных и 7 пассивных - запас для следующей полосы регистрации). Всего в полосе регистрации будет установлено 4318 приемных канала.

Сценарий отработки

Первый профиль возбуждения, расположенный на западном краю съемки, будет отработан, шаблонами минимальной длины по *in-line*, соответствующей половине длины приемной расстановки. Первый шаблон, расположенный в юго-западном углу участка, состоит из 671 канала (минимальная конфигурация). Набор кратности в направлении линий возбуждения будет происходить путем последовательного увеличения количества линий приема от 11 до 20. Каждый раз, когда будет отработана очередная серия из 6 ПВ, оператором будет подключаться новая линия приема. После достижения максимального числа линий приема в активной

расстановке – 20 каждое перемещение шаблона будет сопровождаться отключением одной линии приема со стороны пройденного участка и подключением одной новой линии с противоположной стороны, при этом источники всегда будут находиться между двумя центральными линиями шаблона. Когда 20 линия текущего шаблона окажется на последнем приемном профиле (№ 34) исследуемой площади, начнётся процесс сброса кратности в направлении *cross-line*. Он заключается в сокращении числа линий приема в активной расстановке с 20 до 11 (табл.6.2).

Отработка второго профиль возбуждения начинается с шаблона, длина которого по *in-line* больше предыдущего на один интервал между профилями возбуждения (*SLI=300 м*). Первый шаблон второй полосы будет состоять из 11 приемных линий по 67 каналов на каждой. Порядок отработки второго профиля возбуждения аналогичен первому, только в обратном направлении. При отработке следующих профилей возбуждения, имеющих номера 3-11, будет наращиваться длина шаблона по *in-line* (см. таблицу 6.3), за счет этого будет происходить набор кратности в направлении *in-line*. На 11 профиле возбуждения длина шаблона достигнет (проектного значения), что соответствует 120 приемным каналам, при этом будут задействованы каналы, расположенные на пикетах 2-121. Для профилей возбуждения с номерами 11-25 длина расстановки будет фиксированная (по 120 каналов). На этом участке съемки при переходе на соседний профиль возбуждения номера крайних пикетов приема, соответствующих границам шаблона, будут наращиваться на 6. Таким образом, для 12 профиля – это пикеты с 8 по 127, для 13 профиля - с 14 по 133 и так далее. Для профиля 25 последний канал окажется на предпоследнем пикете профиля приема - 199.

При последовательной отработке 12-25 профилей на каждой приемной линии будет производиться смотка (сбор) приемного оборудования, освободившегося из процесса регистрации, и его перемещение и размотка на новые позиции для следующих полос регистрации. Например, для

отработки 13 профиля возбуждения, регистрация физических наблюдений которого производится на пикетах приема 14-133, необходимо со всех линий приема собрать оборудование с 1-7 пикетов и установить его на пикетах 128-134.

Смотка и размотка каналов должна производиться таким образом, чтобы не было простоев в работе сейсмической партии. В циклическом режиме смотка и размотка происходит до 24 профиля возбуждения, всего 12 циклов. Начиная с 25 профиля возбуждения, оператор уменьшает размеры шаблона вдоль линий приема, происходит сброс кратности по *in-line*. Освободившееся оборудование подлежит окончательной смотке. Общее количество шаблонов в съемке, включая неполные шаблоны - 1048.

Для обслуживания 34 приемных линий при смоточно-размоточных работах предлагается задействовать 17 рабочих, по 1 рабочему на 2 линии приема. Для смены и зарядки 300 аккумуляторов потребуется 6 техников, каждый техник будет контролировать 50 аккумуляторов.

Транспортировка полевого сейсмического оборудования будет производиться по линиям возбуждения на 4 вездеходах, а затем вручную укладываться (сниматься) вдоль приемных профилей. Дополнительно планируется задействовать не менее 6 снегоходов «Буран», которые будут использоваться как для замены аккумуляторов питающих полевых модулей на профиле, так и для смоточно-размоточных работ.

С учетом водителей вездеходов сейсмический отряд будет состоять из 27 человек.

Для обеспечения оперативной связи между работниками сейсмоотряда потребуются рации для всех рабочих и техников (дальность связи до 10 км), всего 23 штуки; для связи сейсмического отряда, а также операторов вибрационных источников с базой партии и оператором сейсмостанции - радиостанции с дальностью связи до 50 км, установленные в кабине транспортных средств: 4 – на вездеходах сейсмоотряда, 3 – в кабинах сейсмовибраторов, 1 - в балке оператора сейсмостанции, всего 8 штук.

Таблица 7.2

Сценарий отработки в первой полосе регистрации в направлении cross-line

Номер шаблона в полосе регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число приемных линий в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне
		линиями ПП (№)	каналами на линии ПП (№)			
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61
2	1	2-3	1-2	1-12	12	61
3	1	3-4	1-2	1-13	13	61
…	…	…	…	…	…	…
8	1	8-9	1-2	1-18	18	61
9	1	9-10	1-2	1-19	19	61
10	1	10-11	1-2	1-20	20	61
11	1	11-12	1-2	2-21	20	61
12	1	12-13	1-2	3-22	20	61
…	…	…	…	…	…	…
23	1	23-24	1-2	14-33	20	61
24	1	24-25	1-2	15-34	20	61
25	1	25-26	1-2	16-34	19	61
26	1	26-27	1-2	16-34	18	61
27	1	27-28	1-2	17-34	17	61
..	…	…	…	…	…	..
32	1	32-33	1-2	22-34	12	61
33	1	33-34	1-2	23-34	11	61

Таблица 7.3

Комплектация первого шаблона в 1-35 полосах регистрации

Номер полосы регистрации	Номер линии ПВ	Положение источников между		Номера линий ПП	Число линий приема в шаблоне	Число каналов на 1 линии приема в шаблоне	Номера пикетов приема	
		линиями ПП (№)	ПП (№)				Начальный	Конечный
1	1	1-2	1-2	1-11	11	61	1	61
2	2	1-2	7-8	1-11	11	67	1	67
3	3	1-2	13-14	1-11	11	73	1	73
		…..						
9	9	1-2	49-50	1-11	11	109	1	109
10	10	1-2	55-56	1-11	11	115	1	115
11	11	1-2	61-62	1-11	11	120	2	121
		….						
24	24	1-2	139-140	1-11	11	120	80	199
25	25	1-2	145-146	1-11	11	120	86	205
26	25	1-2	151-152	1-11	11	115	92	206
		…..						
33	33	1-2	199-200	1-11	11	67	134	206
34	34	1-2	205-206	1-11	11	61	140	206

Список литературы

Основная

1. Бондарев В.И. Крылатков С.М. Сейсморазведка: Учебник для вузов. Издание третье, дополненное. В двух томах. Т.1. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2012. – 472 с.

2. Череповский А.В. Наземная сейсморазведка нового технологического уровня. – М., ООО «ЕАГЕ Геомодель», 2016. – 230 с.

3. Шнеерсон М.Б., Жуков А.П., Белоусов А.В. Технология и методика пространственной сейсморазведки. М., ООО «Издательство «Спектр», 2009. – 112 с.

Дополнительная

1. Инструкция по сейсморазведке. Министерство геологии СССР. - Л., 1986 г., 80 с.

2. Инструкция по сейсморазведке. ГФУП ВНИИГеофизика, Москва, 2003 г., 149 с.

3. Кузнецов В.И. Элементы объемной (3D) сейсморазведки: учебное пособие для студентов вузов. Тюмень: Изд-во «Тюмень», 2004. – 272 с.

4. Урупов А.К. Основы трехмерной сейсморазведки: Учебное пособие для вузов. – М., ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 584 с.

5. Череповский А.В. Сейсморазведка с одиночными приемниками и источниками: обзор современных технологий и проектирование съемок. – Тверь, ООО «Издательство ГЕРС», 2012. – 134 с.

6. Cordsen Andreas, Galbraith Mike and Peirce John. Planning land 3-D seismic surveys. Tulsa. Geophysical Developments Series No.9, SEG 2000. – 204 p.

7. Liner C.L. Elements of 3-D Seismology. Tulsa. PennWell, 1999. – 438 p.

8. Vermeer G., 3D symmetric sampling: Geophysics, 1998, 63(5), 1629-1647.

Учебное издание

Надежда Анатольевна Крылаткова
кандидат геолого-минералогических наук
доцент кафедры геофизики нефти и газа

ТРЕХМЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Учебное пособие по курсу «Трехмерная сейсморазведка»
для студентов специальности 21.05.03
«Технология геологической разведки»,
специализаций «Сейсморазведка» и «Геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых»

Редактор издательства XXXXXXXXXXXXXXXXX
Компьютерная верстка Н.А. Крылатковой

Подписано в печать xxxxxxxxxx
Бумага офсетная Формат xxxxxxxxxx .
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. Xxx. Уч. – изд. л. xxxx. Тираж 80. Заказ xx

620144, г.Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»
Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории множительной техники

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ИНЖЕНЕРНАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация
Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылевская А.Н.

Екатеринбург

Тема практической работы	Сопоставление упругих свойств горных пород

Задание:

А) Дайте определения, отражающие физический смысл следующих ключевых слов: *модуль сдвига, коэффициенты Ламе, коэффициент всестороннего сжатия, модуль Юнга, коэффициент Пуассона.*

Б) Выполните расчёты упругих свойств для следующих горных пород:

Тип грунта	Название	Состояние	V_p, м/с	V_s, м/с	V_s/V_p
Обломочно-песчаные	Галечники	Неводонасыщенное	400-800	250-500	0,65-0,70
		Водонасыщенное	2000-2700	250-500	0,10-0,20
		Мерзлое (-3^0 С)	3800-4800	2000-2600	0,50-0,60
	Пески	Неводонасыщенное	200-700	100-400	0,50-0,70
		Водонасыщенное	1500-2000	150-300	0,07-0,20
		Мерзлое (-3^0 С)	3400-4000	1800-2200	0,50-0,60
	Супеси	Неводонасыщенное	250-600	120-280	0,45-0,60
		Водонасыщенное	1450-1800	120-280	0,07-0,15
		Мерзлое (-3^0 С)	2800-3500	1500-1900	0,45-0,60
Глинистые	Суглинки	Неводонасыщенное	300-700	150-550	0,30-0,55
		Водонасыщенное	1500-1900	100-250	0,05-0,15
		Мерзлое (-3^0 С)	2200-2800	1200-1500	0,40-0,55
	Глины	Неводонасыщенное	400-1800	100-700	0,10-0,35
		Водонасыщенное	1800-2500	100-400	0,05-0,12
		Мерзлое (-3^0 С)	1900-2300	800-1200	0,40-0,50
Скальные	Песчаники	Неводонасыщенное	800-4000	500-2500	0,50-0,70
		Водонасыщенное	1800-4500	500-2500	0,40-0,60
		Мерзлое (-3^0 С)	3600-5000	1900-2800	0,50-0,60
	Известняки	Неводонасыщенное	1000-4500	500-2800	0,5-0,65
		Водонасыщенное	2000-5000	500-2800	0,35-0,55
		Мерзлое (-3^0 С)	3800-5500	2000-3000	0,50-0,60
	Граниты	Неводонасыщенное	1500-5000	800-3000	0,50-0,65
		Водонасыщенное	2500-5500	800-3000	0,40-0,60
		Мерзлое (-3^0 С)	4000-6000	2200-3200	0,50-0,60

Замечание: при выборе скоростей V_P и V_S следите за их соотношением; $V_S/V_P < 1/\sqrt{2} \approx 0{,}7$

Формулы расчёта упругих параметров

$$G = \rho \cdot V_S^2$$

$$\lambda = \rho \cdot V_p^2 - 2 \cdot G = K - 2 \cdot G/3$$

$$K = \rho \cdot V_p^2 - 4 \cdot G/3$$

$$E = \frac{G \cdot (3 \cdot \lambda + 2 \cdot G)}{\lambda + G}$$

$$\sigma = \frac{V_p^2 - 2 \cdot V_S^2}{2 \cdot (V_p^2 - V_S^2)}$$

(обозначения: G - модуль сдвига, λ – модуль Ламе, К – коэффициент всестороннего сжатия, Е – модуль Юнга, σ коэффициент Пуассона)

Пример заполнения таблицы упругих параметров:

Упругие свойства изверженных горных пород

Тип горной породы	*Vp, км/с*	*Vs, км/с*	ρ, *г/см^3*	*Vs/ Vp*	*λ, ГПа*	σ	*E, ГПа*	*K, ГПа*	*G, ГПа*
*Гранит**	*5,8*	*3,8*	*2,67*	*0,66*	*12,6*	*0,12*	*86,7*	*38,3*	*38,6*

В) Проанализируйте результаты расчетов как по отдельным типам горных пород (обломочные, глинистые, скальные), так и для разных состояний горных пород. Определите различия и наличие одинаковых тенденций и закономерностей изменения упругих параметров.

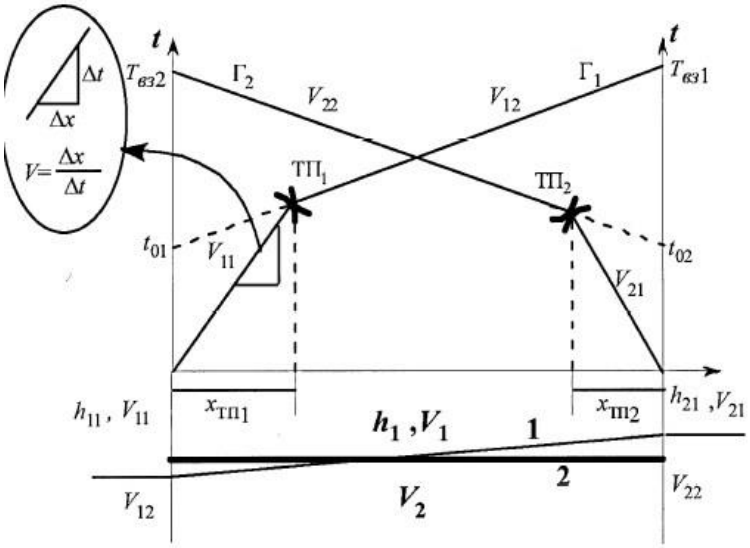
Тема практической работы	Интерпретация годографов головных волн на основе использования модели однородно-слоистой среды с плоскими границами раздела

Краткая теория:

Одна плоская горизонтальная граница раздела среды

Признаки соответствия наблюденных годографов данной модели среды являются:

1. Двухзвенное строение каждого из встречного годографа;
2. Прямолинейность всех звеньев прямого и встречного годографов;
3. Одинаковый угол наклона (в пределах допустимой погрешности) первых и вторых ветвей соответственно;
4. Равенство времен прихода головных волн во взаимных точках
5. Равенство времен t0, отсекаемых продолжением до оси времени прямого и встречного годографов



Интерпретация:

1. Проверяются условия Твз1=Твз2; V11=V21; t01=t02; V12=V22; Хтп1=Хтп2
2. Рассчитываются глубины до преломляющей границы на пунктах возбуждения

$$h_{11} = \frac{t_{01}V_{11}}{2\sqrt{1-(V_{11}/V_{21})^2}} \qquad h_{21} = \frac{t_{02}V_{21}}{2\sqrt{1-(V_{21}/V_{22})^2}}$$

3. Принимают окончательные осредненные расчетные параметры среды

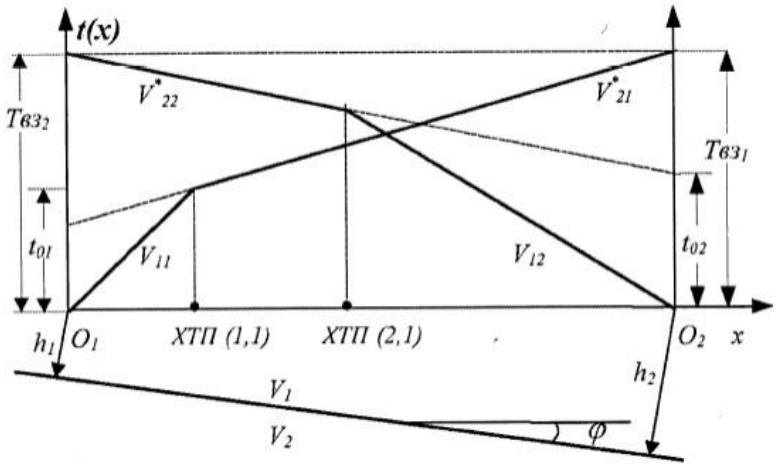
$$h_1 = \frac{h_{11}+h_{21}}{2} \qquad V_1 = \frac{V_{11}+V_{21}}{2} \qquad V_2 = \frac{V_{12}+V_{22}}{2}$$

Одна плоская наклонная преломляющая граница

Признаки соответствия наблюденных годографов данной модели среды являются:

1. Каждая из двух встречных годографов является двухзвенником, а форма этих звеньев – прямые линии
2. Кажущиеся скорости, определяемы по первым элементам обоих годографов, одинаковы (в пределах допустимой погрешности)

3. Кажущиеся скорости, определяемы по вторым элементам обоих годографов, различны



Интерпретация:

1. Вычисляем усредненное значение для скорости в первом слое

$$V_1 = \frac{V_{11} + V_{21}}{2}$$

2. Определяем угол наклона границы φ и критический угол i

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(\arcsin\frac{V_1}{V_{21}^*} - \arcsin\frac{V_1}{V_{22}^*}\right) \qquad i = \frac{1}{2}\left(\arcsin\frac{V_1}{V_{21}^*} + \arcsin\frac{V_1}{V_{22}^*}\right)$$

3 Находится граничная скорость во второй среде

$$\frac{1}{V_2} = -\left|\frac{1}{2}\left(\frac{1}{V_{21}^*} + \frac{1}{V_{22}^*}\right)\right|$$

4. Вычисляем глубины дл преломляющей границы по нормали

$$h_1 = \frac{t_{01}V_1}{2\cos i} \qquad h_2 = \frac{t_{02}V_1}{2\cos i}$$

5. Определяем глубину по вертикали под пунктами возбуждения

$$z_1 = \frac{h_1}{\cos\varphi} \qquad z_2 = \frac{h_2}{\cos\varphi}$$

Исходные данные: Пункты взрыва О1 и О2 расположены на концах расстановки из 16 сейсмоприёмников, имеющей длину 225м. Значения полученных времен приведены в таблицы (см. задание по вариантам).

Задание*:*

1. Постройте полученные годографы (прямой и встречный)
2. Найдите скорости, угол падения и глубину преломляющей границы
3. Постройте модель среды

Список литературы:

Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, том 2, 2011 г.

Темы практической работы	Интерпретация годографов головных волн методом $t_0(x)$, соответствующих одной криволинейной границы раздела двух однородных сред

Признаки соответствия наблюденных встречных годографов данной модели среды являются:

6. Каждая из двух встречных годографов является двухзвенниками. Форма этих звеньев – прямые линии, для плоской горизонтальной или наклонной границы. Для криволинейной границы годограф состоит из первого прямолинейного звена и второго – криволинейного.
7. Кажущиеся скорости, определяемы по первым элементам обоих годографов, одинаковы (в пределах допустимой погрешности)

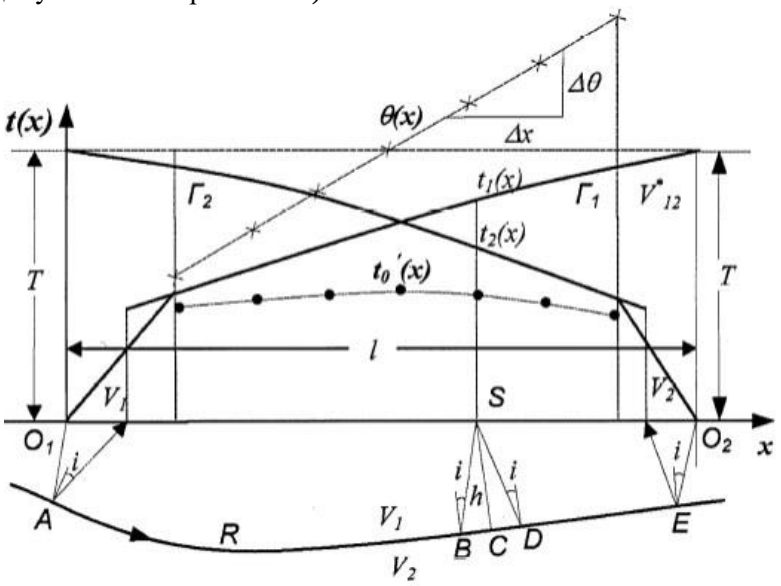


Рис.1 Схема обозначений, используемых в расчетах при построении преломляющей границы способом $t_0(x)$

Интерпретация:

Рассмотрим встречные годографы $Г_1$ и $Г_2$, соответствующие пунктам возбуждения O_1 и O_2. Наблюденные годографы увязаны между собой во взаимных точках, где время равно T.

1. Вычисляем усредненное значение для скорости в первом слое $V_1 = \dfrac{V_1^* + V_2^*}{2}$
2. Вычисляем граничную скорость - скорость во второй среде
   - для этого необходимо построить разностный годограф θ(x)
   $$\theta(x) = t_1(x) + (T - t_2(x))$$
   - по наклону разностного годографа вычисляем V_2
   $$V_2 = V_{\Gamma} = 2\frac{\Delta x}{\Delta \theta}$$
3. Строим линию $t_0(x)$ $\quad t_0(x) = t_1(x) + t_2(x) - T$
4. Находим глубину до преломляющей границы

$$z(x) = K * t_0(x) \qquad K = \frac{V_1}{2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^2}}$$

Исходные данные: Пункты взрыва О1 и О2 расположены на концах расстановки из 16 сейсмоприёмников, имеющей длину 225м. Значения полученных времен приведены в таблицы (см. задание по вариантам).

Задание:

4. Проинтерпретируйте полученные годографы

Список литературы:

1. Бондарев В.И., Крылатков С.М., Сейсморазведка, том 2, 2011 г.
2. Шерифф Р., Гелдарт Л., Сейсморазведка, 1987 г.

Тема практической работы	Интерпретация сейсморазведочных данных МПВ способом Чибисова и Кондратьева

Исходные данные: Даны значения времени встречных годографов.

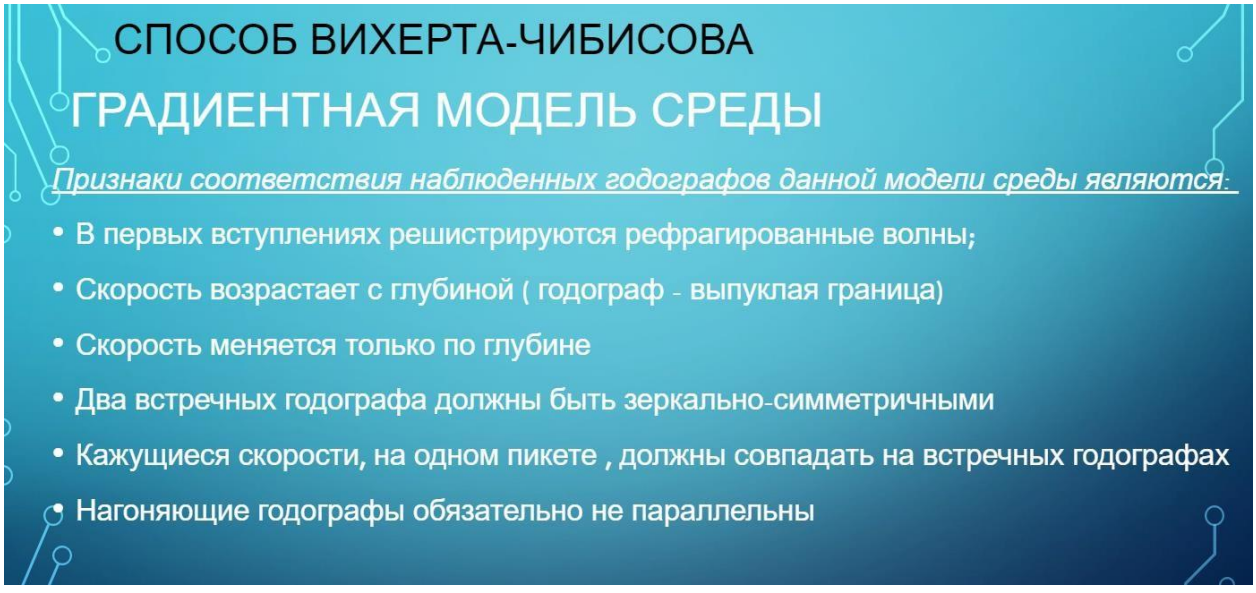
1				2			
X	t1	X	t2	X	t1	X	t2
0	0,01	200	0,004449	0	0,01	0	0,01
10	0,05	190	0,049052	10	0,07	10	0,06
20	0,06	180	0,062676	20	0,09	20	0,09
30	0,08	170	0,073985	30	0,10	30	0,10
40	0,09	160	0,092405	40	0,11	40	0,12
50	0,10	150	0,097247	50	0,11	50	0,12
60	0,10	140	0,104959	60	0,12	60	0,13
70	0,11	130	0,110347	70	0,13	70	0,13
80	0,11	120	0,109695	80	0,14	80	0,13
90	0,12	110	0,117106	90	0,13	90	0,13
100	0,12	100	0,116143	100	0,14	100	0,14
110	0,12	90	0,118881	110	0,14	110	0,14
120	0,12	80	0,124861	120	0,14	120	0,15
130	0,13	70	0,129257	130	0,15	130	0,15
140	0,13	60	0,1265	140	0,15	140	0,15
150	0,13	50	0,127108	150	0,16	150	0,16
160	0,13	40	0,132106	160	0,16	160	0,16
170	0,14	30	0,133753	170	0,16	170	0,16
180	0,14	20	0,142782	180	0,16	180	0,16
190	0,14	10	0,138808	190	0,16	190	0,16
200	0,14	0	0,14	200	0,16	200	0,16

Задание:

1. Построить встречные годографы от двух ПВ, находящихся друг от друга на расстоянии 200 м. Шаг между ПП 10м.

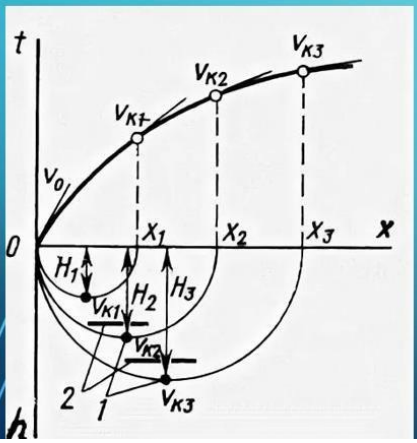
2. Проинтерпретировать годографы методом Чибисова и Кондратьева. Построить скоростную модель среды.

3. Провести сравнительный анализ полученных данных



СПОСОБ ВИХЕРТА-ЧИБИСОВА

- По годографу рефрагированной волны в точке выхода ее луча можно определить кажущую скорость, которая будет равна истинной скорости в точке максимального проникновения луча.



$$V(z_{max}) = V^*(x_{max})$$

$$z_{max} = \frac{1}{\pi}\int_0^{z_{max}} arch\frac{V^*(x_{max})}{V^*(x_i)} \cdot \Delta x_i$$

Способ Кондратьева

$$V^*(x) = \Delta x / \Delta t, \quad V_{ср}(x) = x / t(x),$$

$$z_m = \frac{x}{2} \cdot \sqrt{\frac{V^*(x) - V_{ср}(x)}{V^*(x) + V_{ср}(x)}}$$

$$V_{ср} = \frac{1}{2} \cdot \left(x / t(x) + \sqrt{x \cdot V^* / t(x)} \right)$$

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАБОТКА ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ»

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

специализация

Сейсморазведка

Автор: Крылевская А.Н.

ЗАДАНИЕ ПО КУРСОВОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОБРАБОТКА ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ»

Исходные данные:

- файл с полевыми сейсмограммами (по вариантам),

- файл паспорта

-файл геометрии

- файл мьютинга

Для выполнения задания используйте методические указания по выполнению практических работ.

Задание№1: **5 баллов**

1. В программу SPS-PC загрузить сейсмограммы (по вариантам)

2. Получить первичные временные разрезы сортировки ОПВ, ОПП, ОГТ
3. Написать отчёт

Содержание отчета

1. Описать ход работы (как подгружаются сейсмограммы, как составляется граф обработки, как получать временные разрезы)
2. Описать исходные данные (геометрия, качество полевого материала, априорный скоростной закон и стат. поправки), все материалы демонстрировать рисунками
3. Описать граф обработки (описать все процедуры, которые используете)
4. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
5. Вставить историю из программы к каждому разрезу
6. Провести анализ полученных результатов

Задание №2: **5 баллов**

1. Получить скоростные законы каждые 500 метров
2. Получить временные разрезы после коррекции кинематики
3. Получить корректирующие статические поправки
4. Получить временной разрез после коррекции кинематических и статических поправок
5. Написать отчёт

Содержание отчёта.

1. Описать сущность статических и кинематических поправок
2. Описать ход работы (получение скоростных законов и получение статических поправок)
3. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
4. Вставить историю из программы к каждому разрезу
5. Провести анализ полученных результатов

Задание №3: **10 баллов**

1. Изучить и описать процедуру DECON. Составить граф обработки, получить временной разрез
2. Изучить и описать процедуру MUT. Составить граф обработки, получить временной разрез
3. Изучить и описать процедуру CORWIN. Составить граф обработки, получить временной разрез
4. Изучить и описать процедуру миграции. Выполнить миграцию 15 градусов для последнего временного разреза (выполняется в окне FineS, в приложенном файле, написала инструкцию)

Содержание отчёта.

1. Описать сущность процедур DECON, MUT, CORWIN
2. Описать ход работы
3. Показать временные разрезы (один разрез должен занимать всю страницу А4, заголовок должно быть видно)
4. Вставить историю из программы к каждому разрезу
5. Провести анализ полученных результатов

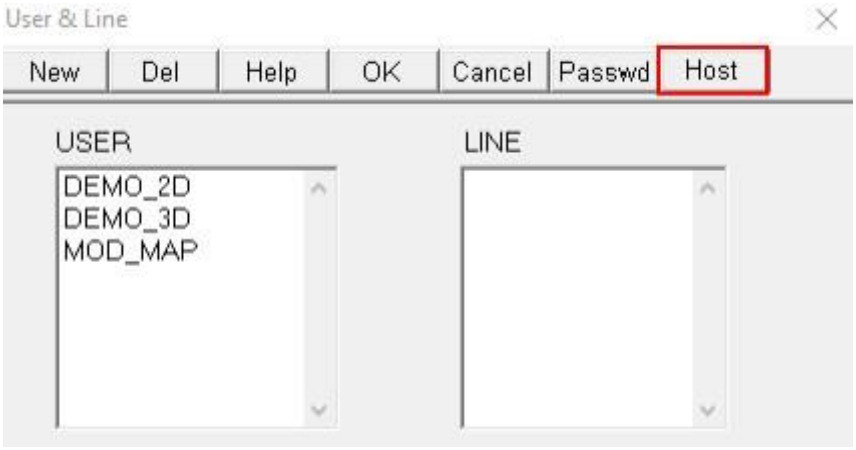
Инструкция

1. Как подгрузить сейсмограммы в программу SPS-PC

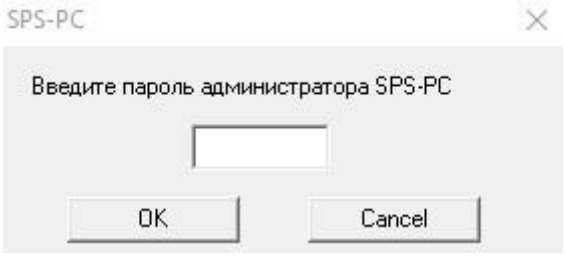
заходим в блок User Line

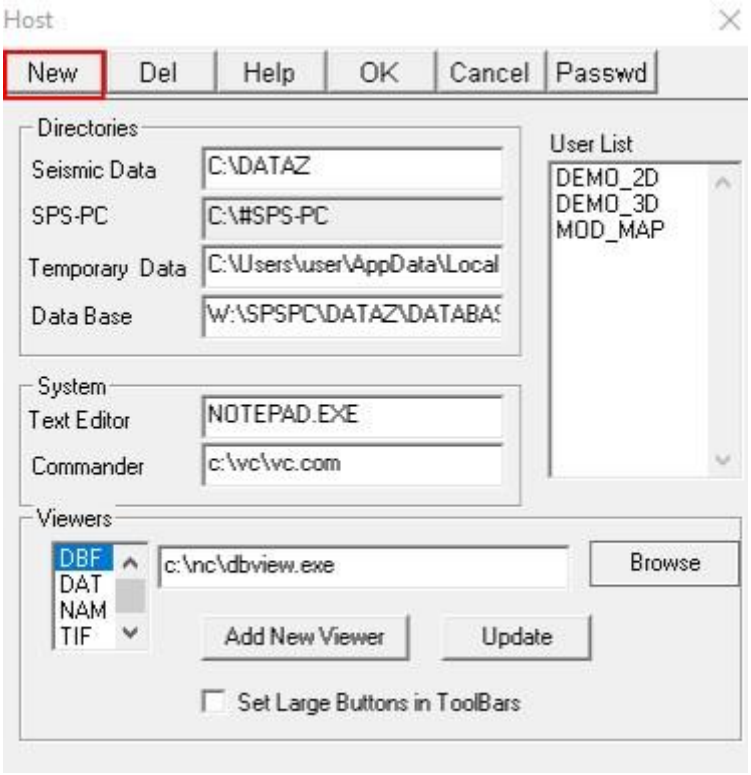


Нажимаем кнопку Host



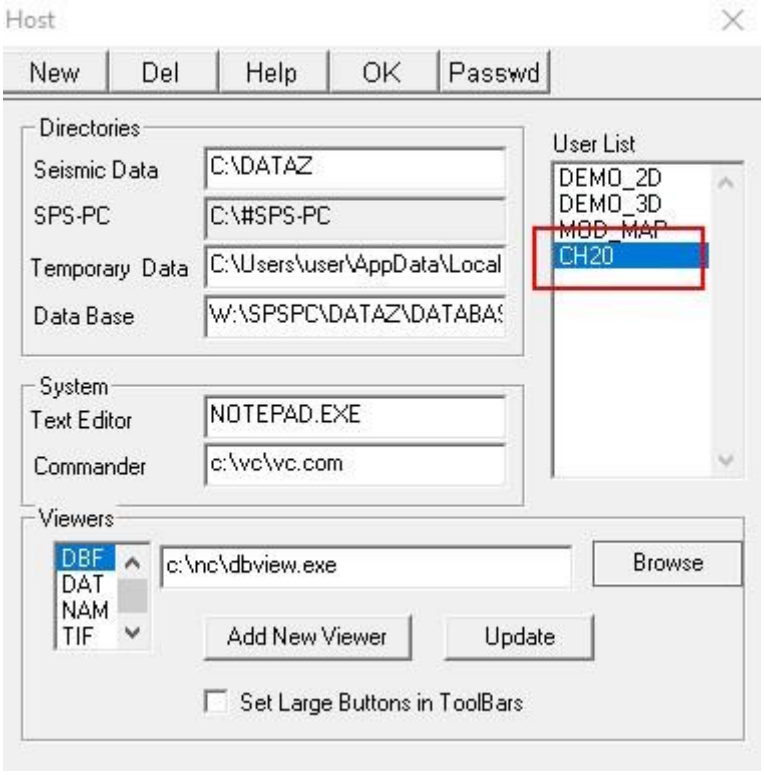
Пароль не вводим, нажимаем ОК

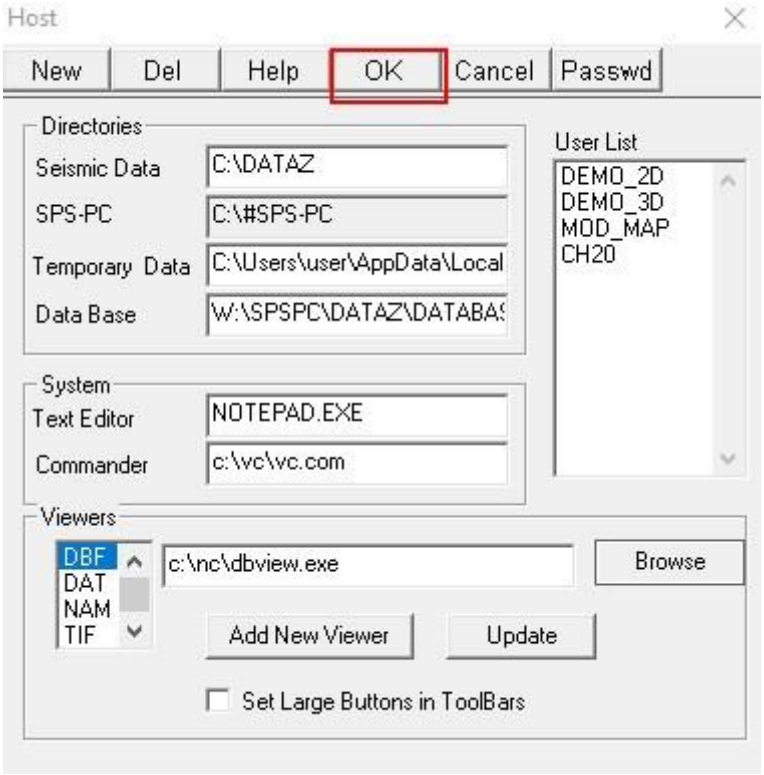


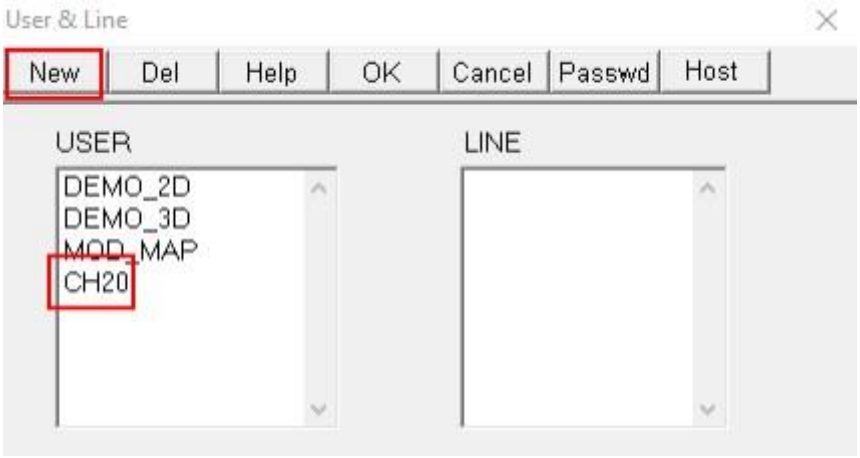


Указываем имя пользователя (имя даём по варианту СН+номер варианта, как в примере для 20 варианта)

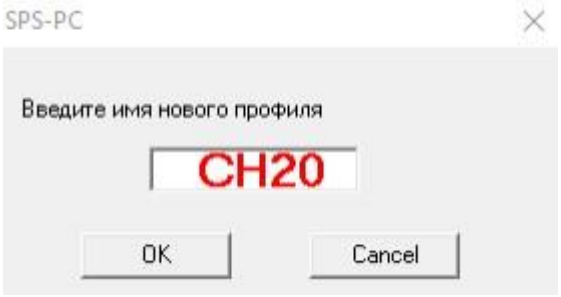


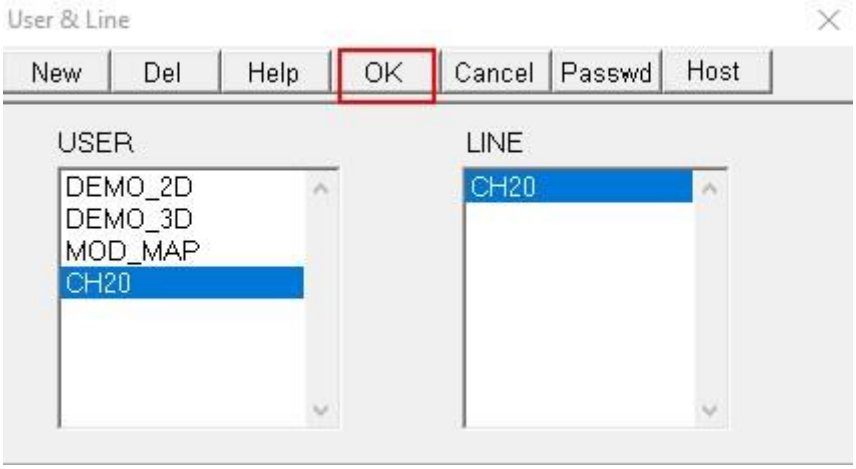

Host
New
Del
Help
OK
Passwd
Directories
Seismic Data
C:\DATAZ
SPS-PC
C:\#SPS-PC
Temporary Data
C:\Users\user\AppData\Local
Data Base
W:\SPSPC\DATAZ\DATABAS
User List
DEMO_2D
DEMO_3D
MOD_MAP
CH20
System
Text Editor
NOTEPAD.EXE
Commander
c:\vc\vc.com
Viewers
DBF
DAT
NAM
TIF
c:\nc\dbview.exe
Browse
Add New Viewer
Update
Set Large Buttons in ToolBars


Host
New
Del
Help
OK
Cancel
Passwd
Directories
Seismic Data
C:\DATAZ
SPS-PC
C:\#SPS-PC
Temporary Data
C:\Users\user\AppData\Local
Data Base
W:\SPSPC\DATAZ\DATABAS
User List
DEMO_2D
DEMO_3D
MOD_MAP
CH20
System
Text Editor
NOTEPAD.EXE
Commander
c:\vc\vc.com
Viewers
DBF
DAT
NAM
TIF
c:\nc\dbview.exe
Browse
Add New Viewer
Update
Set Large Buttons in ToolBars

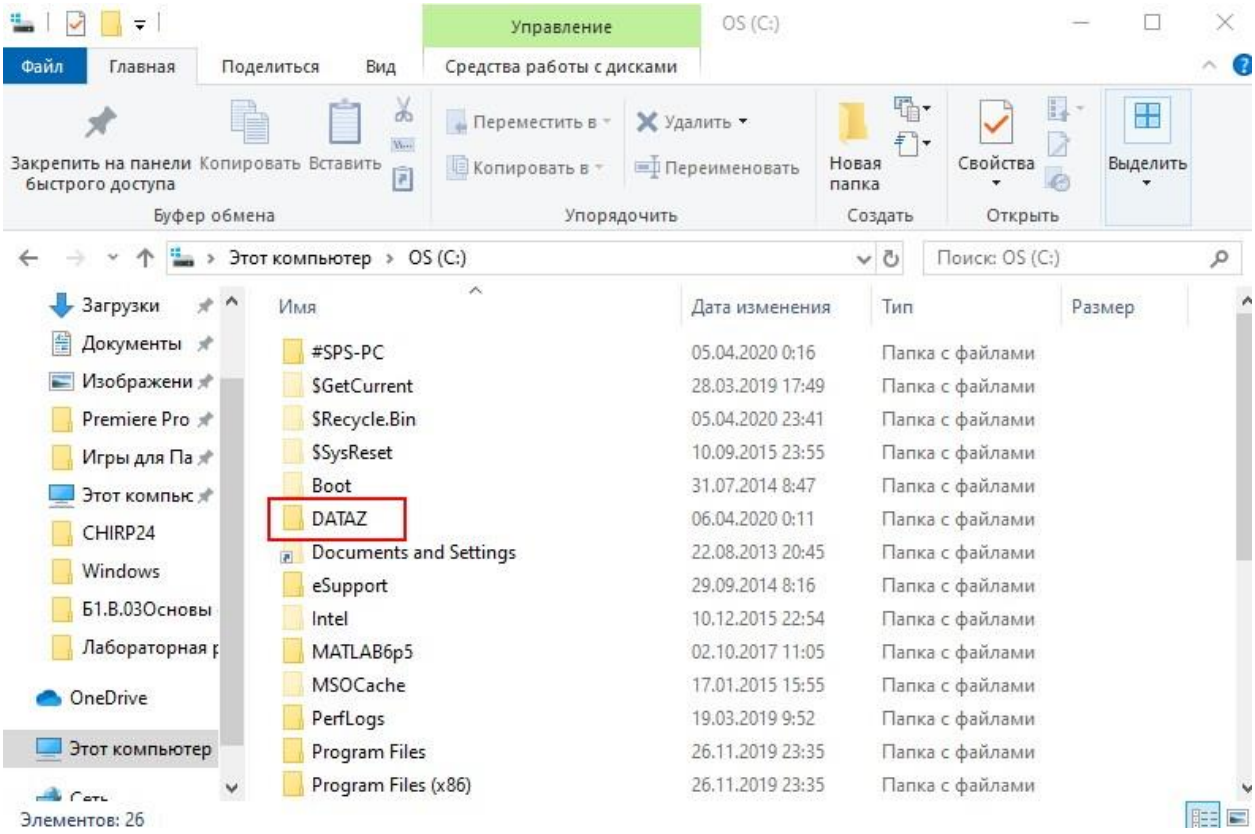


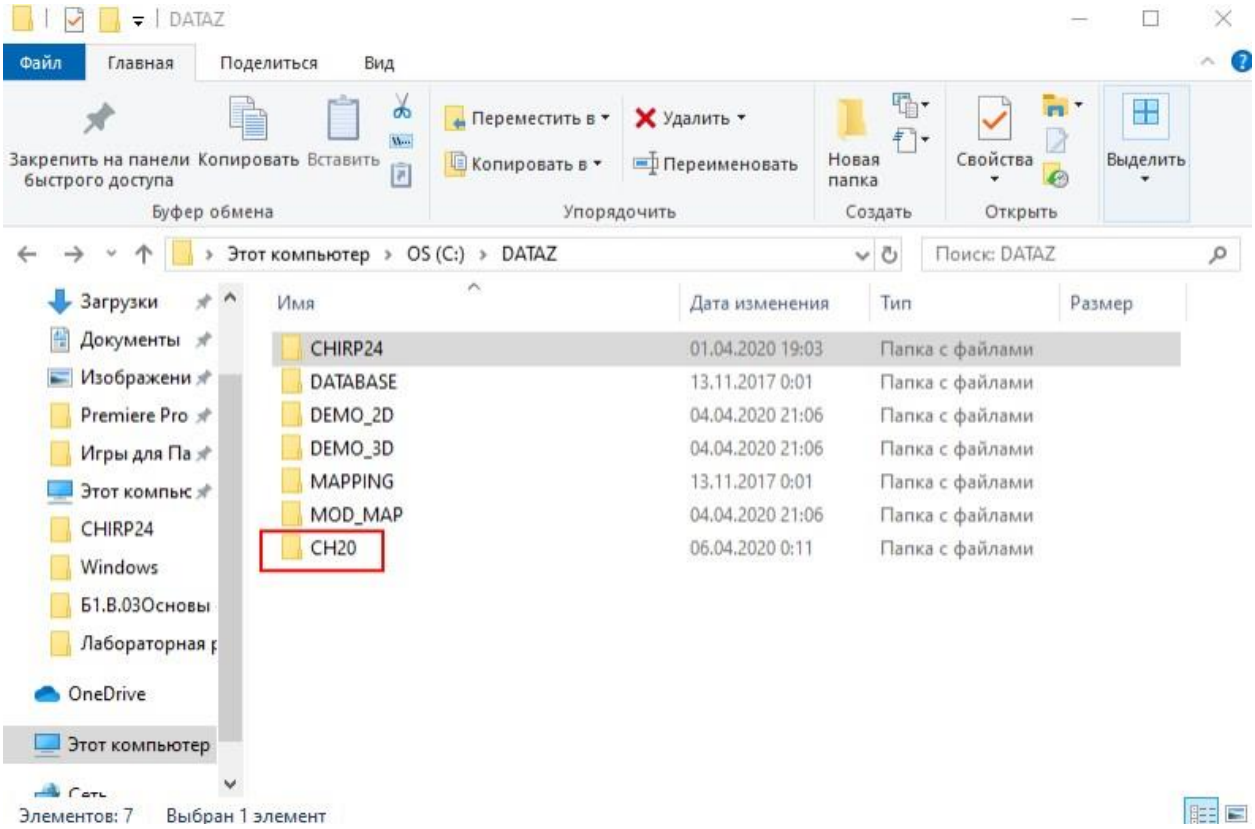
Нажимаем New и задаём имя профиля, такое же как имя пользователя





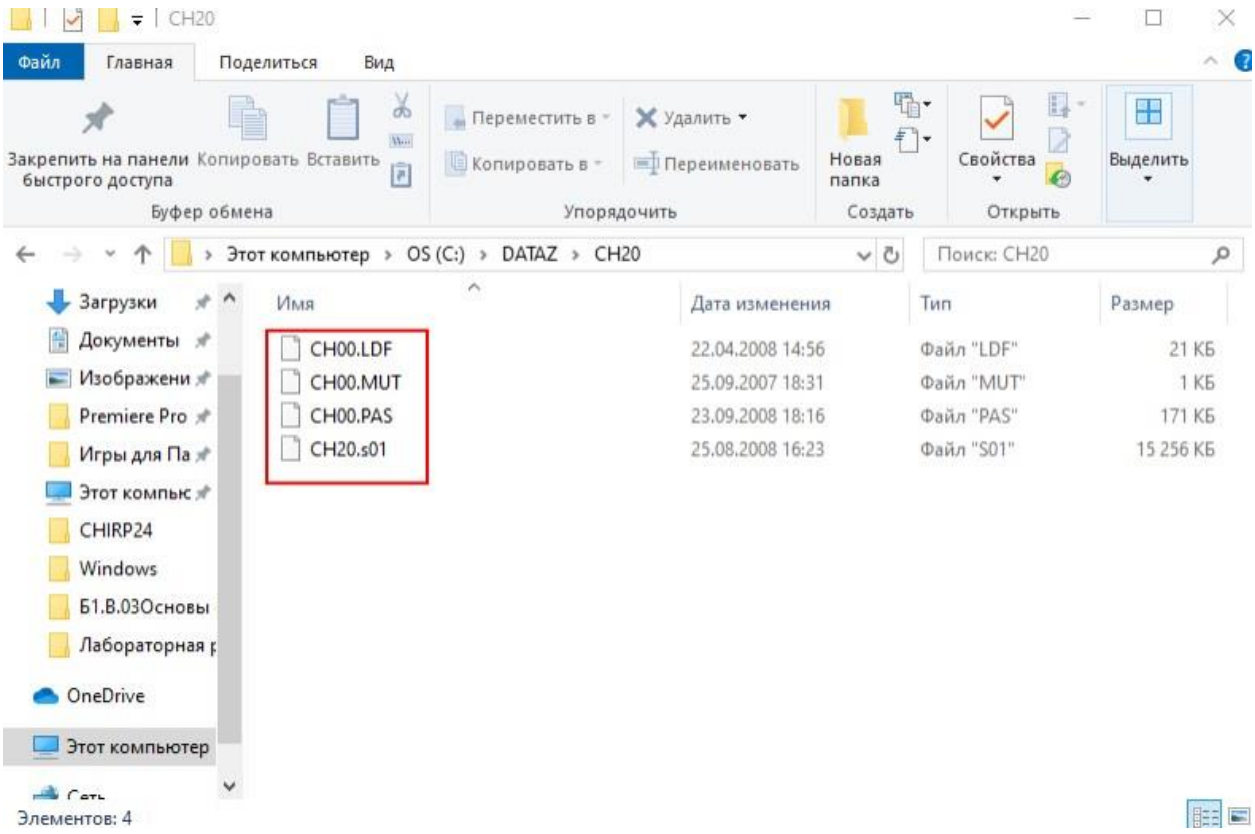
Теперь в папке DATAZ должна появиться папка с таким названием CH20



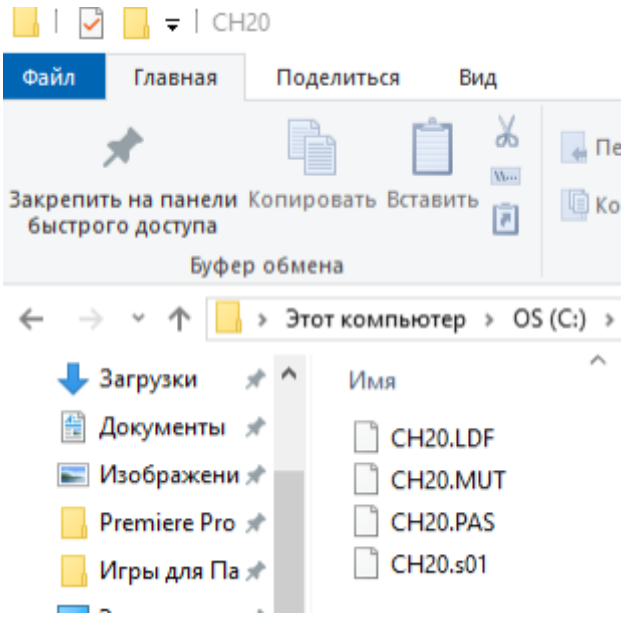


Закидываем в эту папку 4 файла из **ПАПКИ CH (папка которая лежит на яндекс диске).**

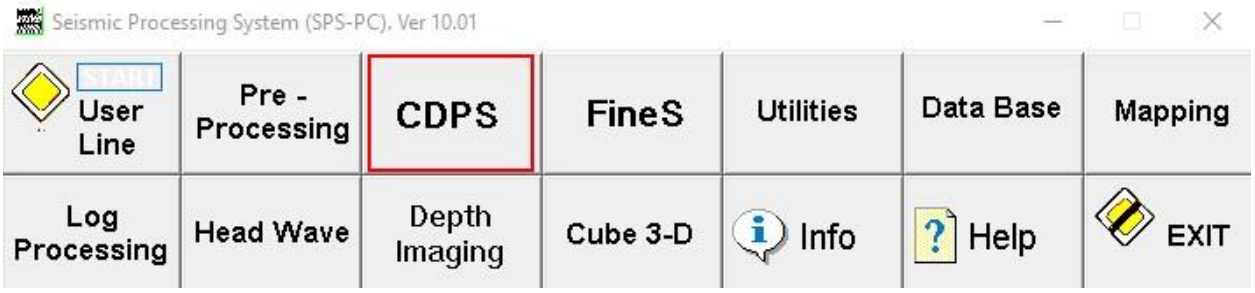
Вам понадобятся файлы с расширением .LDF, .MUT, .PAS и .s01(по варианту)



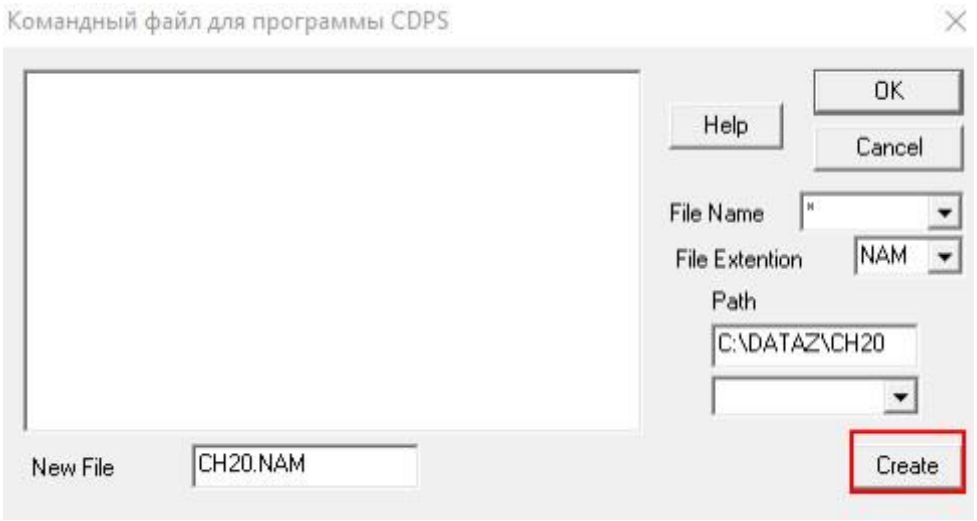
Переименовываем все файлы



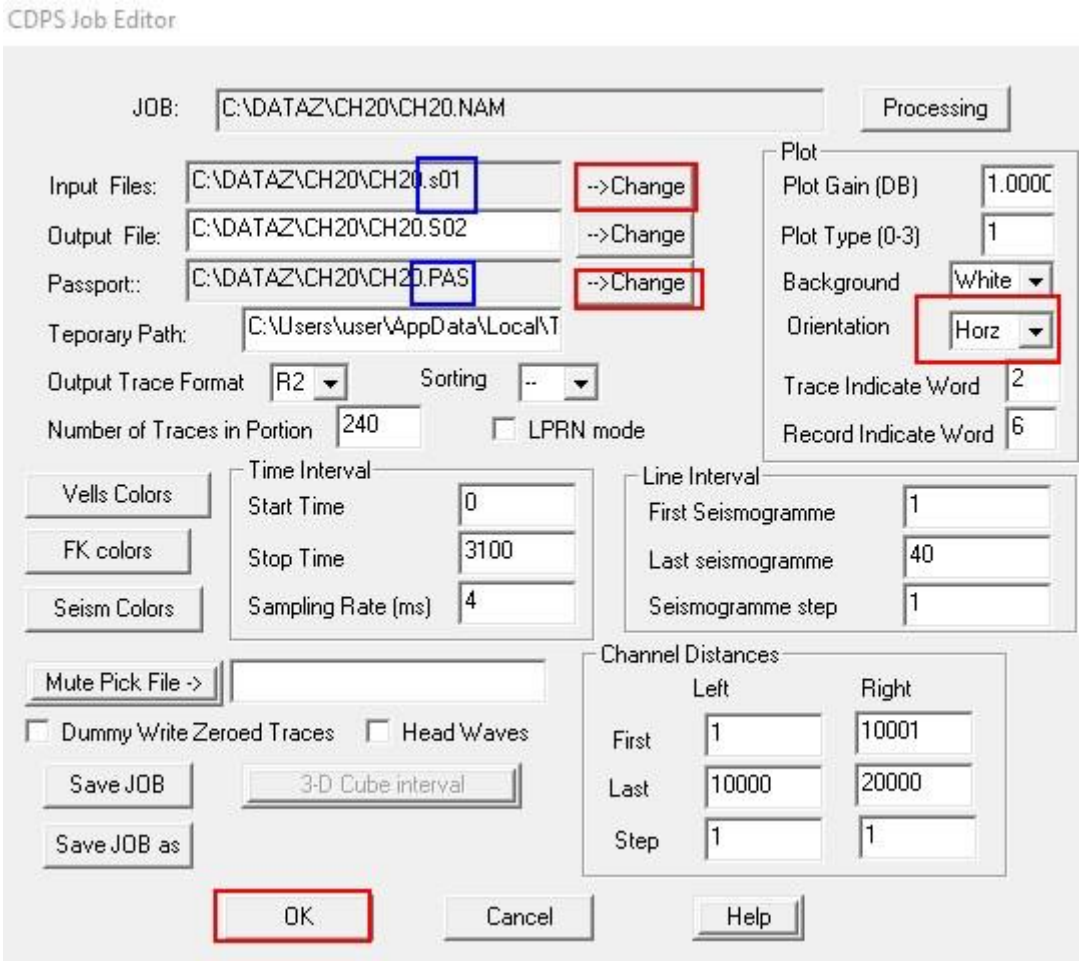
2. Открываем и просматриваем исходные сейсмограммы



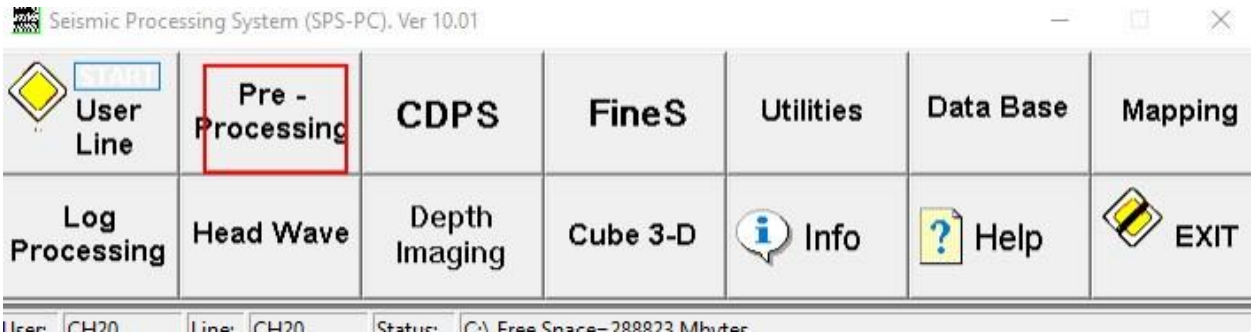
Create - создаём новое задание

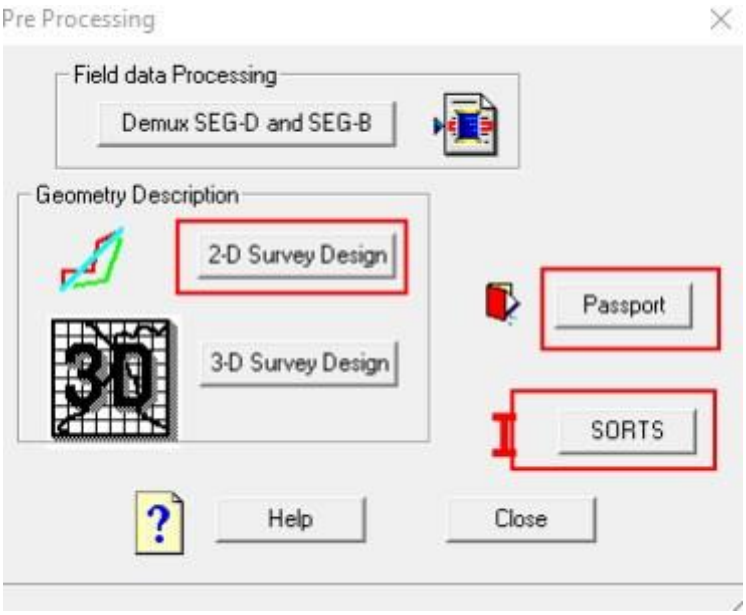


Через кнопку Change, находим входящий файл и файл паспорта (главное чтоб были правильно прописаны пути),в имени выходящего файла .SZZ меняем ZZ на 02. Меняем ориентацию сейсмограмм на вертикальную. Сохраняемся Save JOB.

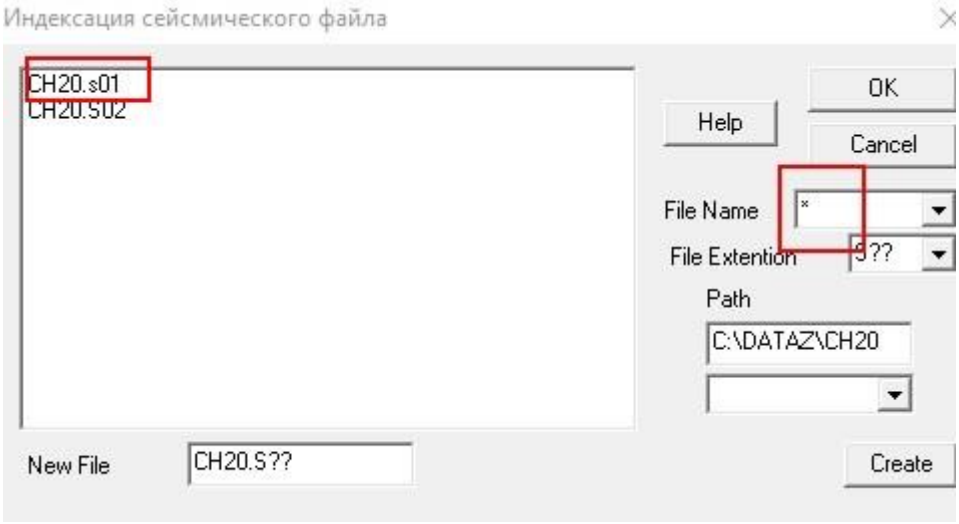


3. Просматриваем геометрию, паспорт и делаем сортировку сейсмограмм



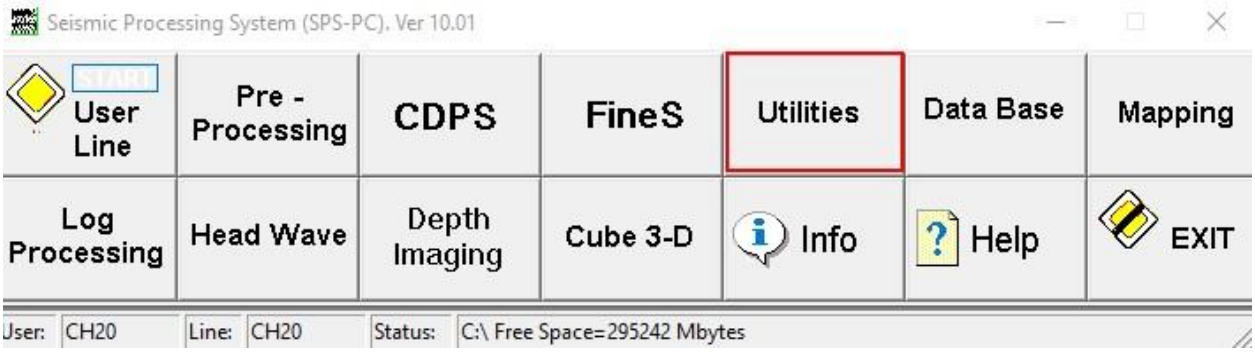


1)Нужно отсортировать сейсмограммы в файле CH20.s01, если этот файл в левом окошке не высвечивается, то во вкладке File Name установите звездочку



2) При просмотре геометрии и паспорта, может возникнуть такая же ситуация, как в пункте выше. Для решения тоже выберите во вкладке File Name звездочку. Тогда появится файл с расширением .LDF (геометрия) и .PAS (паспорт)

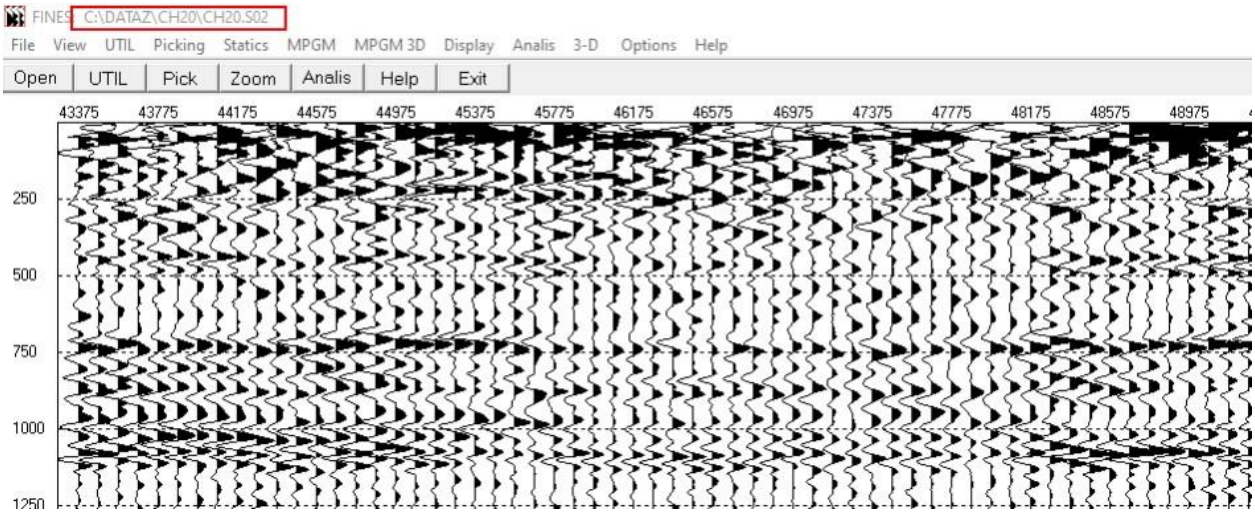
4. При написании отчета используйте кнопку History в блоке Utilities



! Копируйте полностью задание (чтоб было видно имя входящих, выходящих файлов, сортировка и процедуры)

```
INFILENAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.S01
OUTFILENAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.S02
PASSNAME=C:\DATAZ\CH20\CH20.PAS
WORKPATH=C:\USERS\USER\APPDATA\LOCAL\TEMP\
FTR=R2
OUTMODE=SP
QTR=240
DT=4
INTX=42100,52000,100
INTT=0,3100
INTL=1,10000,1
INTR=10001,20000,1
JOBS=
FILTER=Y,51,15,45
ARU=Y,1000,400,10
STAT=Y,1,1
NMOGRK=Y,20,0,0.500000,1
STACK=Y,50
END
```

! Разрез вставляйте в отчёт после задания на обработку (который берёте из истории) полностью, чтоб было видно имя файла!!!



Литература:

1. Бондарев, В. И. Сейсморазведка : учебник для вузов : в 2-х т. / В. И. Бондарев, С. М. Крылатков ; Уральский государственный горный университет. - 2-е изд., испр. и доп. - Екатеринбург : УГГУ. Т. 1 : Основы теории метода, сбор и регистрация данных. - 2010. - 400 с. : рис. - Библиогр.: с. 357-361. Т. 2 : Обработка, анализ и интерпретация данных. - 2011. - 408 с. : рис. - Библиогр.: с. 323-329
2. Крылаткова, Н.А. Трехмерная сейсморазведка: учебное пособие по дисциплине "Трехмерная сейсморазведка" для студентов специальности 21.05.03 - "Технология геологической разведки" специализаций: "Сейсморазведка и геофизические методы поиска и разведки месторождений полезных ископаемых" / Н. А. Крылаткова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Уральский государственный горный университет. - Екатеринбург : УГГУ, 2018. - 82 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 81.
3. Папоротная, А. А. Полевая геофизика. Сейсморазведка и интерпретация материалов сейсморазведки [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / А. А. Папоротная, С. В. Потапова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 107 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69416.html

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УЧЕБНОЕ МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Б1.В.17 МОРСКАЯ СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация

Сейсморазведка

форма обучения: очная, заочная

Автор: Крылаткова Н.А.

Екатеринбург
2022

Занятие №1

Прочитайте интервью 2016 г. по ссылке:Подводные камни морской сейсморазведки. Часть 1 (korabel.ru)

Ответьте на следующие вопросы:

1. **Почему в российской морской сейсморазведке сложилась неблагоприятная ситуация?**
2. **Какие виды морских сейсморазведочных работ и на каких территориях наиболее рентабельны в России в ближайшие годы?**
3. **Какие технологии морской сейсморазведки применяют в морях, скованных льдом?**
4. **Почему нельзя построить универсальное сейсморазведочное судно?**
5. **Рассчитайте в рублях стоимость сейсморазведки МОГТ 3Д при их проведении с судна Ramform компании Petroleum Geo Service для лицензионного участка в 4000 кв.км**

По учебнику В.И. Бондарева 2011

Перспективы добычи углеводородов на море

Вторая половина XX века ознаменовалась началом интенсивных работ по освоению ресурсов ***Мирового океана***, занимающего почти 71 % всей поверхности Земли. Как известно, вся территория *Мирового океана* подразделяется на ***область шельфа*** с глубинами до 200 м (7,5 % поверхности *Мирового океана*), ***зону материкового континентального склона*** с глубинами до 3 км (10,8 %) и ***океаническую (абиссальную) область*** с глубинами более 3 км (81,7 %). *Основным источником информации* о геологическом строении поддонных отложений *Мирового океана* являются *результаты геофизических*, прежде всего *сейсмических исследований*. В настоящее время уже практически достаточно четко сформировались три отчетливо выраженных направления морских геолого-геофизических исследований:

- поиски и разведка залежей углеводородов (нефть, газ и газогидраты) на шельфе и континентальном склоне;

- поиски, разведка и добыча различного вида *конкреций* – богатых металлических руд - с поверхности дна *Мирового океана*;

- поиски и разведка россыпных месторождений золота, олова, алмазов и др. в прибрежной полосе шельфа.

Однако *основной объем морских геофизических работ* в настоящее время осуществляется с целью *поисков и разведки залежей углеводородов*. С точки зрения

техники и технологии *ведения сейсмических работ* всю территорию *Мирового океана* принято по иному делить на *три области:*

- переходная зона (транзитная) от суши к морю с глубинами воды до 20 м, где *еще не могут ходить* морские сейсморазведочные суда;

- шельфовая (мелководная) зона с глубинами от 20 до 500 м;

- глубоководная часть (*deep water*) *Мирового океана* с глубинами более 500 м.

Выполнение сейсморазведочных работ в каждой из этих зон имеет свои специфические особенности. Основной объем работ пока выполняется в *шельфовой зоне*. Технику и технологию сейсморазведочных работ в этой зоне мы рассмотрим наиболее подробно. Для работ в двух других областях Мирового океана будем лишь указывать на некоторые особенности ведения сейсморазведочных работ.

Морские сейсморазведочные работы *впервые в мире* были начаты в ***СССР*** еще в 1941 году на мелководье *Бакинской бухты*. Конечно, сейсморазведочные работы в то время выполнялись на весьма примитивном уровне. По существу это были наземные сейсморазведочные работы, адаптированные к условиям работы в мелководной бухте на глубинах до 10 - 15 м. Однако они послужили толчком к началу широкого развертывания морских сейсморазведочных работ. Во всем мире, однако, принято считать, что широкое промышленное освоение морских нефтяных богатств было начато в 1947 году работами в *Мексиканском заливе*. В 1997 году в связи с 50-летием с момента начала таких работ мировая научно-техническая общественность подвела основные итоги работ *морской нефтегазодобывающей отрасли*. За все эти годы в различных районах *Мирового океана* выполнено, по разным данным, от 45 до 60 млн. км сейсмических профилей. Были созданы различные конструкции разведочных и добычных морских платформ и буровых судов, общее число которых превысило несколько тысяч единиц. Возможности их работы при различной глубине воды непрерывно расширяются, и по прогнозам специалистов, к 2015 году вполне реальной станет добыча углеводородов при глубине моря до 3500 м. Динамика процесса роста уверенно осваиваемых глубин *Мирового океана* хорошо видна по приводимым данным.

Работами морских геологов и геофизиков открыты и подготовлены значительные запасы углеводородов на территории морей и океанов. Это обеспечивает опережающий и непрерывный рост добычи нефти на акваториях. Если в 1985 году в мире добывалось всего около 2700 млн. т нефти, в том числе добыча на море составляла 750 млн. т (27%), то уже в 2005 году при общей добыче около 4000 млн. т на море добывалось более 1800 млн. т (~ 40%). В среднем с момента начала добычи нефти на море процент прироста морской добычи в общемировом балансе добычи составил 0,8% в год, что существенно

превышает аналогичный показатель суши. Исходя из этих темпов опережающего роста морской добычи, можно полагать, что к 2015 году общие объемы добычи на море и на суше сравняются. В последующие годы можно ожидать заметного преобладания объемов добычи на море. За последние 10 - 20 лет многие страны мира, прежде практически не добывавшие нефть на своей территории, создали свою нефтяную отрасль. Сейчас эти страны полностью обеспечивают свои потребности за счет ежегодной добычи нефти на море. К таким странам следует отнести: ***Англию*** (~ 150 млн. т в год), ***Норвегию*** (~ 200 млн. т в год), ***Мексику*** (~ 130 млн. т в год), ***Вьетнам*** (14 млн. т в год), страны экваториальной *Африки* (***Гвинея***, ***Габон***, ***Нигерия***, ***Ангола*** и др. - 170 млн. т в год) и др.

Общее количество разведанных запасов нефти при *существующих* тенденциях и темпах ее добычи вызывает серьезную озабоченность обеспеченностью ею всего человечества. Особо низкая обеспеченность (7 - 9 лет) нефтяными ресурсами характерна для ***США, Канады***, ряда стран ***Западной Европы***. Эти страны уже давно добыли более половины всех имеющихся у них нефтяных ресурсов. Большинство стран мира преодолели этот рубеж к началу XXI в. Именно это обстоятельство подталкивает все страны интенсивно вести геологоразведочные работы и, прежде всего, морские поисковые сейсморазведочные работы. Если условно исходить из того, что для открытия уже разведанных запасов нефти (~250 млрд. т) к настоящему времени выполнено около 50 млн. км сейсмических профилей, то для обнаружения еще не открытых потенциальных запасов (100 - 200 млрд. т) предстоит выполнить почти столько же сейсморазведочных работ. Не менее половины из них (15 - 20 млн. км) придется выполнять в морях и океанах. В настоящее время основные объемы морских сейсморазведочных работ выполняются в шести районах мира: Мексиканский залив, Северное море, на шельфе Латинской Америки, на шельфе Западной Африки, на Дальнем Востоке, на Среднем Востоке. Распределение структуры морских сейсморазведочных работ по трем вышеназванным областям можно видеть на примере работ в *Мексиканском заливе* (рис1).

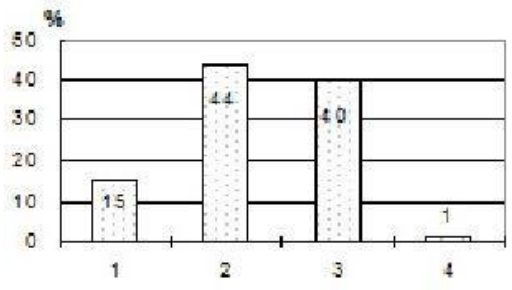


Рис.1 Относительное распределение объемов сейсморазведочных работ по различным областям Мексианского залива: 1 – транзитные зоны, 2 – шельф, 3 – глубоководные зоны, 4 - прочие

На территории ***СССР*** морские сейсморазведочные работы, как уже упоминалось ранее, были начаты на *Каспийском море* еще в начале сороковых годов прошлого века. Официальным же началом морских сейсморазведочных работ в СССР принято считать 1949 год – год организации в г. ***Челекен*** на южном побережье *Каспийского моря* первой *Каспийской морской геофизической экспедиции*. После перевода ее в 1960 году в г. ***Геленджик*** морские сейсморазведочные работы стали проводиться не только на *Каспии*, но и по всей морской периферии *СССР*, а также и за рубежом. Однако в значительных объемах и на достаточно высоком техническом уровне морские сейсморазведочные работы начали разворачиваться в начале восьмидесятых годов. Для этой цели были созданы крупные государственные структуры – *научно-производственные объединения* (***"Союзморгео", г. Мурманск, "Союзморинжгеология", г. Рига, "Южморгеология", г. Геленджик***), состоящие из мощных *производственных организаций*, *научно-исследовательских институтов* и *специальных конструкторских бюро*.

Для выполнения морских работ были запроектированы и построены специальные геофизические суда, получившие в нашей стране статус *научно-исследовательских судов* (***НИС***). С их помощью начались интенсивные морские сейсморазведочные работы на шельфе страны. Основные объемы работ выполнялись на *Баренцевом* и *Карском* морях (до 30–35 тыс. км сейсмических профилей в год), на *Каспийском* (20-25 тыс. км), *Черном и Азовском морях* (до 15 тыс. км), *Балтийском* (до 10 тыс. км) и *Охотском морях* (20-30 тыс. км). Динамика выполнения сейсморазведочных работ в ***СССР*** (***России***) хорошо видна по данным, приводимым на рис.6.

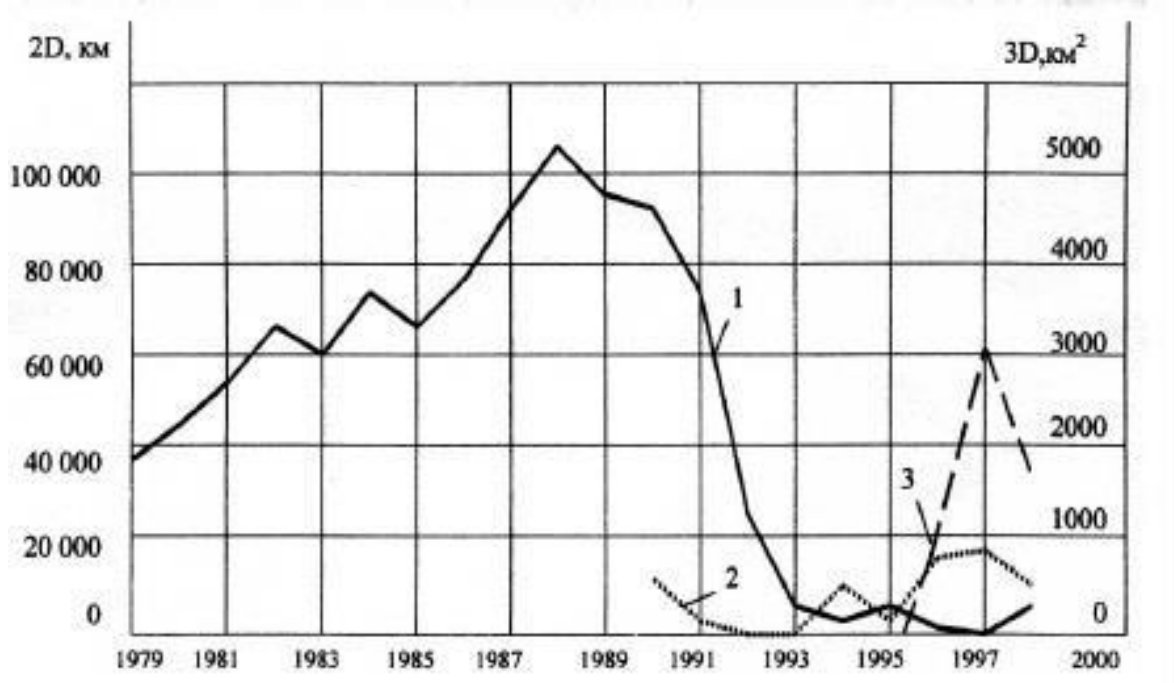


Рис.2 Объемы выполненных морских сейсморазведочных работ в СССР/России: 1 – работы МОГТ 2D за счет госбюджета, 2 - работы МОГТ 2D за счет нефтегазодобывающих компаний, 3 - работы МОГТ 2D за счет различных заказов

На основе результатов этих работ было открыто достаточно много перспективных объектов. На всех морях ***СССР*** (***России***) обнаружено и подготовлено более 430 перспективных структур. Ранее сделанные открытия сейсморазведчиков на *Южном Каспии*, например, позволяют ***Азербайджану*** планировать и на ближайшие годы довести объем добычи нефти до 45 - 60 млн. т. в год. На шельфе ***Сахалина*** на основе сделанных ранее открытий организуется совместно с ***Японией*** и другими странами разработка ряда месторождений в рамках проектов ***"Сахалин - 1"*** и ***"Сахалин - 2".*** В *Баренцевом море* также открыты крупные месторождения нефти и газа, что позволит организовать их добычу уже в ближайшие годы. Тем не менее, северный шельф ***России*** еще практически не исследован, и здесь могут иметь место крупнейшие открытия. С этой точки зрения отечественным геофизикам в первой половине 21 века еще предстоит выполнить крупные объемы сейсморазведочных работ на шельфе севера и востока ***России***.

По данным ФУГП "ВНИИОкеангеология" им. И.С. Грамберга, средняя изученность по всем морям РФ составляет только 0.18 км./км^2, что не позволяет объективно говорить о реальных цифрах запасов шельфовой зоны России (Костечко, 2009).

В российском секторе Арктики плотность изученности акваторий на конец 2008 года составляла:

- в Баренцовом и Печорских морях - 0.41км/км^2, а пробурено всего 51 поисково-разведочная скважина;

- в Карском море - 0.13 км/км^2, пробурено всего 19 скважин;

- по морю Лаптевых, Восточно-Сибирскому и Чукотскому морям - 0.04, 0.03, 0.01 км/км^2 соответственно. Пробуренных скважин нет.

По мнению российских специалистов, объемы сейсморазведочных работ, которые необходимо провести для сколь-нибудь корректной количественной оценки прогнозных и перспективных ресурсов на акватории российского сектора Арктики, составят 1200 тыс. км сейсмических профилей. Для сравнения - за все время исследований российской зоны Арктики - а это уже более 30 лет - выполнено лишь 600 тыс. км. При этом многие материалы имеют низкое качество, поскольку получены на устаревшей аппаратуре и по технологии низкой кратности.

В то же время зарубежный опыт свидетельствует, что результаты сейсмических работ по новейшим технологиям и с высокой плотностью всегда дают новые и весьма важные результаты. Например, в Мексиканском заливе за 60 летнюю историю его изучения выполнено около 35 млн. км сейсмических профилей. Плотность изучения сектора залива, принадлежащего США, составляет 110 км профилей на км^2. Это позволило за эти годы им выдать более 8 тыс. лицензий на освоение участков недр с ежегодным сбором налогов более 6 млрд. долларов. Средняя плотность изученности по всему Мексиканскому заливу составляет более 25 км профилей на км^2, что в 60 раз выше, чем в самом исследованном в России арктическом море - Баренцевом. Не так давно в Мексиканском заливе ежегодно работало более 100 судов. Тогда как на российском арктическом шельфе площадью более 4.5 млн км^2 ежегодно работает лишь два-три НИС, выполняющих только сейсморазведку 2D. При этом возраст этих судов уже более 20 лет, а сезон работы в море короче срока работы в Мексиканском заливе в четыре раза.

С учетом размеров площади континентального шельфа России для того, чтобы обеспечить первичные стадии его исследования в ближайшие годы потребуется для каждого из морей минимум два-три НИС, способных выполнять сейсморазведку 2D и 3D. Это означает, что России нужно 15–20 судов для каждого вида съемки. Поскольку во всех морях Арктики имеются еще и обширные территории мелководья, то необходимо дополнительно 5–7 специализированных судов для таких работ.

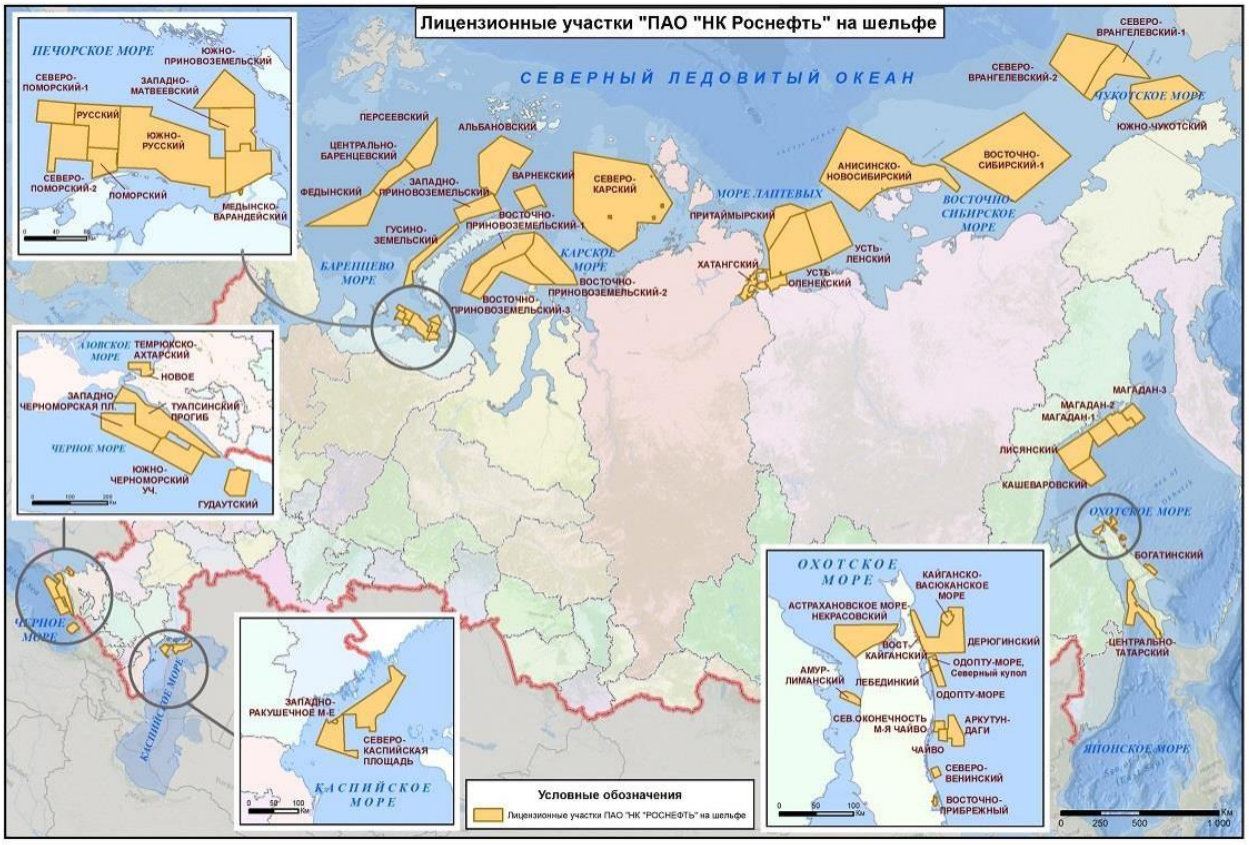
ОСВОЕНИЕ МОРСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПАО «НК «РОСНЕФТЬ»



Сегодня, когда практически все основные крупные месторождения нефти и газа на суше открыты и освоены, ПАО «НК «Роснефть» уделяет особое внимание одному из перспективных направлений своей деятельности – разведке и освоению углеводородных ресурсов континентального шельфа. В то время, как стремительными темпами идет развитие технологий и добыча сланцевой нефти, неоспоримым является факт того, что будущее мировой нефтедобычи находится на континентальном шельфе Мирового океана. Российский шельф имеет самую большую в мире площадь – свыше 6 млн. км^2, а ПАО «НК «Роснефть» является крупнейшим держателем лицензий на участки континентального шельфа Российской Федерации.

На 01.06.2021 года ПАО «НК «Роснефть» владеет 52 лицензиями на участки в акваториях арктических, дальневосточных и южных морей России. Ресурсы углеводородов по этим участкам оцениваются в 41 миллиард тонн нефтяного эквивалента. Также Компания реализует проект в Черном море у берегов Республики Абхазия, ведет разведку и добычу углеводородов на шельфе Вьетнама и Египта,

участвует в проектах ГРР на шельфе Мозамбика.



Лицензионные участки «Роснефти» расположены в:

- Западная Арктика — Баренцево, Печорское и Карское моря (19 проектов)
- Восточная Арктика — море Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское моря (9 проектов)
- Дальний Восток — Охотское и Японское моря (17 проектов)
- Южные моря России — Черное, Азовское и Каспийское (7 проектов)

По состоянию на 01.06.2021 на 45 лицензионных участках, расположенных на шельфе РФ и внутренних морях России, Компания проводит работы по геологическому изучению недр. 7 лицензий выданы на разведку и добычу нефти и газа, в том числе на 5 участках ведется добыча УВС. Лицензионные обязательства выполняются в полном объеме.

Основными проектами нефтегазодобычи на континентальном шельфе Российской Федерации в ПАО «НК «Роснефть» являются **«Сахалин-1»**, **Северная оконечность месторождения Чайво**.

Основные достижения в реализации проектов на шельфе:

- общий накопленный объем нефти, отгруженный с терминала Де-Кастри с проектов «Сахалин-1» и «Северное Чайво» по состоянию на 01.01.2021 превысил 139 млн. т;
- бурение с берега буровой установкой «Ястреб» пяти горизонтальных наклонно-направленных скважин с длиной по стволу 10-11 тыс. м на Северной оконечности месторождения Чайво;
- бурение самых протяженных скважин в мире на месторождении Чайво проекта «Сахалин-1»;
- в Карском море открыты два новых уникальных газовых месторождения - им. Маршала Жукова и им. Маршала Рокоссовского.

По итогам 2020 года добыча углеводородного сырья на шельфовых месторождениях в доле Компании составила 9,5 млн т н.э.

Стратегическим направлением развития шельфовых проектов ПАО «НК «Роснефть» является освоение континентального шельфа Арктических морей. По своему совокупному нефтегазовому потенциалу осадочные бассейны российского арктического шельфа сравнимы с крупнейшими нефтегазоносными регионами мира.

Практический старт широкомасштабным работам по освоению арктического и дальневосточного шельфа ПАО «НК «Роснефть» дала в августе 2012 года, когда Компания приступила к полевым работам в Карском, Печорском и Охотском морях. За период с 2012 по 2020 гг. ПАО «НК «Роснефть» выполнило беспрецедентный объем сейсморазведочных работ. Всего на арктических и дальневосточных лицензионных участках было проведено 171 тыс. пог. км 2D-сейсморазведочных работ в том числе 144 тыс. пог. км на участках арктического шельфа, 27 тыс. пог. км на шельфе Дальнего Востока.

Для уточнения геологического строения перспективных структур и планирования поискового бурения на выбранных структурах на лицензионных участках арктического и дальневосточного шельфа в 2012-2020 гг выполнено 35,3 тыс. км^2 3D-сейсморазведочных работ, в том числе 28,7 тыс. км^2 на участках арктического шельфа и 6,6 тыс.кв. км на участках дальневосточного шельфа. В результате проведенных геологоразведочных работ выявлено и детализировано более 450 локальных перспективных структур. За 2012-2020 гг. на шельфе Арктики и Дальнего Востока Компания пробурила 10 поисково-разведочных скважин, и открыла 5 новых месторождений, в том числе 4 – на арктическом шельфе.

В 2020 году был успешно реализован сложнейший этап по бурению самых северных в истории освоения шельфа России малоглубинных скважин. Был отобран

ценнейший геологический материал — керн из десяти скважин в объеме около 300 метров. Полученные образцы горных пород служат прямым источником геологической информации, необходимой для определения возраста (стратификации), состава и условий формирования пород арктического шельфа. Первичный геологический материал представляет огромный интерес для получения новейших данных о геологическом строении и нефтегазовом потенциале Северо-Карского бассейна.

В южных морях за 2012-2020 гг. Компания выполнила 4,1 тыс.пог.км сейсморазведочных работ 2D, 8,3 тыс. км^2 сейсморазведочных работ 3D, пробурила 4 скважины.

В 2020 году ПАО «НК «Роснефть» по итогам поисково-оценочного бурения на лицензионном участке Восточно-Приновоземельский-2 в Карском море открыла новое газоконденсатное месторождение с суммарными запасами в 514 млрд. куб.м газа и 53 млн.т конденсата. По действующей классификации запасов оно относится к категории уникальных. Месторождению, открытому в год празднования 75-летия Победы, присвоено имя великого полководца Маршала Рокоссовского.

Ранее в ходе бурения на структуре «Викуловская» лицензионного участка «Восточно-Приновоземельский-1» Компанией было открыто уникальное месторождение Маршала Жукова с запасами газа в 800 млрд. куб.м. Бурение велось в рамках комплексной программы ПАО «НК «Роснефть» по освоению нефтегазового потенциала этого региона.

Старт Карскому проекту в 2014 г. дал Президент России Владимир Путин. Результатом бурения первой скважины «Университетская-1» стало открытие одного из крупнейших в мире нефтегазовых месторождений «Победа». Его суммарные извлекаемые запасы составляют порядка 130 млн т нефти и 422 млрд. куб м. газа.

Комплексная программа бурения, реализованная «Роснефтью» в Карском море, подтвердила высокую нефтегазоносность изучаемых структур и позволила сформировать в этом районе новый нефтегазовый кластер, включающий три открытых месторождения с суммарным объемом оцененных запасов более 1,7 трлн куб.м газа и порядка 200 млн т нефти и конденсата.

Важнейшим принципом реализации шельфовых проектов ПАО «НК «Роснефть» является безусловное следование требованиям российского природоохранного законодательства и международных соглашений на всех этапах работ, с соблюдением всех норм экологической и промышленной безопасности. В период проведения морских операций осуществлялось постоянное наблюдение за морскими животными.

Выявление и предупреждение экологических рисков являются обязательной частью любого проекта ПАО «НК «Роснефть» в области разведки и добычи. В Компании разработаны стандарты экологической безопасности, основополагающим направлением которых является применение технологий, снижающих негативное воздействие на окружающую среду.

Начиная с 2012 года Компания проводит изучение гидрометеорологических, ледовых, инженерно-геологических и экологических условий на лицензионных участках в Арктике. В 2020 г. Компанией при участии специалистов ООО «Арктический научный центр» (АНЦ) организованы очередные ежегодные комплексные научно-исследовательские экспедиции, в ходе которых проведены исследования в арктических морях.

В ходе научно-исследовательской экспедиции в Арктику «Кара-Лето 2020» специалистами ООО «Арктический Научный Центр» успешно выполнены гидрометеорологические исследования на шельфе арктических морей РФ с целью поддержания наблюдательной инфраструктуры Компании в Баренцевом, Карском, Чукотском морях и море Лаптевых.

В 2020 г. завершен трехлетний проект по исследованию черноморских китообразных как биологических индикаторов состояния экосистемы Черного моря. Комплексные исследования были возобновлены после многолетнего перерыва. За время реализации проекта были проведены две комплексные морские экспедиции общей протяженностью около 2000 км и продолжительностью 25 дней, которые включали визуальные наблюдения, авиаисследования с использованием беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и акустические исследования. На основе обработанных данных подготовлены рекомендации по мониторингу черноморских млекопитающих как биологических индикаторов состояния экосистемы Черного моря. В рамках заключенного соглашения с Минприроды России ООО «Арктический Научный Центр» приступил к реализации корпоративной программы по изучению, сохранению и мониторингу ключевых видов – биоиндикаторов устойчивости арктических экосистем: белого медведя, атлантического моржа, дикого северного оленя и белой чайки – редкого вида чайки, занесенного в Красную книгу Российской Федерации. Кроме того, совместно с Центром морских исследований МГУ организована масштабная экспедицию по изучению атлантического подвида моржа и белого медведя. Исследования животного мира проводились в акваториях Карского и Баренцева морей, а также на архипелаге Земли Франца-Иосифа.

При научно-методической поддержке ООО «Арктический Научный Центр» были разработаны средства обеспечения айсберговой безопасности морских нефтегазопромысловых сооружений. Основываясь на результатах моделирования процесса буксировки разработана уникальная конструкция буксировочной системы, позволяющая повысить эффективность и результативность операций по обеспечению айсберговой безопасности. Также разработан симулятор буксировки опасных ледяных образований. Полученные решения являются критически важными для минимизации рисков техногенных катастроф в арктическом регионе.

В 2020 г. ООО «Арктический Научный Центр» продолжил разработку микробного препарата для утилизации углеводородов в морях арктического региона. В настоящее время завершены работы по созданию лабораторного прототипа биопрепарата для очистки береговой линии и акватории северных морей от разливов нефти и нефтепродуктов. Тестирование будет проводиться на Беломорской биологической станции МГУ.

Для успешной реализации проектов на шельфе Арктики ПАО «НК «Роснефть» провела оценку потребности в судах обеспечения и сопровождения буровых работ на лицензионных участках Компании. Определены основные типы судов и морских сооружений, необходимых для реализации шельфовых проектов Компании. К каждому типу разработаны функциональные требования. Благодаря запуску проектов в Арктике ПАО «НК «Роснефть» формирует якорный заказ для отечественной промышленности и заинтересована в локализации новых технологий и современных производств. Большую часть заказов на строительство буровых платформ, труб и другого оборудования планируется разместить на российских предприятиях.

Весной 2014 года ПАО «НК «Роснефть» опубликовала перечень оборудования и техники, которые требуются на различных этапах освоения морских нефтегазовых месторождений. Таким образом, компания уже анонсировала российским производителям заказы на более чем 20 наименований судов и авиатехники, запрос на российское нефтепромысловое и буровое оборудование — еще около 30 позиций. Только в Архангельской и Мурманской областях, а также в Ямало-Ненецком автономном округе в выполнении заказов ПАО «НК «Роснефть» будет задействовано более 100 предприятий. «В рамках реализации шельфовых проектов предполагается обеспечить локализацию до 70% оборудования. Таким образом, освоение шельфа сформирует от 300 до 400 тысяч высококвалифицированных мест в различных отраслях российской экономики. Это будет способствовать развитию инноваций и разработке

высокотехнологичной продукции», — отмечал на Международном инвестиционном форуме в Сочи Глава ПАО «НК «Роснефть» Игорь Сечин.

С целью освоения Арктического шельфа «Роснефть» ведет активную работу по созданию уникальной производственной базы морской техники. Одним из направлений работ по решению этой задачи станет создание на базе ОАО «Дальневосточный центр судостроения и судоремонта» промышленного и судостроительного кластера на Дальнем Востоке России, ядром которого будет новая верфь — судостроительной комплекс «Звезда» в городе Большой Камень.

Судостроительный комплекс «Звезда» создан на базе Дальневосточного завода «Звезда» Консорциумом АО «Роснефтегаз», ПАО «НК «Роснефть» и АО «Газпромбанк». Проект комплекса предполагает строительство тяжелого достроечного стапеля, сухого дока и производственных цехов полного цикла. Судостроительный комплекс «Звезда» будет выпускать крупнотоннажные суда, элементы морских платформ, суда ледового класса, специальные суда и другие виды морской техники.

В сентябре 2017 на ООО «ССК «Звезда» состоялась церемония закладки четырёх многофункциональных судов-снабженцев усиленного ледового класса. Суда будут сданы в эксплуатацию в 2019–2020 г.г. и будут обеспечивать морские буровые работы на Арктических лицензионных участках компании. Оператором судов выступит ООО «Роснефтефлот».

В октябре 2017 года АО «Роснефтефлот», дочернее общество НК «Роснефть», заключило с ООО «ССК «Звезда» договоры на строительство десяти арктических танкеров-челноков дедвейтом 42 тысячи тонн каждый. Танкеры усиленного ледового класса ARC7 предназначаются для работы во льдах толщиной до 1,8 м при температуре атмосферного воздуха до минус 45 градусов.

11 сентября 2018 года в присутствии Президента Российской Федерации на стапеле «Звезды» был заложен первый танкер класса «Афрамакс». Сейчас на «Звезде» изготавливают и собирают секции первых трех судов. Первый «Афрамакс» был спущен на воду в 2020 году.

Реализация проекта будет способствовать развитию судостроительного и промышленного кластера и локализации производства судового оборудования на Дальнем Востоке России, обеспечению возможности выполнения проектирования на территории Российской Федерации арктических танкеров-челноков, формированию оптимального портфеля заказов для загрузки судостроительного комплекса «Звезда».

В рамках XXI Петербургского международного экономического форума при поддержке ПАО «НК «Роснефть» Судостроительный комплекс «Звезда» подписал с

французской инжиниринговой компанией Gaztransport & Technigaz (GTT) меморандум о взаимопонимании по вопросу проектирования и строительства грузовых систем для судов-газовозов СПГ (сжиженного природного газа).

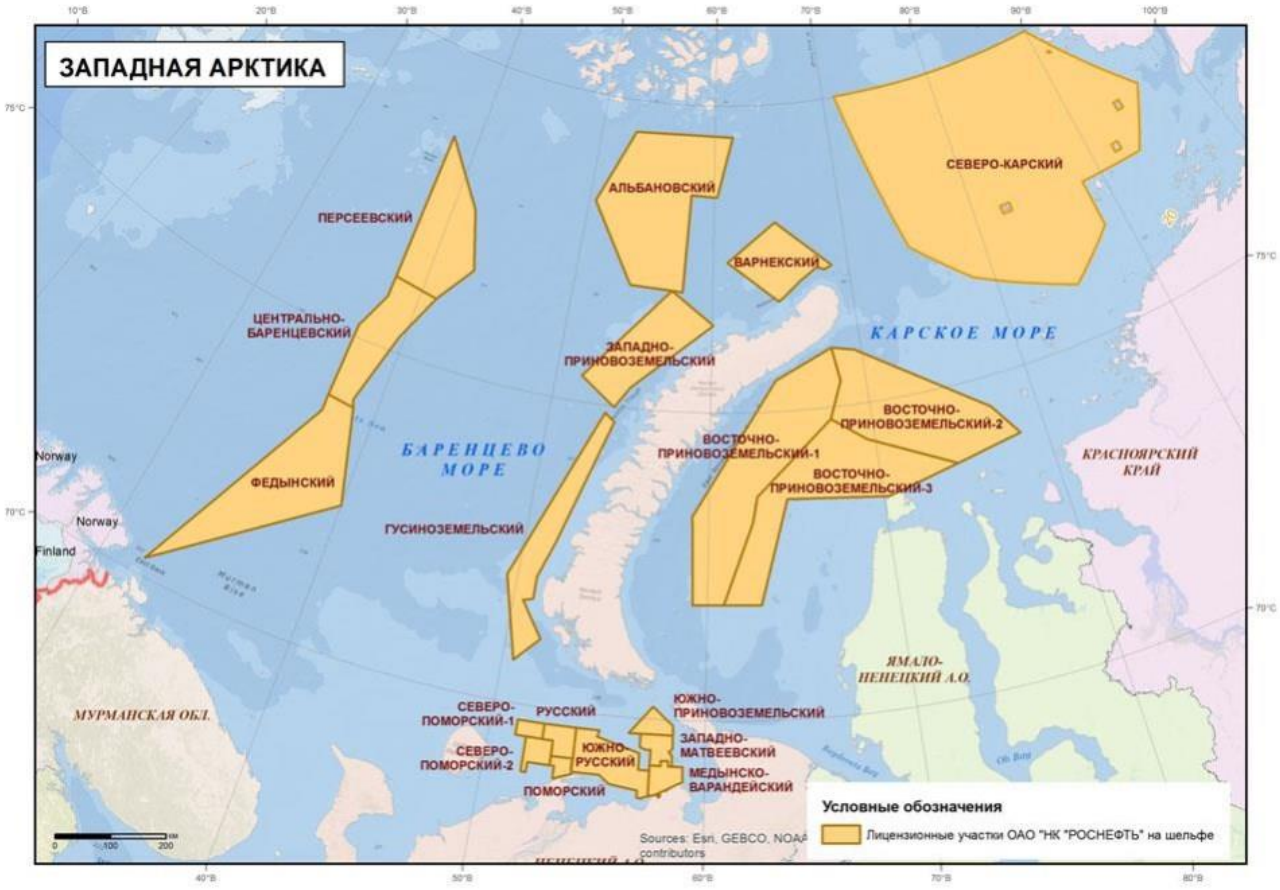
Суда-газовозы могут быть востребованы при реализации ряда проектов по освоению шельфовых месторождений, а также для транспортировки добытого на территории Российской Федерации природного газа.

Западная Арктика

Общая информация

На континентальном шельфе морей Западной Арктики ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 19 лицензионных участков:

- 7 участков в Баренцевом море — Федынский, Центрально-Баренцевский, Персеевский, Альбановский, Варнекский, Западно-Приновоземельский и Гусиноземельский;
- 8 участков в Печорском море — Русский, Южно-Русский, Южно-Приновоземельский, Западно-Матвеевский, Северо-Поморские-1, 2, Поморский и Медынско-Варандейский;
- 4 участка в Карском море — Восточно-Приновоземельские-1, 2, 3 и, Северо-Карский.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в морях Западной Арктики

Суммарные извлекаемые ресурсы нефти и газа участков по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., оцениваются в 14 млрд. т.н.э.

На территории участков открыто 7 месторождений (Победа, им. Маршала Жукова, им. Маршала Рокоссовского в Карском море, Северо-Гуляевское, Медынское-море, Варандей-море и Поморское в Печорском море). Суммарные извлекаемые запасы категорий С1+С2 указанных месторождений на 01.01.2021 года составляют:

- нефть+конденсат – 333 млн. т.
- газ – 1,9 трлн. м3

За период с 2012 по 2020 гг. Компания выполнила 70 тыс. пог км аэрогравимагниторазведочных работ, более 70 тыс. пог. км 2D сейсморазведки, и около 29 тыс. км^2 3D сейсморазведки, провела инженерно-геологические изыскания на 19 площадках для бурения поисковых и разведочных скважин, проведено 6 геологических экспедиций.

На лицензионных участках шельфа морей Западной Арктики ПАО «НК «Роснефть» выполняет лицензионные обязательства с опережением установленных сроков и существенным превышением объемов работ по лицензиям.

Восточная Арктика

Общая информация

На континентальном шельфе морей Восточной Арктики ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 9 участков:

- 5 участков в море Лаптевых — Усть-Оленекский, Усть-Ленский, Анисинско-Новосибирский, Хатангский и Притаймырский;
- 1 участок в Восточно-Сибирском море — Восточно-Сибирский-1;
- 3 участка в Чукотском море — Северо-Врангелевские-1,2 и Южно-Чукотский.

Извлекаемые ресурсы углеводородов на участках шельфа морей Восточной Арктики по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., составляют более 19 млрд. т н.э.

За период с 2012 по 2020 гг Компания выполнила 242 тыс.пог.км аэрогравимагниторазведочных работ, более 73 тыс. пог. км сейсморазведочных работы 2D, проведено 8 геологических экспедиций.

В декабре 2015 года «Роснефтью» была получена лицензия на разработку Хатангского участка, расположенного в Хатангском заливе в юго-западной части моря Лаптевых на севере Красноярского края. 3 апреля 2017 года было начато и 1 мая 2018 года завершено стрительство поисковой скважины «Центрально-Ольгинская-1».

По результатам бурения скважины была подтверждена нефтегазоносность акватории моря Лаптевых и открыто месторождение «Центрально-Ольгинское с извлекаемыми запасами (по категориям С1+С2) более 80 млн тонн нефти.



Лицензионные участки ПАО «НК «Роснефть» в морях Восточной Арктики

Дальний Восток России

Общая информация

На континентальном шельфе Охотского и Японского морей в Дальневосточном федеральном округе ПАО «НК «Роснефть» является участником проекта «Сахалин-1» по разработке на условиях СРП месторождений Чайво, Одопту-море, Аркутун-Даги и вместе с дочерними и совместными предприятиями владеет еще 14-ю лицензиями на участки, а именно:

- 9 участков на шельфе острова Сахалин —Северная оконечность месторождения Чайво, месторождение Кайганско-Васюканское – море, Дерюгинский, Астрахановское море — Некрасовский, Северо-Сахалинский,

Северо-Венинское газоконденсатное месторождение, Амур-Лиманский, Центрально-Татарский, Богатинский;

- 5 участков на примагаданском шельфе — Магадан-1,2,3, Лисянский, Кашеваровский.

Извлекаемые ресурсы углеводородов на участках шельфа Охотского и Японского морей по результатам аудита, выполненного компанией ДеГольер и МакНоттон по состоянию на 01.01.2021 г., составляют 2,9 млрд т н.э., без учета ресурсов участков Северо-Сахалинский, Амур-Лиманский и Богатинский, оцениваемых ПАО «НК «Роснефть» в объеме 400 млн. т н.э.

На территории участков открыто 5 месторождений (Чайво, Аркутун-Даги, Одопту-море, Кайганско-Васюканское – море, Северо-Венинское).

Извлекаемые запасы в доле ПАО «НК «Роснефть» составляют:

90,4 млн. т нефти и конденсата и 151 млрд. $м^3$ газа.

В этот период ПАО «НК «Роснефть» существенно увеличило объемы сейсморазведочных работ на лицензионных участках. За 2012-2020 годы было выполнено около 27 тыс. пог. км сейсморазведочных работ 2Д, 6,6 тыс. $км^2$ сейсморазведочных работ 3Д, более 1,8 тыс. пог. км электроразведочных работ, проведены инженерно-геологические изыскания на 5 площадках перспективных площадей для определения точек бурения поисковых скважин, пробурено 6 поисково-разведочных скважины. Значительный объем геологоразведочных работ выполнен на лицензионных участках магаданского шельфа с опережением сроков установленных обязательствами по лицензиям.

Северная оконечность месторождения Чайво

Общая информация

В 2011 году ПАО «НК «Роснефть» получило лицензию на геологическое изучение, разведку и добычу углеводородов на лицензионном участке «Северная оконечность месторождения Чайво», который расположен в пределах мелководной части северо-восточного шельфа острова Сахалин. Начальные извлекаемые запасы нефти и конденсата на месторождении — свыше 14 млн тонн; газа — свыше 20 млрд куб. м.

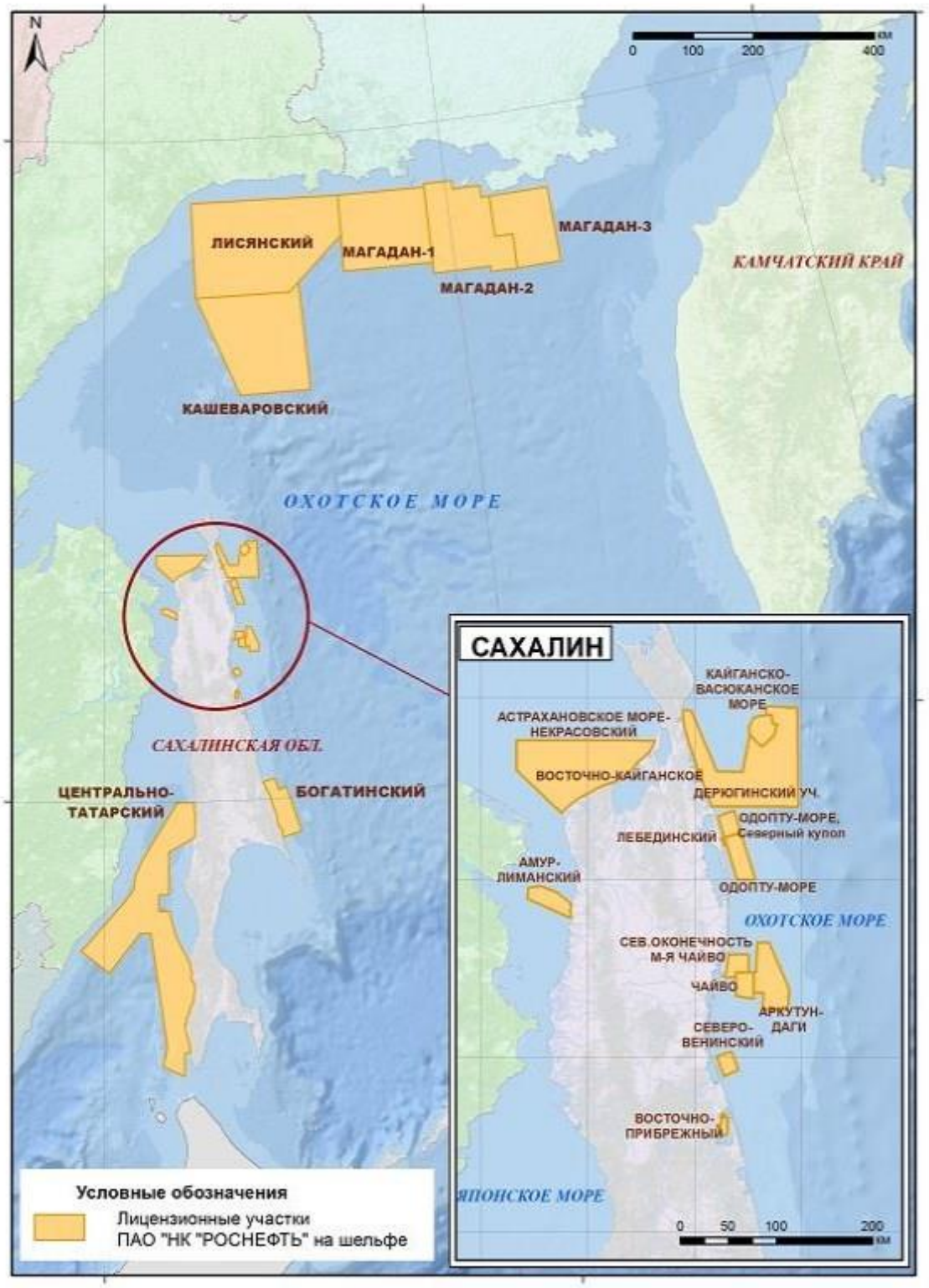
В мае 2014 года «Роснефть» приступила к реализации масштабного проекта по освоению запасов нефти Северного Чайво. На проекте Северное Чайво применена инновационная технология бурения горизонтальных скважин с берега с рекордными отходами от вертикали с использованием уникальной буровой установки «Ястреб».

В конце 2014 года завершено строительство временной обвязки и начата добыча из двух первых скважин. В 2015 году пробурена и введена в эксплуатацию третья эксплуатационная скважина, начато бурение четвертой добывающей скважины. В 2016 году с ускорением графика введены в эксплуатацию четвертая и пятая нефтяные скважины с глубиной по стволу 10496 м и 11163 м соответственно.

Скважины с большим отходом от вертикали на северной оконечности месторождения Чайво являются уникальными по сложности конструкции. На скважинах применены высокотехнологичные системы заканчивания с устройствами контроля притока для ограничения прорывов газа и обеспечения максимальной накопленной добычи.

Фактическая добыча нефти и конденсата за 2020 год составила – 0,47 млн тонн, суммарный объем поставленного газа потребителям – 0,14 млрд куб. м. По состоянию на 01.01.2021 ПАО «НК «Роснефть» добыло свыше 7,7 миллионов тонн нефти на северной оконечности месторождения Чайво с начала реализации проекта.

Нефть, добываемая на месторождении, относится к марке SOKOL и обладает превосходным качеством. В нефти очень низкое содержание серы — 0,25%, плотность — 0,825-0,826 кг/м^3 (36,8 градусов API). Вся добываемая нефть отгружается нефтеналивными танкерами с терминала «Де-Кастри» в Хабаровском крае в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. Попутный нефтяной газ реализуется на внутреннем рынке потребителям Дальнего Востока.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в Охотском море

Южный регион

Общая информация

ПАО «НК «Роснефть» владеет лицензиями на 7 участков в российских акваториях Черного, Каспийского и Азовского морей: Темрюкско-Ахтарский участок и месторождение Новое в Азовском море, Северо-Каспийский участок и месторождение Западно-Ракушечное в Каспийском море, Туапсинский прогиб, Западно-Черноморская площадь и Южно-Черноморский участок на шельфе Черного моря. Кроме того, Компания имеет лицензию на Гудаутский участок в Абхазском секторе Черного моря.

Ресурсный потенциал участков оценивается в 3,4 млрд. т нефти и конденсата и 61,5 млрд. куб. м газа, без учета ресурсов участка Западно-Черноморская площадь, ресурсы которого ПАО «НК «Роснефть» оценивает более чем в 500 млн. т нефти.

Извлекаемые запасы в доле ПАО «НК «Роснефть» составляют:

- нефть+конденсат – 7,2 млн. т.
- газ – 1,6 млрд. м3

За 2012-2020 гг. Компанией выполнено более 4,1 тыс.пог.км сейсморазведочных работ 2D, около 8,3 тыс. км^2 сейсморазведочных работ 3D, инженерно-геологические изыскания на 11 площадках, пробурено 4 скважины, организовано 4 полевых геологических экспедиции на прилегающей суше.

Основными инвестиционными проектами ПАО «НК «Роснефть» на шельфе южных морей России являются проекты по освоению лицензионных участков Черного моря. Эти участки обладают огромным ресурсным потенциалом, однако поиски и разведка скоплений нефти и газа в их недрах требуют значительных инвестиций в связи с большими глубинами дна моря (до 2,2 км) и необходимостью использования специальной техники, устойчивой к воздействию морской воды с высоким содержанием сероводорода. В марте 2018 года была пробурена первая сверхглубоководная скважина «Мария-1» на лицензионном участке «Западно-Черноморская площадь». Строительство скважины завершено 15 марта 2018 года.

Также ведется плановая работа по проведению ГРР и на участках Компании в Каспийском и Азовском морях – научно-исследовательские, сейсморазведочные работы и подготовка к поисковому и разведочному бурению.

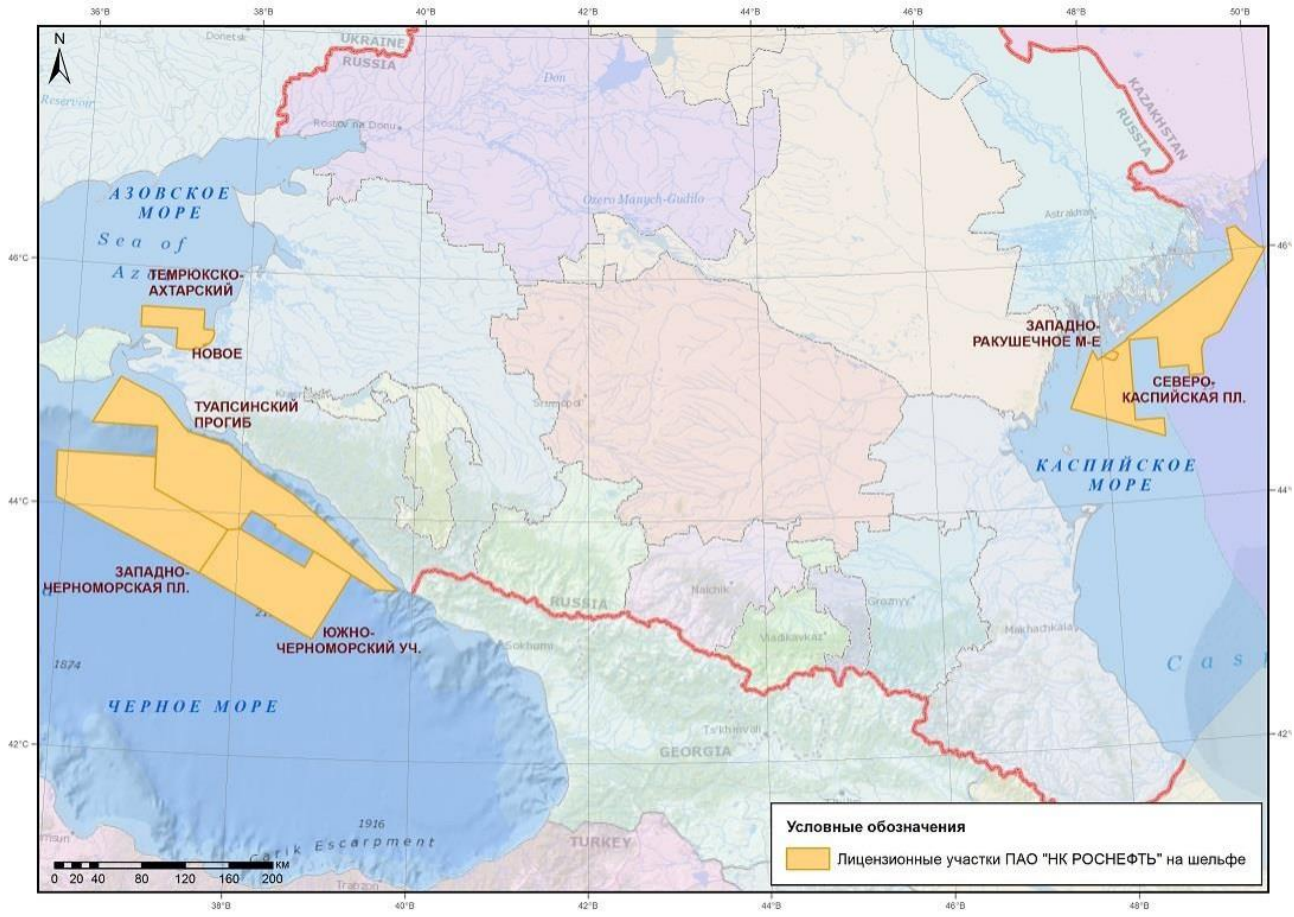
На этапе разработки на шельфе Азовского моря находится месторождение Новое.

«Месторождение Новое»

По результатам проведенных геологоразведочных работ на Темрюкско-Ахтарском лицензионном участке в Азовском море в 2007 году открыто месторождение Новое с извлекаемыми запасами 2,4 млн. т нефти и 0,9 млрд. куб. м газа. В 2013 году была получена лицензия на разработку месторождения Новое.

Добыча на месторождении начата в сентябре 2016 года. В августе 2020 года в эксплуатацию запущена скважина Новая-2. Накопленная добыча нефти с начала разработки на 01.01.2021 составляет – 108 тыс тонн (в доле Компании – 55 тыс тонн), добыча газа – 108 млн куб. м (в доле Компании – 55 млн куб. м).

Извлекаемые запасы на 01.01.2021г. составляют 2,3 млн т нефти и 0,7 млрд. м3 газа.



Карта лицензионных участков ПАО «НК «Роснефть» в Южном регионе

Занятие №2

Задание:

1. Составьте словарь терминов, относящихся к шельфу и его окраинам со стороны материка и океана. Иллюстрируйте термины рисунками из Интернета.
2. Охарактеризуйте осадки, которые формируются в морских условиях.
3. Охарактеризуйте глубину моря и размеры шельфовой зоны для пассивных и активных шельфов

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ АКВАТОРИЙ

Борисов А.С. - д. геол.-мин. наук, проф., **Плотникова И.Н.** - д. геол.-мин. наук

Глава 1

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ДНА МИРОВОГО ОКЕАНА

Подводные континентальные окраины нашей планеты представляют собой уникальную морфологическую структуру (морфоструктуру) земной поверхности, характеризующуюся значительными размерами и имеющую фундаментальное геологическое значение. Высокий ресурсный и биологический потенциал континентальных окраин сделали их предметом пристального изучения и постоянно возрастающего внимания.

Основная часть площади дна мирового океана (73,8%) располагается на глубинах от 3000 до 6000 м. В основе выделения морфоструктур дна океана лежат различия в строении и истории развития их земной коры. Участки мирового океана, прилегающие к материкам, представляют собой подводную окраину материков и характеризуются материковым типом земной коры. По особенностям рельефа океанического дна в пределах данных участков выделяются ***шельф, материковый склон и материковое подножие***. За подножием следует ложе океана или ложе котловин краевых морей (если подводная окраина материка обрамляется зоной островных дуг).

Шельф - прибрежная донная равнина с небольшими глубинами, в сущности, продолжение окраинных равнин суши. Большая часть шельфа имеет платформенную структуру. На шельфе нередки остаточные (реликтовые) формы рельефа надводного происхождения, а также реликтовые речные, ледниковые отложения. Это означает, что при регрессии моря в четвертичный период обширные пространства шельфа превращались в сушу. Обычно шельф заканчивается на глубинах 100–200 м, а иногда и на

больших, довольно резким перегибом, так называемой ***бровкой шельфа***. Ниже этой бровки в сторону океана простирается материковый склон - более узкая, чем шельф, зона океанического или морского дна с уклоном поверхности в несколько градусов. Нередко материковый склон имеет вид уступа или серии уступов с крутизной от 10 до нескольких десятков градусов.

Средняя глубина внешнего края (бровки) шельфа, отделяющего его от материкового склона, составляет около 130 м. У берегов, подвергавшихся оледенению, на шельфе часто отмечаются ложбины (троги) и впадины. Выработанные ледниками троги часто тянутся поперек всего шельфа; местами вдоль них располагаются исключительно богатые рыбой отмели. Шельфы у берегов, где оледенения не было, имеют более однообразное строение, однако и на них часто встречаются песчаные или даже скальные гряды, возвышающиеся над общим уровнем. В ледниковую эпоху, когда уровень океана понизился вследствие того, что огромные массы воды аккумулировались на суше в виде ледниковых покровов, во многих местах нынешнего шельфа образовались речные дельты.

Говоря о материковом склоне, необходимо отметить следующие особенности: во-первых, он обычно образует четкую и хорошо выраженную границу с шельфом; во-вторых, почти всегда его пересекают глубокие подводные каньоны. Средний угол наклона на материковом склоне составляет 4□, но встречаются и более крутые, иногда почти вертикальные участки.

Для ложа океана характерна сравнительно тонкая кора океанического типа, состоящая из трёх слоев: верхнего слоя рыхлых осадков - «первого сейсмического слоя», второго – «надбазальтового» и нижнего — «базальтового». Рельеф ложа представляет собой сочетание плоских аккумулятивных (абиссальных) равнин и расчленённых холмистых поверхностей, которым свойственен вулканический рельеф. Здесь также развиты цепи гор и отдельные вулканические горы, широкие сводовые и блоковые поднятия. Самый распространенный тип рельефа океанических котловин - рельеф абиссальных холмов. Так называются бесчисленные возвышенности высотой от 50 до 500 м, с диаметром основания от нескольких сотен метров до десятка километров, почти сплошь покрывающие дно котловин. Кроме того, на дне океана известно более 10 тыс. подводных горных вершин. Некоторые подводные горы с уплощенными вершинами называют гайотами. Полагают, что некогда эти пики вздымались над уровнем океана, пока их вершины не были постепенно срезаны волнами.

Глубины в пределах океанического ложа варьируют от 2000—4000 до 11000 м. Отрицательные формы ложа представлены узкими желобами, которые приурочены к гигантским разломам и прогибам земной коры.

Подводные окраины материков в тектоническом отношении представляют собой части материковых платформ, покрытые морской водой. Они характеризуются относительно спокойным тектоническим режимом, при котором преобладают медленные отрицательные движения земной коры.

Подводные окраины характеризуются изометрическими очертаниями геофизических полей и слабыми положительными аномалиями силы тяжести. У внешнего края шельфа и материкового склона часто отмечаются линейные положительные магнитные и гравитационные аномалии. Переходная зона представляет собой область высоких скоростей вертикальных движений земной коры, которая имеет сложный рисунок геофизических полей с резкой дифференциацией. Примечательно, что глубоководным желобам обычно свойственны резко выраженные отрицательные, а котловинам окраинных морей — значительные положительные аномалии силы тяжести. Срединно-океанические хребты характеризуются чередованием линейно-вытянутых положительных и отрицательных магнитных аномалий и, как и переходная зона, являются областями высокой сейсмичности, вулканизма и горообразования.

Ложе океана отличается довольно широким распространением особого типа вулканизма, разломной тектоники, слабой сейсмичностью и медленными отрицательными движениями земной коры регионального характера. Геофизические поля в пределах ложа большей частью имеют изометрические очертания, преобладают положительные аномалии силы тяжести.

Долгое время наши знания о геологическом возрасте, вещественном составе и истории формирования осадочного чехла океана ограничивались данными о самых верхних горизонтах слоя рыхлых осадков («первого сейсмического слоя»). Начиная с 1968 в результате систематического глубоководного бурения дна океанов и морей удалось достигнуть вулканических пород «надбазальтового» слоя океанической коры. В итоге, на основе геологических исследований и сейсмического зондирования было установлено, что мощность осадков океанического дна меняется от 2000—3000 и более метров вблизи материков до первых десятков и даже до нуля метров на гребнях срединных океанических хребтов, крутых склонах поднятий и уступах материкового склона.

Донные осадки океана подразделяются на терригенные, биогенные (известковые, кремнистые), вулканогенные и осадки смешанного происхождения (полигенные), к которым относятся глубоководные красные глины.

Терригенные осадки приурочены преимущественно к подводным окраинам материков, к периферии ложа океана, а также к глубоководным желобам. Для них характерно распространение отложений мутьевых потоков — турбидитов, а также обогащённость органическим веществом. Разложение органического вещества создает восстановительную обстановку среды, что обусловливает серую окраску осадков.

Известковые осадки наиболее распространены в тёплых и умеренных зонах океана. В пределах океанического ложа они представлены фораминиферовыми и кокколитово-фораминиферовыми отложениями, а на мелководьях — ракушечными и коралловыми отложениями. На глубинах более 4500—5000 м известковые осадки отсутствуют (вследствие растворения $CaCO_3$), а доминирующую роль приобретают кремнистые осадки (радиоляриевые и диатомовые).

Красная глубоководная глина отлагается в зонах глубоководных (4500—5000 и более метров) котловин с низкой биологической продуктивностью. В областях океана, примыкающих к зонам активного вулканизма, формируются вулканические осадки.

В условиях современного океана наибольшие площади дна занимают карбонатные осадки (около 150 млн км^2), глубоководные красные глины (свыше 110 млн км^2) и кремнистые илы (около 60 млн км^2).

Основное формирование современного шельфа Мирового океана происходило в течение новейшего времени - в позднечетвертичный период (поздний плейстоцен), начавшийся примерно 125 млн лет назад. Процесс формирования происходил в несколько этапов, связанных с крупными оледенениями. Шельфы этого времени представляют собой сочетание деформированных волнами абразионных и аккумулятивных террас, возникших под влиянием седиментационных процессов.

Пассивные шельфы Северного Ледовитого и Атлантического океанов характеризуются мощным слоем осадков (до 10–12 км), выровненным рельефом поверхности, максимальной шириной (300 км и более), глубоким залеганием бровки шельфа (400–600 м). Они бывают часто нарушены подводными каньонами, связанными с долинами крупных рек.

Шельфы ***активных континентальных окраин*** относятся к тихоокеанскому типу, так как большая их часть связана с зонами столкновения и поглощения литосферных

плит у побережья Тихого океана. Такие шельфы характеризуются небольшой шириной, сложным рельефом, небольшим слоем рыхлых и очень разнородных по составу осадков.

Занятие №3

Задание:

1. **Составьте словарь терминов. Иллюстрируйте термины рисунками из Интернета.**
2. **Опишите назначение и характеристики судов.**

Суда для сейсморазведочных работ

На начальном этапе ведения морских сейсморазведочных работ (в мире до 1960 г., в ***СССР*** до 1980 г.) в качестве судов для сейсморазведочных работ применялись различные переоборудованные суда из числа рыболовецких траулеров, пассажирских судов и судов другого назначения. По мере становления морской сейсморазведки стало очевидным, что для эффективного ведения таких работ необходимо проектировать и строить *специализированные сейсморазведочные суда* (***seismic survey vessel***). Второй этап развития морской сейсморазведки ознаменовался постройкой большого числа специализированных судов, на которых и выполняется в настоящее время основной объем работ. Эти суда были предназначены для работы по технологии *2D* и могли буксировать одну, редко две – четыре сейсмические косы. К середине 90-х годов стало ясно, что дальнейшие успехи применения сейсмической разведки в нефтяной геологии следует связывать с работами по более сложным технологиям *3D* и *3D/4C*. При этом немедленно выяснилось, что ранее построенные сейсморазведочные суда второго поколения не могут обеспечить эффективного ведения работ по этим технологиям. Возникла необходимость либо в переоборудовании существующих судов, либо в проектировании и строительстве новых. В настоящее время в ряде крупных геофизических компаний уже появились суда нового - *третьего поколения,* специально предназначенные для работы по новейшим технологиям *3D* и *3D/4C*.

На шельфах морей для производства сейсморазведочных работ в настоящее время используются специализированные суда, оснащенные современными средствами регистрации, сбора, хранения , обработки и привязки геолого-геофизических данных. Они подразделяются на следующие шесть типов:

- суда, ориентированные на выполнение работ методом сейсмоакустического профилирования высокого разрешения для изучения верхней части тонкослоистых геологических сред на глубинах воды до 1000-1200м;

- суда, способные проводить только стандартную двумерную профильную съемку 2D;

- суда, способные выполнять как профильные работы 2D, так и трехмерные сейсморазведочные работы с количеством плавающих приемных устройств менее шести (мини суда 3D);

-суда, осуществляющие полномасштабные трехмерные работы 3D с восьмью и более сейсмическими косами;

- суда, предназначенные для проведения сейсмического мониторинга по методике 4D с плавающими косами;

- суда, способные выполнять четырехкомпонентную сейсморазведку 4С с помощью донных станций или донных кос.

Российские компании, занимающиеся сейсморазвкой, имеют в настоящее время в общей сложности всего девять судов, способных выполнять работы 2D (и мини 3D), средний возраст которых превышает 20 лет! В России нет ни одного судна, способного выполнить полномасштабные работы 3D. До 2009 года на судостроительных верфях России не было заложено ни одного такого судна, что означает, что в ближайшие 3 года пополнение сейсморазведочного флота не ожидается. Вместе с тем следует отметить, что судостроители России могут выполнять такие работы достаточно качественно. Так на Амурском судостроительном заводе (г. Комсомольск на Амуре) в 2004-2007 годах было успешно осуществлено строительство для индийской компании ONGC полномасштабного сейсморазведочного судна для работ по технологии 3D.

Сейсмические исследовательские суда 2 - 6 типов (суда для собственно сейсморазведочных работ) должны удовлетворять по минимуму следующему ряду требований:

- удобное размещение комплекса сейсморазведочной аппаратуры и оборудования;

- достаточно комфортное размещение 12-25 членов исследовательской команды;

- обеспечивать относительно низкую сейсмоакустическую шумность буксировки сейсмических кос в рабочем диапазоне скоростей 5 - 8 узлов (9 - 15 км/ч).

- иметь специальное радионавигационное оборудование для уверенного ведения судна по запроектированной системе сейсмических профилей;

- обладать достаточной автономностью плавания (30 - 60 суток).

Для размещения регистрирующей и обрабатывающей аппаратуры, как правило, необходима рубка - лаборатория площадью не менее 20 - 25 кв. м в наиболее комфортной части судна. В машинном отделении необходимо размещение не менее двух специальных воздушных компрессоров высокого давления. Процесс смоткии размотки сейсмических кос требует установки на корме судна в полузакрытом помещении

специальных барабанов с электроприводом и емкостью размещаемых кос объемом до 10 - 15 м^3.

Экипаж научно-исследовательской команды состоит из нескольких операторов и их помощников, рабочих сейсмической косы, специалистов по обслуживанию пневматических источников, радиогеодезистов и, возможно, геофизиков - обработчиков получаемой сейсмической информации. Это в общей сложности может составлять 15 и более человек.

Специфика морских исследований такова, что скорость буксировки сейсмических кос не может быть как *очень малой* (менее 8 - 9 км/ч), так и *очень большой* (более 14 - 16 км/ч). Низкая скорость буксировки не позволяет гарантированно удерживать сейсмические косы в горизонтальном и прямолинейном виде. Высокая скорость буксировки создает излишне высокие *акустические шумы*, что сильно ухудшает соотношение интенсивности полезного сигнала и помех. Кроме этого, весьма важно, чтобы шумы самого судна (шумы двигателя) были бы также достаточно малыми. Это достигается либо через применение дизель-электрического привода на винт, либо использованием движущего винта с регулируемым шагом.

При выходе судна на запланированный объект работ его вождение по системе запроектированных профилей осуществляют специалисты - радиогеодезисты из геофизической рубки с применением специальных технических средств. Штатные судоводители - штурманы лишь выполняют их команды. И только в случае возникновения нештатных ситуаций управление судном немедленно переходит к вахтенному штурману.

Для выполнения сейсмических работ вдали от портов необходимо, чтобы экипаж НИС имел возможность длительной непрерывной работы в море. Это возможно при условии, что судно обладает всеми необходимыми ресурсами для такой работы (запас топлива, пресной воды, основных запчастей и расходных материалов и т. п.

В качестве общей информации о типичном геофизическом судне второго поколения приведем (www.smnggeophysics.com, 2005) основные технические характеристики ***НИС "Академик Лазарев"*** (**рис.7**), принадлежащего российской компании "***Севморнефтегеофизика"*** (***г. Мурманск***).

Научно-исследовательские суда *третьего поколения* по своим техническим характеристикам весьма существенно отличаются от судов второго поколения. Главное принципиальное отличие – техническая возможность одновременной буксировки большого (6–12) числа забортных приемных устройств (кос) и нескольких линий (2–4) источников колебаний. Эти возможности реализуются благодаря наличию у судна

специальной уширенной кормы, использованию специальной техники и технологии разведения буксируемых кос в плане. Для реализации этих возможностей потребовалось создание научно- исследовательских судов принципиально нового типа. Головным судном этого проекта стало ***НИС*** "***Ramform***" (**рис.8**). Основные технические характеристики судов этого типа приведены ниже. Сравнительное представление о размерах ***НИС*** второго и третьего поколений можно получить по данным **рис.9**, где приведены в одинаковом масштабе их плановые контуры.

Занятие №4

Задание по теме «Морские стримеры»

1. Прочитайте статью из файла Saratov Sentinel et Nautilus, раздел «Твердотельные буксируемые косы» и ответьте на вопросы:

a. Как устроена твердотельная коса?

b. Каковы основные преимущества твердотельных кос?

c. Почему твердотельные косы менее чувствительны к вибрациям?

d. Как в твердотельных стримерах решена проблема снижения гидродинамического шума?

e. Для чего предназначена методика BROADSEIS, применяемая с применением твердотельных кос?

2. Составьте таблицу с параметрами стримеров Sentinel (SD, RD, HD, MD). Включите в таблицу следующие позиции:

- особенности стримера
- назначение (виды сейсморазведочных работ)
- диаметр стримера
- длина секций
- количество каналов в секции
- тип сейсмоприемников
- максимальная рабочая глубина буксировки
- максимальная длина стримера

Источники информации:

f. Sercel-solidstreamer (устройство),

g. Seal428_brochure_Sercel_EN (стр. 7-9 назначение),

h. Seal428_specifications_Sercel_EN (стр. 4-7 технические параметры)

Занятие №5

Задание на тему « Применение пневматических источников в морской сейсморазведке» Прочитайте текст стр. 7-11 из файла «Semenov_menod_posobie_po_ocenke» (папка лекция 6) и составьте либо краткую характеристику сейсмических пневматических источников (1 стр.) в виде тезисов, либо презентацию из нескольких слайдов с пояснениями к ним в виде заметок.

ИСТОЧНИКИ ДЛЯ МОРСКОЙ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

На акватории морей и океанов сейсморазведочные работы проводятся с импульсными невзрывными источниками. С 1970-х годов на сегодняшний день самой популярной является пневматический источник, который можно описать как камеру со сжатым воздухом, который быстро выпускается в окружающую воду для создания акустического импульса и оказывает лишь незначительное влияние на морскую флору и фауну Используемый источником сжатый воздух дешев и легкодоступен.

Пневматический источник в специальной литературе называют воздушной пушкой (в англ. яз. air-gun). Воздушные пушки способны возбуждать колебания в широкой полосе частот. Создаваемый ими акустический сигнал состоит из нескольких импульсов избыточного давления и разрежения. Эти импульсы предсказуемы, повторяемы и управляемы.

Акустические единицы измерения

Амплитуды возбуждаемых импульсов давления принято приводить к расстоянию в 1 м от источника. Единицами измерения служат МПа-м, бар-м (10 бар= 1 МПа). У большинства модификаций пневматических источников максимальное значение давления на расстоянии 1 м составляет 0,1–0,5 МПа. Например, 0,1 МПа-м означает, что для одиночного источника гидрофон на расстоянии 50 м обнаружил бы давление 0,002 МПа. Чувствительность гидрофонов к звуковому давлению измеряется в микропаскалях (мкПа) или микробарах (мкбар). Один мкбар соответствует 10^{11} МПа.

При проведении измерений звука акустики используют отношение давлений, масштабируемое в шкалу децибел (дБ). В этом случае уровень звукового давления S по отношению к опорному давлению S_0 определяется по формуле:

$SP\ (дБ) = 20 \log_{10} (S / S_0)$.

Акустические сигналы в ближней зоне пневматического источника

Пульсирующая полость, создаваемая пневматическими источниками, создается в результате выхлопа в воду сжатого воздуха под давлением 10–15 МПа. Энергия, затраченная на выхлоп, зависит от объема пневматической камеры, начального и конечного давлений сжатого воздуха при выхлопе. В зависимости от глубины погружения источника и конструкции пневматического излучателя (соотношения объема и площади выхлопного отверстия, скорости открытия выхлопного отверстия и времени, в течение которого оно остается открытым) газовая полость совершает 5–8 интенсивных колебаний (рис.1).

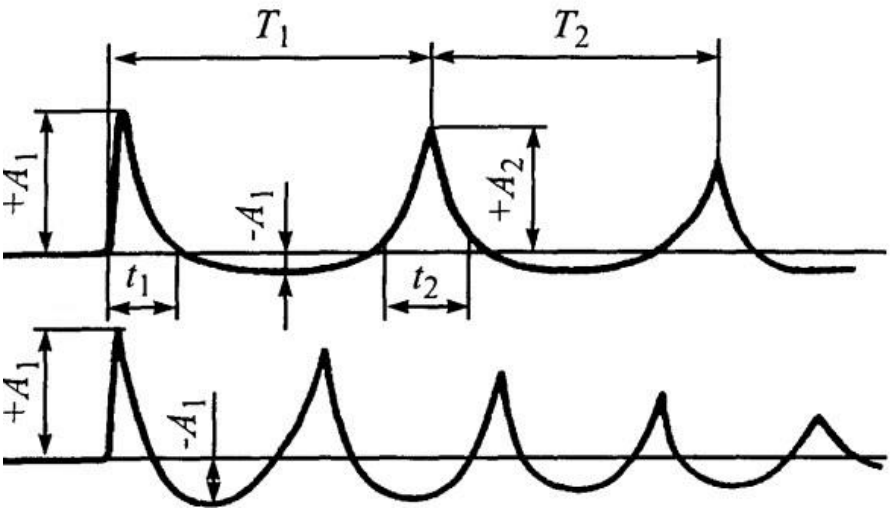


Рис. 1 Акустические сигналы в воде в ближней зоне пневматического источника при выхлопе сжатого воздуха: T_1 и T_2 - периоды пульсации; +A1+A2, -A1, - амплитуды импульсов сжатия и разряжения; и, t_1 и t_2 — длительность импульсов сжатия

По мере удаления от источника форма акустического сигнала меняется незначительно при этом давление в импульсе уменьшается обратно пропорционально расстоянию. Период первой пульсации зависит от энергии выхлопа и глубины погружения источника.

Возможность группирование воздушных пушек

Погрешность синхронизации момента выхлопа у пневматических источников обычно не более +0,001 с, в связи с этим имеется возможность накопления воздействий и группирования достаточно большого количества источников (до 50 штук и более).

Энергия, излучаемая группой воздушных пушек, преимущественно направлена вертикально вниз. Широкая полоса частот от группы пушек формирует импульс с размахом амплитуды в диапазоне 1.4–2.8 МПа-м, что соответствует 243–249 *дБ относительно 1 мкПа-м* вертикально вниз. Уровни амплитуды, излучаемые по горизонтали, как правило, на 15–24 дБ ниже.

Основное внимание при групповом возбуждении уделяется «дальнему полю», создаваемому вертикальным движением вниз волнового поля от группы пневматических пушек, поскольку оно обеспечивает количественную меру силы сейсмической волны группы.

Колебания пузыря

Когда сжатый воздух внезапно попадает в воду, образуется колеблющийся пузырь. *Первоначально давление внутри пузыря значительно превышает гидростатическое (внешнее) давление. Затем воздушный пузырь расширяется за пределы точки, в которой внутреннее и гидростатическое давление равны. Когда расширение прекращается, внутреннее давление пузыря становится ниже гидростатического давления, пузырь схлопывается. Коллапс пузыря выходит за пределы положения равновесия, и цикл расширения начинается снова. Пузырь продолжает колебаться с периодом от десятков до сотен миллисекунд.*

Колебания останавливаются из-за сил трения, а плавучесть пузыря заставляет его разбивать поверхность моря. Если бы можно было остановить это циклическое движение сразу после первого расширения пузыря, воздушная пушка создала бы идеальный сигнал, близкий к одиночному хлопку. Однако из-за циклического движения пузыря сигнал от пневматической пушки далек от идеального.

Преобладающая частота колебаний пузыря уменьшается:

- с увеличением объема пушки,
- с увеличением давления в пушке,
- с уменьшением глубины погружения источника.

Маленькие пушки излучают более высокие частоты, а большие пушки - более низкие. Поскольку геофизику нужен широкий диапазон частот, то для возбуждения применяют сочетание пушек разного калибра.

Призрак источника

Импульс от воздушной пушки одновременно распространяется от нее вниз и вверх. Импульс ушедший вверх (рис. 2), отразившись от поверхности моря, присоединяется к нижнему импульсу давления. Этот задержанный во времени импульс, отраженный от поверхности моря, называется ***призраком источника***. С точки зрения обработки данных морской сейсморазведки, паразитный источник считается неотъемлемой характеристикой волнового поля источника и поэтому включается в понятие сигнатуры давления источника.



Рис.2 Воздушный пузырь из пушки 600 in^3 на глубине 3 м. Выхлоп воздуха создает ударную волну с крутым фронтом, которая наблюдается в виде ряби на поверхности моря (кадры 1 и 2), прежде чем пузырь вырвется на поверхность (кадры 3 и 4)

Влияние фантомного сигнала источника на частотную составляющую сигнатуры источника существенно. Следовательно, наряду с размерами пушки, глубина погружения пушки, от которой зависит характер интерференции призрака источника с нисходящим сигналом, является важным параметром при планировании параметров источника.

Призрак источника отрицательно влияет на широкополосный спектр. На рисунке 3 показано изменение формы сигнала за счет его интерференции с сигналом, отраженным от поверхности моря («призраком»).

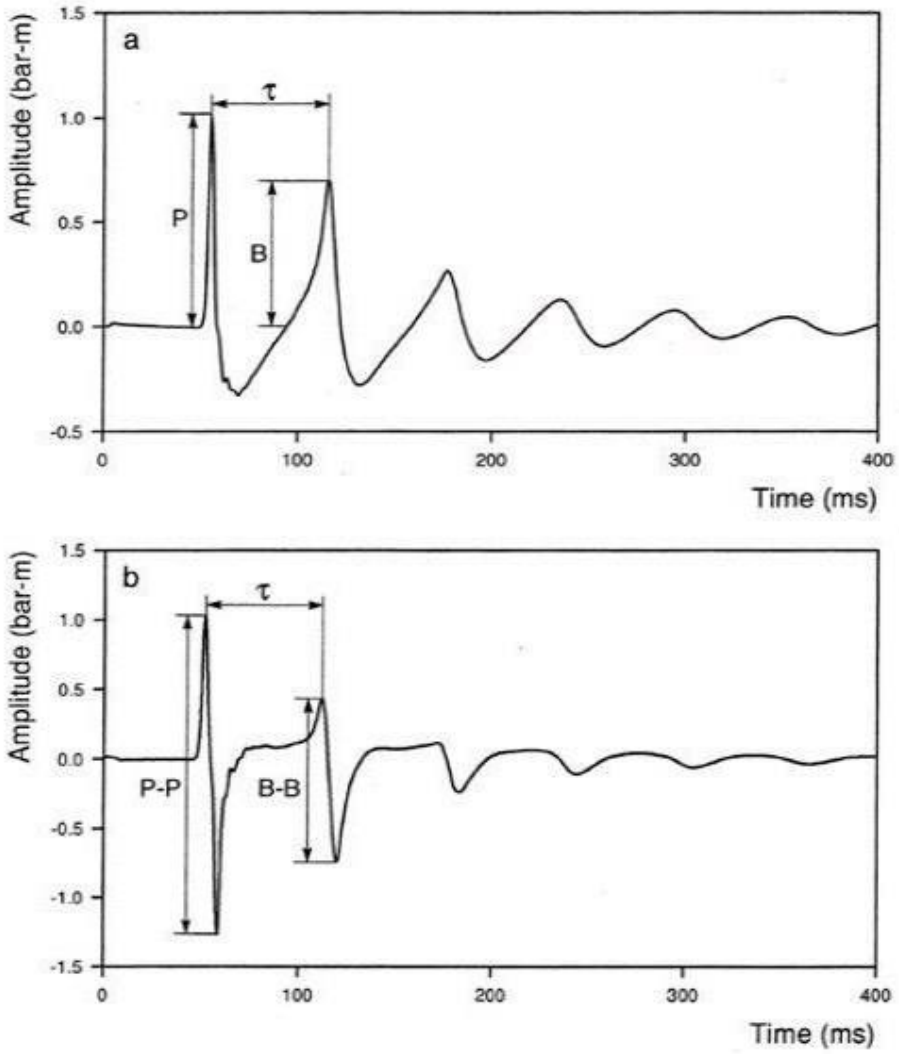


Рис.3 Изменение давления звукового импульса одиночной пневматической пушки 40 куб. дюймов (0,65 литра)

График ближнего поля (верхняя кривая) показывает измерение выпущенного воздуха, создающего круто фронтальную ударную волну, за которой следуют несколько колебаний, возникающих в результате повторного схлопывания и расширения воздушного пузыря. При этом уровни сигнала прямой волны P и первого пузыря B (ближняя зона), а отношение пика прямой волны к уровню пузыря в ближней зоне PBR = P/B.

Форма сигнала дальнего поля (нижняя кривая) показывает влияние, которое призрак источника оказывает на изменение сигнала давления ближнего поля. Размах амплитуды PP (расстояние между положительным пиком основного и отрицательным пиком фантома) составляет 2,3 бар-м. Отношение пика к пузырю в дальней зоне составляет PBR = PP/BB = 1,9. Период пузыря равен tau = 60 мс (Langhammer 1994).

Сигнатура давления воздушной пушки

Импульс давления, который излучается одиночной пневматической пушкой в вертикальном направлении, называется ***сигнатурой давления***.

«Сигнатура» пневматической пушки, регистрируемая гидрофоном, имеет три составляющие:

- прямой сигнал, возникающий при работе пушки;

- сигнал, отраженный от поверхности моря - источник-призрак;

- импульс пузыря, вызванный циклом расширения-схлопывания пузыря воздуха.

Сигнатура характеризуется двумя параметрами: размахом основного импульса (PP), или «силой», полезной частью сигнала и периодом пузыря. Эти параметры зависят от размера пневматической пушки, начального давления выхлопа и глубины погружения источника.

Двумя важными параметрами сигнатуры пневматических пушек являются ее максимальная амплитуда (PP) и отношение первичного сигнала к последующему пузырю (PBR). PBR должен быть как можно более высоким, чтобы сигнатура пневматических пушек была близка к идеальному импульсу. Чтобы определить силу PP массива, его сигнатуру измеряют на расстоянии от источника, известном как точка дальнего поля, точка, где выходные сигналы отдельных пушек конструктивно интерферируют, обычно на расстоянии 250–300 м под ними. Эта сигнатура дальнего поля затем используется для определения номинального уровня точечного источника на расстоянии 1 м путем умножения сигнатуры на радиальное расстояние от этой точки до гидрофона. Этот номинальный уровень точечного источника является теоретическим уровнем звукового давления. Из-за частичной деструктивной интерференции между сигналами отдельных пушек в группе фактический уровень в 10 раз (на 20 дБ) ниже номинального уровня. Сила PP, связанная с этим номинальным уровнем источника, определяется как разница в абсолютной амплитуде между пиками первичного и фантомного вступлений.

Важно помнить, что характеристики мощности PP и PBR во временной области сильно зависят от полосы частот массива. Когда высокие частоты обрезаются, сила PP и отношение PBR уменьшаются.

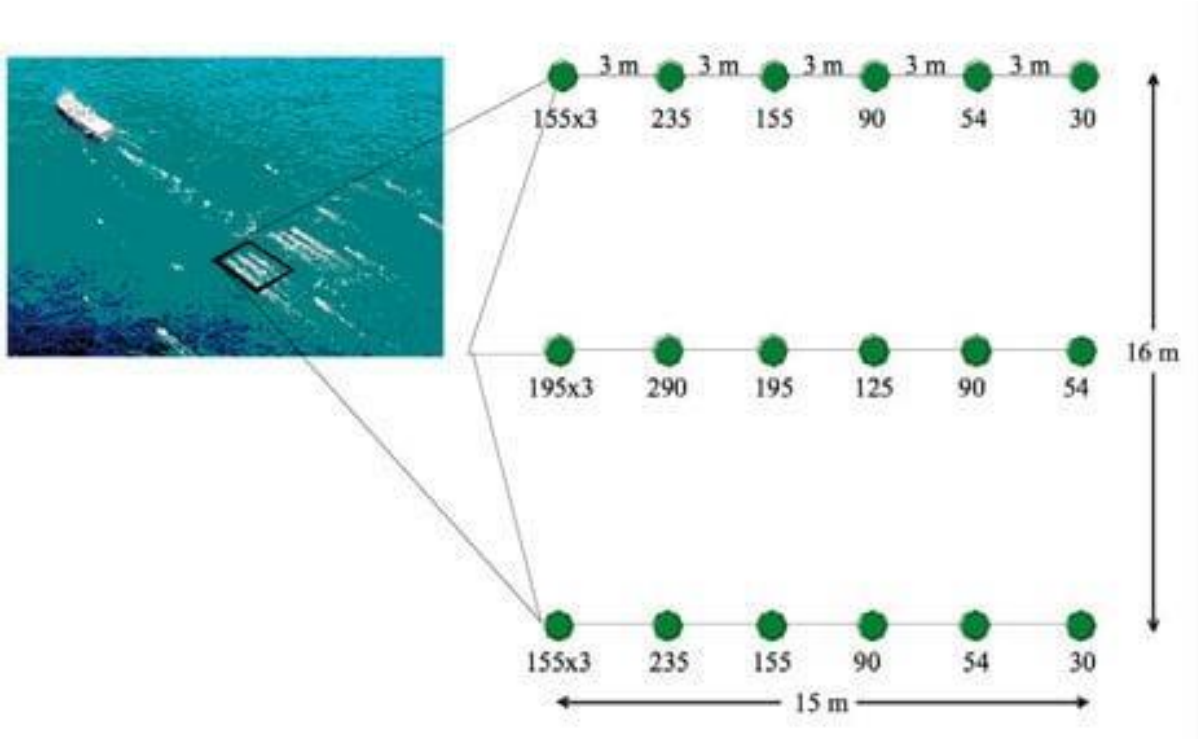


Рис.4 Сейсмическое судно, буксирующее две установки пневматических пушек на глубине 6 метров. Один массив, состоит из трех рядов по 6 пушек, изображен в виде плана. Его размеры 15 м х 16 м (линейный х поперечный). Цифры - это объемы пушек в куб. дюймах. Общий объем составляет 3 397 куб. дюймов

Есть несколько причин для размещения пневматических пушек в рядах (рис. 4). Первая - увеличить мощность источника. Основная идея состоит в том, что массив из n одиночных источников производит в n раз больше мощности, чем одиночный источник. Вторая - минимизировать PBR путем настройки массива таким образом, что пушки с разными объемами будут иметь разные периоды пузырьков, что приведет к конструктивному суммированию первого (основного) пика и деструктивному суммированию амплитуд последующих пузырей.

Движение пузыря

Физика пузырей воздуха из морских пушек очень сложна. Температура внутри пузыря может упасть до минус ста градусов по Цельсию, что приведет к образованию кристаллов льда. Также есть свидетельства того, что пузырь состоит из нескольких маленьких пузырей, а не из одного большого (рис.5).

Тем не менее, в первом приближении параметры, которые определяют период осцилляции пузырей, относительно просты:

$$T = C1\ P^{1/3} V^{1/3} / P0^{5/6},$$

здесь P и V - начальное внутреннее давление (давление срабатывания) и объем воздуха до его выпуска, а P0 - гидростатическое давление, C1 - константа, которая зависит от параметров пневматической пушки.

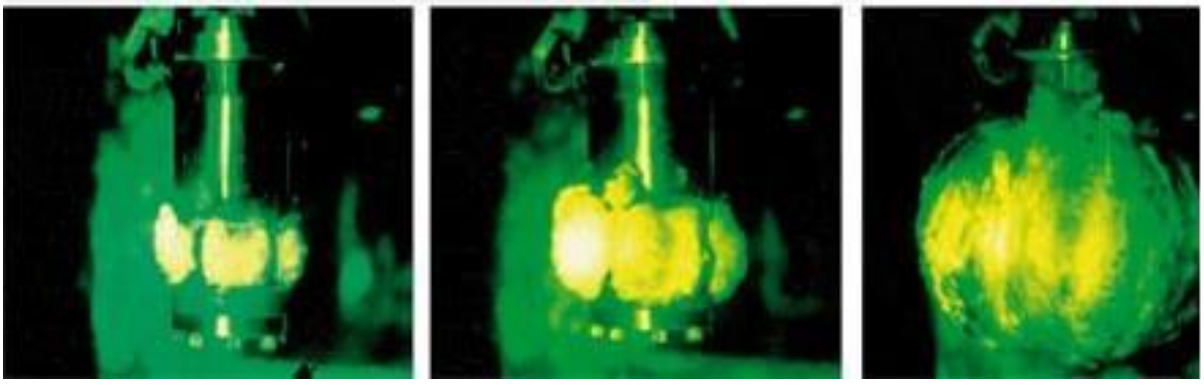


Рис.5 Изображения пузырей воздуха через 1 мс, 1,5 мс и 7 мс после выстрела из небольшой пневматической пушки в резервуаре

Преобладающая частота движения пузыря, f = 1/T, уменьшается с увеличением объема пушки, или с увеличением давления в пушке, или с уменьшением гидростатического давления (то есть при уменьшении глубины погружения источника).

Способы подавления пульсаций пузыря

При применении воздушных пушек в качестве полезного сигнала используют первый импульс давления, в связи с этим необходимо принимать специальные меры по подавлению пульсаций пузыря, чтобы обеспечить высокую разрешающую способность сейсморазведки. Особенностью пневматических источников является относительная стабильность пульсаций и высокий КПД, что позволяет сосредоточить энергию сигнала в достаточно узком диапазоне частот. С учетом сигнатуры давления, создаваемой воздушными пушками, применяют следующие два направления подавления пульсаций.

Первое направление заключается в искусственном повышении давления в газовой полости в момент се максимального расширения. Выравнивание давления относительно гидростатического после повторного расширения полости устраняет причину пульсации и может достигаться повторным выхлопом или задержкой истечения сжатого воздуха. Удовлетворительная степень подавления пульсации достигается при равенстве энергий основного и вспомогательного выхлопов, если последний производится в момент, близкий к середине периода первой пульсации.

Второе направление связано с накоплением сигналов с разными периодами пульсации при постепенном изменении энергии воздействия или группирование источников с разными периодами пульсации. При группировании пневмоисточников с целью подавления пульсации используется набор пневмокамер разного объема.

Синхронное сложение первых импульсов давления, излучаемых при выхлопе сжатого воздуха, и несинхронное последующих, излучаемых при пульсациях, уже при группировании 6 источников обеспечивает при соответствующем шаге изменения объемов пневмокамер в одной группе 8-кратное превышение амплитуды первого импульса давления над последующими (рис.6).

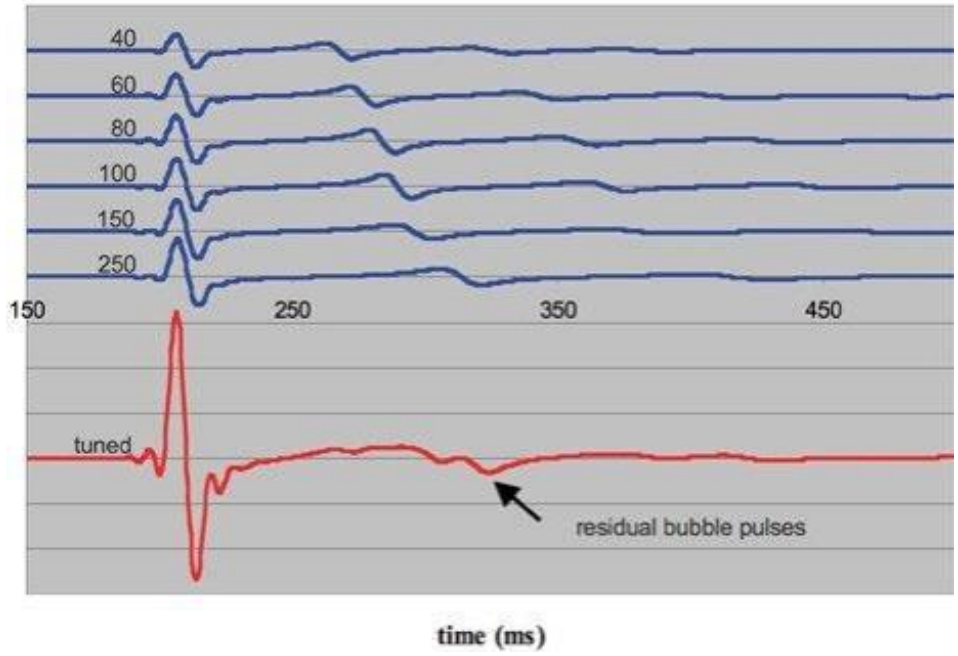


Рис.6 Сигнатуры давления в дальнем поле разнокалиберных пневматических пушек (синие кривые), стреляющих одновременно, и суммарный импульс (красная кривая) PBR = 8,6

Частичное подавление пульсации возможно за счет группирования пневмокамер одинакового объема, размещенных на близком расстоянии друг от друга (рис.7), в этом случае газовые полости сливаются в общую пульсирующую полость, геометрическая форма которой существенно отличается от сферической. Например, линейное группирование четырех пневмокамер равного объема при шаге между смежными камерами 1,0–1,5 максимального диаметра газовой полости одиночной камеры обеспечивает 3–4-кратное превышение амплитуды первого импульса над последующими.



Рис. 7 Одиночная воздушная пушка (слева) и кластер из 3 одинаковых пушек

Степень подавления пульсаций зависит от глубины погружения группы источников (рис.8), что связано с увеличением радиуса полости при уменьшении глубины погружения.

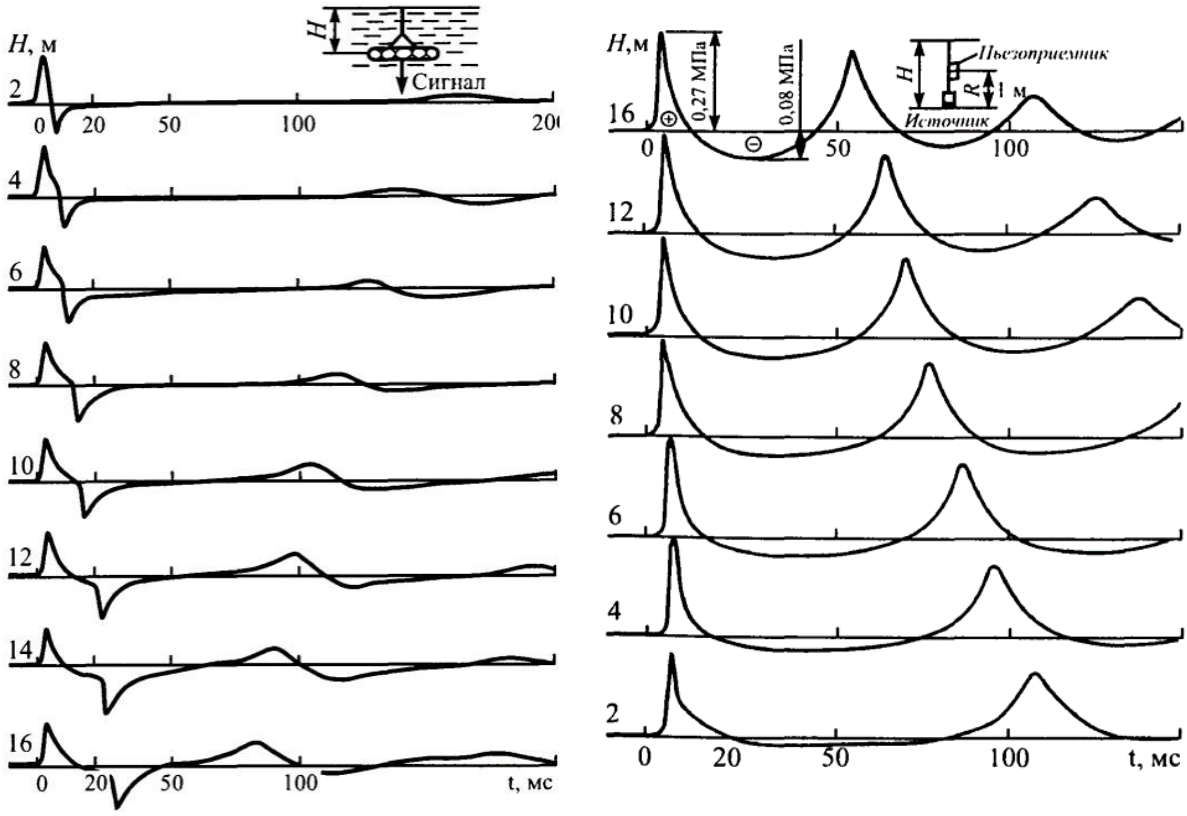


Рис.8 Акустические сигналы от линейной группы из 6 воздушных пушек при разных глубинах погружения H, м: слева – в дальней зоне, справа – в ближней зоне

Спектральные характеристики сейсмического сигнала в водном слое

Положение морского источника относительно поверхности воды и дна моря от оказывает влияние на формирование сейсмического сигнала. При достаточно большой глубине водоема сейсмический сигнал, распространяющийся вертикально вниз, состоит из цуга волн, возбуждаемых непосредственно источником, и волн, отраженных от поверхности воды и дна. Глубина погружения источника оказывает значительное

влияние на спектральный состав возбуждаемых волн. При необходимости сосредоточения энергии сигнала в диапазоне частот *f1-f2* глубина погружения источника *H* должна определяться соотношением:

$H = V_в/(2\,(f1-f2))$, где $V_в$ — скорость распространения волн в воде.

Приведенное соотношение относится к случаю, когда глубина водоема велика, и отражение от дна практически не оказывает влияния на формирование сейсмического сигнала. При малой глубине водоема сигнал состоит из многократно отраженных волн от дна и поверхности водоема, что приводит к усложнению формы возбуждаемых колебаний.

Если глубина водоема достаточно велика, первый максимум спектральной плотности импульса будет располагаться на частоте: $f1 = V_в/(4H) = 1/(2\tau)$, где τ - время задержки отраженной волны, равное $2H/V_в$.

Если глубина водоема невелика, и сейсмический сигнал формируется в тонком водном слое, положение первого максимума смещается от частоты *f1* к частоте $f2 = V_в/(4h)$, где h — глубина водоема. Поскольку $h >> H$, то смещение первого максимума направлено в сторону низких частот. При регистрации сейсмических колебаний в диапазоне частот 5–10 Гц влияние дна водоема сказывается, начиная с глубины 100 м.

Занятие №6

Задание по сейсмическому морскому комплексу с буксируемыми косами

1. Ознакомьтесь с брошюрами и спецификациями из папки «Морские комплексы». Посмотрите видео о системе Nautilus с сайта Sercel. Опираясь на текст в учебнике 2011 «Сейсморазведка», том 1, Бондарев В. И., Крылатков С.М. Стр.337 (базовая) и стр.333-336 (вспомогательные) **, сделайте описание на русском языке системы Seal428. Объем не более 5 страниц, включая иллюстрации. Можно использовать дополнительный материал по этой теме.
2. Практическое задание: составьте комплектацию сейсмического комплекса Seal428 для 16 буксируемых кос и устройство одного стримера. (Примеры комплектации из источников положены в папку с брошюрами)

** Текст и рисунки к нему в усеченном варианте представлены в папке “Бондарев”

Морские сейсмические косы

Морские сейсмические косы предназначены для приема сейсмических колебаний регистрирующей аппаратурой, расположенной на геофизическом судне. По специфике использования они подразделяются на два типа - плавучие буксируемые и донные (Evans, 1997; Телегин, 2004). В зависимости от структуры и глубины преобразования сейсмических сигналов в косе они также подразделяются на аналоговые и цифровые. В аналоговых косах сейсмический сигнал от каждого канала передается на борт судна и оцифровывается в сейсморазведочной станции. Оцифровка сейсмических сигналов в цифровых косах осуществляется для нескольких соседних каналов непосредственно в сейсмической косе. По существу, цифровые сейсмические косы — это морской аналог совокупности полевых сейсморегистрирующих модулей телеметрической системы сбора информации. В настоящее время на большинстве геофизических судов используются цифровые сейсмические косы. Общая структура морской плавучей сейсмической косы показана на **рис.10**.

Коса состоит из совокупности рабочих секций, каждая из которых изготавливается из поливинилхлоридного шланга диаметром 50 - 70 мм с толщиной стенок до 3 мм. Каждая секция начинается и заканчивается специальной муфтой из нержавеющего титанового сплава. В муфтах устанавливаются многоконтактные герметические разъемы, через которые соединяются между собой электрические цепи различных секций. В каждой секции муфты соединены между собой прочным стальным тросом, через который передается усилие буксировки сейсмической косы в толще воды.

Внутри шланга размещаются пьезоприемники, воспринимающие акустическое давление от приходящих сейсмических волн, другие необходимые устройства для регистрации сейсмических сигналов, а также все нужные соединительные провода.

Внутрь шланга через клапаны в соединительных муфтах заливается специальная жидкость, обеспечивающая пьезокосе нейтральную плавучесть в морской воде, надежную электрическую изоляцию всех цепей пьезоприемников и передачу акустического давления из окружающей среды на чувствительные пьезоэлементы. В качестве такой жидкости могут использоваться технический спирт, керосин, дизельное топливо и т. п. Структура и параметры всех рабочих секций одинаковы, что позволяет собирать из отдельных взаимозаменяемых секций сейсмическую косу заданной конфигурации.

Кроме секций с пьезоприемниками (рабочих секций), в состав буксируемой косы обязательно входят бесприборные шланговые и кабельные секции, служащие для удаления приборных секций на заданное расстояние от судна. Для заглубления всей косы на требуемую глубину при ее буксировке за судном применяют короткие грузовые секции, которые совместно с секциями-амортизаторами и концевой секцией образуют систему буксировки. Эта система должна обеспечивать заглубление начальной части косы, ее требуемое удаление от судна и уменьшение акустических помех, вызываемых вибрацией косы в потоке, вибрацией судовых механизмов и шумами кильватерной струи. Бесприборная часть косы может иметь длину 300 - 600 м. Общая длина сейсмической косы может достигать 6 - 10 км (**рис.11**).

При работе морские косы буксируются за судном на глубине 12 - 18 м при скорости до 6 - 7 узлов (11 - 12 км/ч). Стабилизация положения отдельных секций на глубине обеспечивается специальными пассивными или активными стабилизаторами глубины, которые устанавливаются на соединительные муфты и автоматически поддерживают глубину с точностью ±1 м (рис.12). Для более точного определения геометрии косы во время буксировки в косе монтируются специальные датчики глубины и азимута. Кроме того, в конце косы с помощью специальной системы буксируется радар - отражатель, позволяющий с борта судна определять его местоположение. В результате работы всех устройств контроля геометрии косы появляется возможность не только знать, но и учитывать в процессе обработки реальную форму, буксируемой косы и положение ряда ее элементов. Учет этих факторов повышает качество получаемых сейсмических материалов. Особенно важно это при производстве работ по технологии 3D или 4D.

Набортные сейсморазведочные станции

На отечественных морских судах, предназначенных для ведения сейсморазведочных работ на шельфе, используются сейсморегистрирующие станции и забортное оборудование фирмы SYNTRON***, INC,*** перешедшей в состав фирмы ***SERCEL*** (www.sercel.com, 11. 2005). Эти станции носят название ***SYNTRAK-480-24^{TM}***. Они представляют собой ***многолинейные многоканальные телеметрические системы*** - ***Multiple Streamer Telemetry System*** (***MSTS***) - и предназначаются для ведения морских сейсмических исследований на базе профильных и пространственных систем наблюдений. Как и всякая морская сейсмическая регистрирующая система, телеметрическая регистрирующая система ***SYNTRAK-480-24^{TM} состоит*** из:

- ***набортного регистрирующего оборудования***,
- ***сейсмических кос,***
- ***забортного вспомогательного оборудования***.

В состав набортного регистрирующего оборудования входят:

- многолинейный телеметрический процессор (Multiple Streamer Telemetry Processor-MSTP);
- система записи данных (Multiple Streamer Recording System-MSRS);
- системный контроллер (System Controller);
- система контроля качества записи (SeaPro GC);
- устройства оперативного контроля и записи информации.

Многолинейный телеметрический процессор (***Multiple Streamer Telemetry Processor-MSTP)*** - содержит набортный интерфейс связи с сейсмическими косами, посредством которого осуществляется контроль и управление работой от одной до 4 цифровых сейсмических кос. Интерфейсы обеспечивают работу станции в режиме до 960 каналов при шаге квантования в 4 мс, 480 каналов при 2 мс и в режиме до 240 каналов при шаге квантования 0,5 мс. В комплект системы может входить до 4 таких процессоров (**рис.13**), что может обеспечить работу 16 сейсмических кос с общим числом каналов свыше 15000. Принципиальная блок-схема функционирования набортной части системы SYNTRAK-***480-24^{TM}*** показана на рис.**..**

Система записи данных (***Multiple Streamer Recording System-MSRS***) через интерфейс связана с телеметрическим процессором ***(MSTP***) и обеспечивает запись сейсмической информации на три картриджные накопители типа ***3480, 3490E*** или ***3590***. Запись выходной сейсмической информации может осуществляться в различных демультиплексных форматах типа ***SEG-D*** с длиной сейсмического слова в 2,5 байта (8015), 3 байта (8036) или 4 байта (8048, 8058). Работой системы записи оператор управляет через интерфейс рабочей станции, основу которой составляет ПЭВМ с двумя

цветными мониторами размером 14 и 19 дюймов. На 19-дюймовый экран оперативно выводятся сейсмические записи.

Сейсмические косы и забортное вспомогательное оборудование состоит из собственно сейсмических кос и устройств управления спуском, подъемом и движением кос.

Рабочие секции имеют стандартную длину 75 м и изготовляются из полиуретанового шланга диаметром 56 мм со стенкой в 4 мм. В каждой секции на базе 6,25 м расположены 8 геофонов, образующих один приемный канал. Масса каждой такой секции без наполнителя 127 кг, с наполнителем – 240 кг. В одну секцию заливается 143 литра наполнителя типа ***Isopar M*** с плотностью 0,79 кг/л. Секция работоспособна при глубине погружения до 200 м, предельная рабочая глубина – 300 м. Выдерживаемое разрывное усилие – 10000 кг, что обеспечивает возможность реализации предельной длины сейсмической косы в 12000 м.

Обязательным элементом цифровой сейсмической косы является ***специальный модуль сбора информации***. В этой косе один модуль обеспечивает работу 12 сейсмических каналов. Каждый модуль содержит двенадцать одинаковых усилителей с четырьмя ступенями усиления (12, 24, 36, и 48 дБ), фильтрами низкой частоты, антиаляйсинг-фильтрами и высококачественным 24-разрядным преобразователем *“аналог-код”* дельта-сигма технологии (***ADST***). Применяемый преобразователь *“аналог-код”* обеспечивает квантование сигналов по времени с шагом 4, 2, 1, 0,5 мс. Кроме того, каждый модуль содержит блок самотестирования и предварительной обработки сейсмической информации. В каждом модуле имеется индикатор глубины погружения, обеспечивающий контроль заглубления косы с точностью ±0,46 м в диапазоне глубин до 120 м. Определение плановой ориентировки каждой секции косы производится путем регистрации азимутальной ориентировки специальным датчиком. Цифровой модуль на 12 каналов смонтирован в цилиндрическом корпусе диаметром 82 мм и общей длиной 53 см. Каждый такой модуль через специальную стандартную муфту монтируется между соседними рабочими секциями. Количество включаемых в состав косы модулей определяется требуемой ее конфигурацией. В зависимости от используемого шага между каналами и числа каналов возможны различные варианты конфигурации косы.

Для записи вспомогательной телеметрической информации (глубины и координаты местоположения элементов косы и др.) в станции предусмотрено 12 специальных каналов. Для осуществления процесса смотки и размотки буксируемая сейсмическая коса размещается на специальном барабане необходимых размеров и

вместимости. Типичные размеры барабана: диаметр - 4 м, ширина - 3 м, емкость 12 - 13 $м^3$.

Вышеприведенный анализ состава и структуры станции показывает, что система ***SYNTRAK-480-24^{TM}*** представляет собой высоко компьютеризированную современную систему сбора, регистрации и предварительной обработки морских трехмерных сейсмических исследований, предназначенную для использования на судах второго и третьего поколений.

В последние годы фирма “SERCEL“ выпустила более совершенную модель морской телеметрической аппаратуры “SEAL System“, в основу которой положена сейсморегистрирующая станция серии 408 CMXL, что обеспечивает регистрацию до 10000 каналов. Параллельная работа двух таких сейсмостанций увеличивает канальность до 20000. Более совершенное программное обеспечение (SQC Pro и SeaPro Bin) дает возможность устранять неполадки в косах, регистрировать с высоким качеством информацию, получаемую с большого числа (до 12) стримеров (кос). Без вмешательства оператора станция проводит периодическое тестирование каждого канала в виде фоновой задачи между регистрациями сейсмических записей. Определяется утечка датчиков, электропроводимость цепей, характеристики приемников тестируются в отдельности для каждого датчика. Информация визуализируется на экране для простого анализа в виде гистограмм или таблиц. Эта же информация также записывается в заголовках сейсмограмм в форматах SEG-D (формат 8058). Максимальное число каналов в одной косе - 960 (шаг 12,5 м при 2 мс). Максимальная длина одной линии с жидкостными секциями - 12750 м, с твердотельными - 15750 м. При работах по технологии 3D максимальное число линий - 12. Длительность записи - 99 с. Блок-схема набортного оборудования показана **на рис. 15**.

Забортное оборудование системы включает либо твердотельные (Sentinel), либо жидкостные секции (Seal) регистрации сейсмических данных. Как жидкостные, так и твердотельные секции кос имеют полностью распределенную электронику. Система регистрации поддерживает переменный интервал между центрами групп. Минимальный интервал может равняться 3,125 м. Обычный вариант - одна секция длиной 150 м собирает информацию по 12 каналам при шаге между ними 12,5 м.

Предварительная обработка сейсмической информации, ее уплотнение, маршрутизация данных и подача питания производится модулями LAUM (LINE ACQUISITION UNIT MARINE). В стандартной конфигурации один LAUM обслуживает 60 каналов (**рис.16**). Оцифровка сейсмической информации (через 4; 2; 1; 0,5 или 0,25

мс) производится двухканальными 24 разрядными АЦП модулями FDU2M - FDU2F (**рис.17**).

Для выполнения донных съемок фирма “Sercel” выпустила специальные донные косы SeaRay, каждый регистрирующий канал которых имеет 3 ненаправленные цифровые акселерометры и один гидрофон. Расстояние между каналами - до 50 м. Все датчики помещаются в специальный алюминиево-бронзовый корпус (Flatpack), который обеспечивает сцепление (контакт) датчиков с морским дном (**рис.18**). Датчики могут устойчиво работать на глубинах либо до 100 м (SeaRay 100), либо до 300 м (SeaRay 300).

Российские НИС, как правило, оснащены оборудованием именно французской фирмы “SERCEL”.

Занятие №7

Упражнение по проектированию морской съемки в программе Mesa

В этом упражнении вы создадите контур съемки и заполните его морской съемкой.

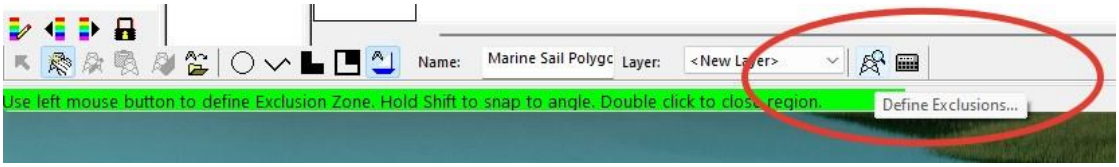
1) Первое, что нужно сделать — это задать контур морской съемки в виде специальной запретной (эксклюзивной) зоны. Из пиктограмм, расположенных под главным меню выберите опцию ***Edit Exclusions***



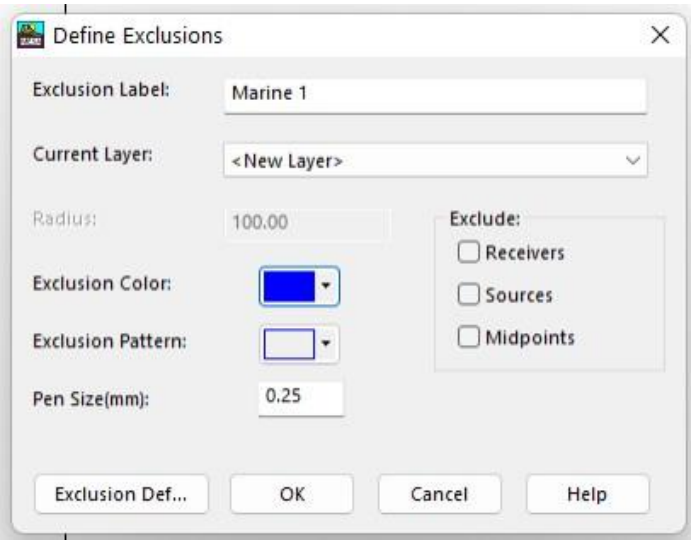
Внизу окна программы появится строка с иконками для разных типов эксклюзивных зон. Задайте запретную зону, используя иконку с корабликом ***Block Polygon***.



Координаты контура морской съемки введите, используя опцию ***Define Exclusions***:



В окне ***Define Exclusions*** задайте имя съемки: **Marin 1**. Нажмите кнопку «***Exclusion Def..***»:



Появится окно ***Exclusions Coordinates***, в котором нужно заполнить координаты углов полигона для съемки

В окне ***Exclusions Coordinates*** укажите координаты углов полигона, используйте для добавления точек кнопку ***Add***:

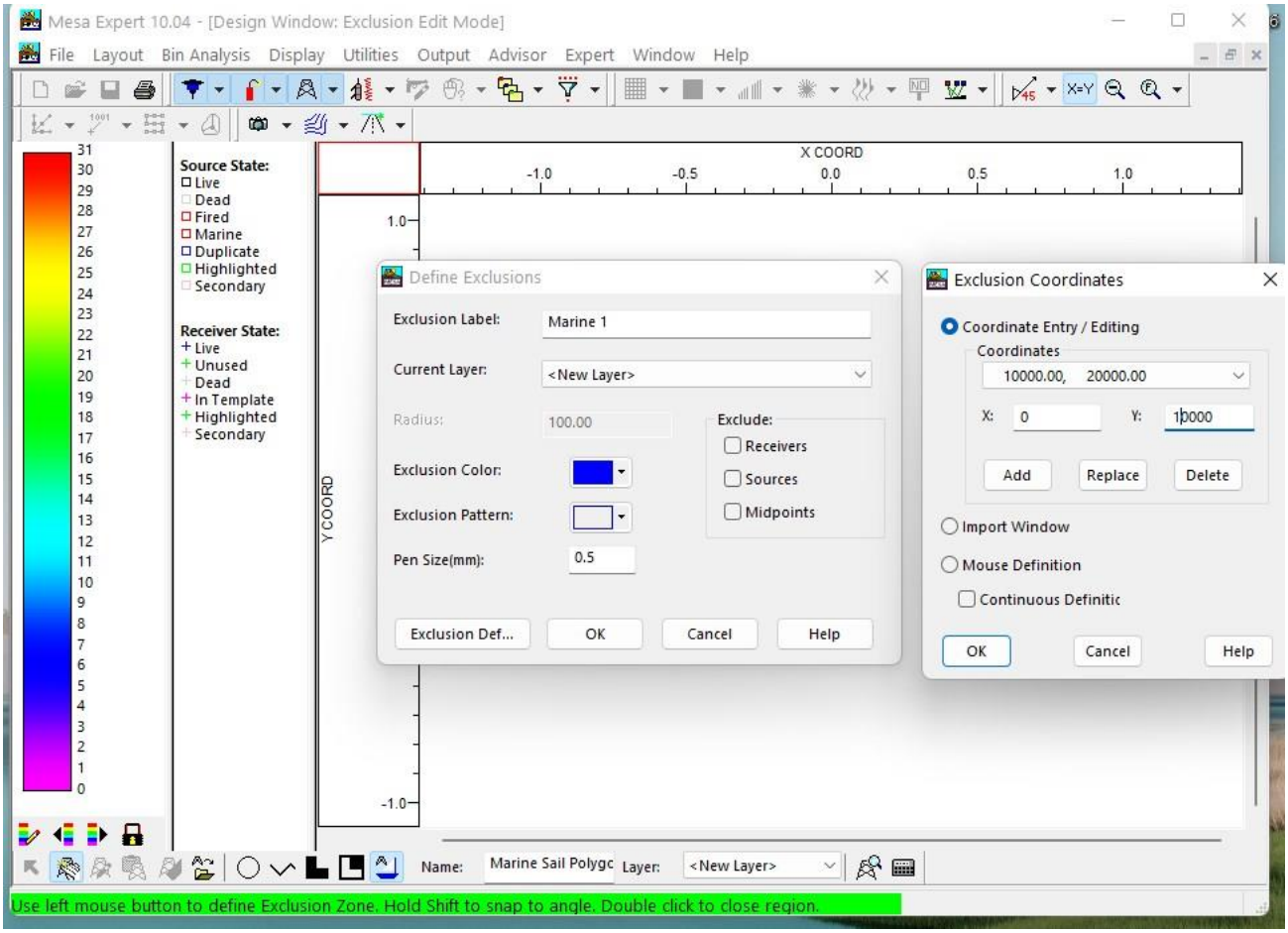
Точка #1: (10000, 0)

Точка #2: (10000, 20000)

Точка #3: (20000, 10000)

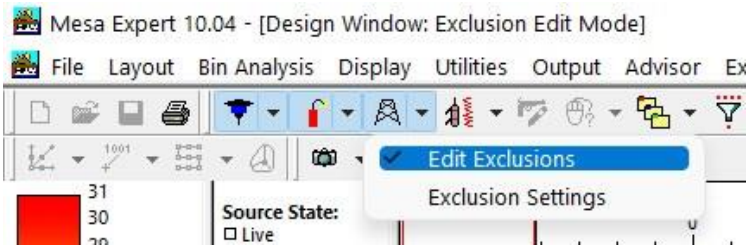
Точка #4: 20000, 0)

Точка #5: (10000, 0)

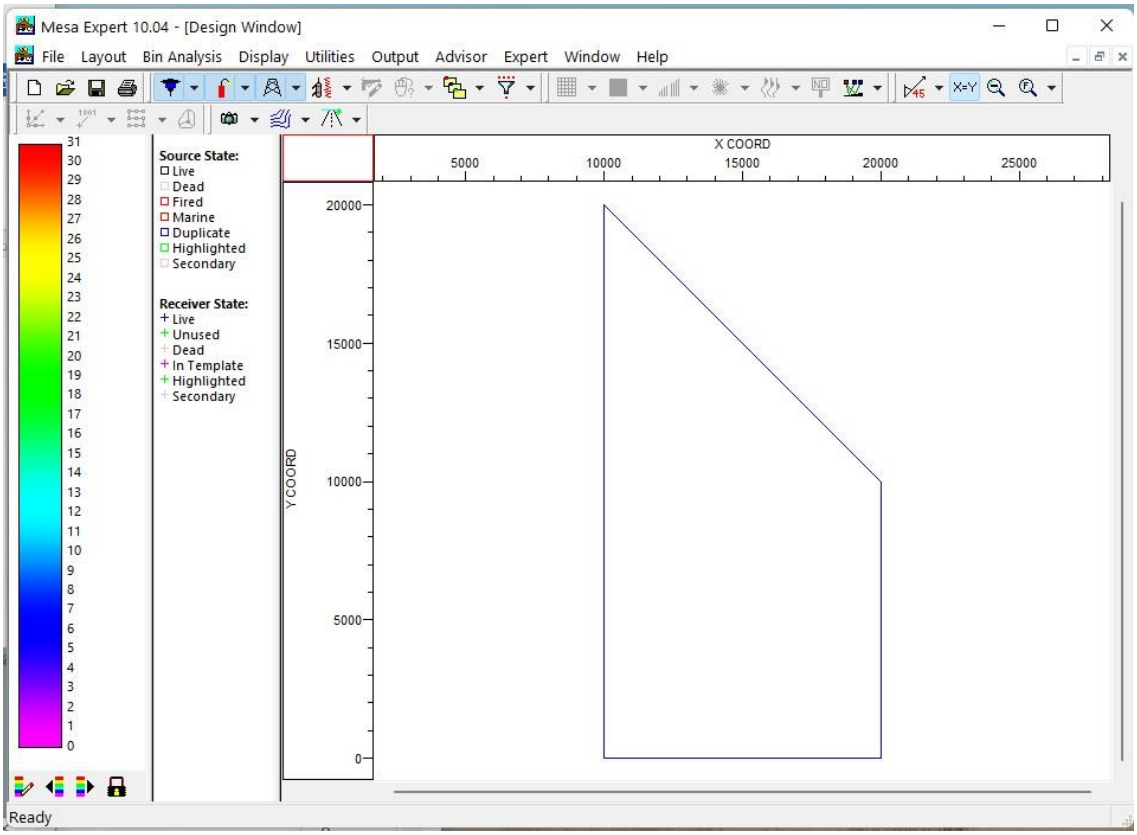


Когда вы закончите ввод координат, нажмите кнопку ***OK*** в каждом из окон.

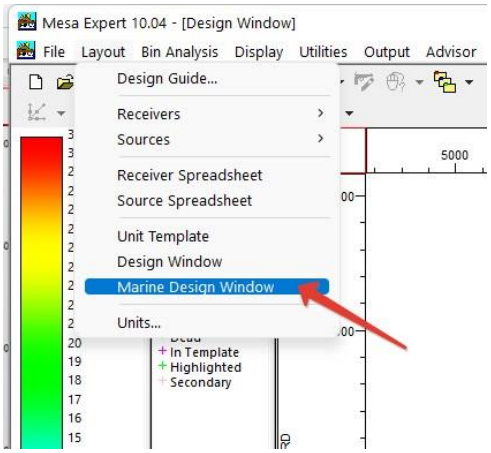
Уберите галочку напротив опции ***Edit Exclusions***, чтобы выйти из режима редактирования и войти в режим проектирования морской съемки.



В результате программа перейдет в окно проектирования ***Design Window***, где будет высвечена запретная (эксклюзивная) зона, как показано ниже. Эта запретная зона будет служить контуром-границей морской съемки.

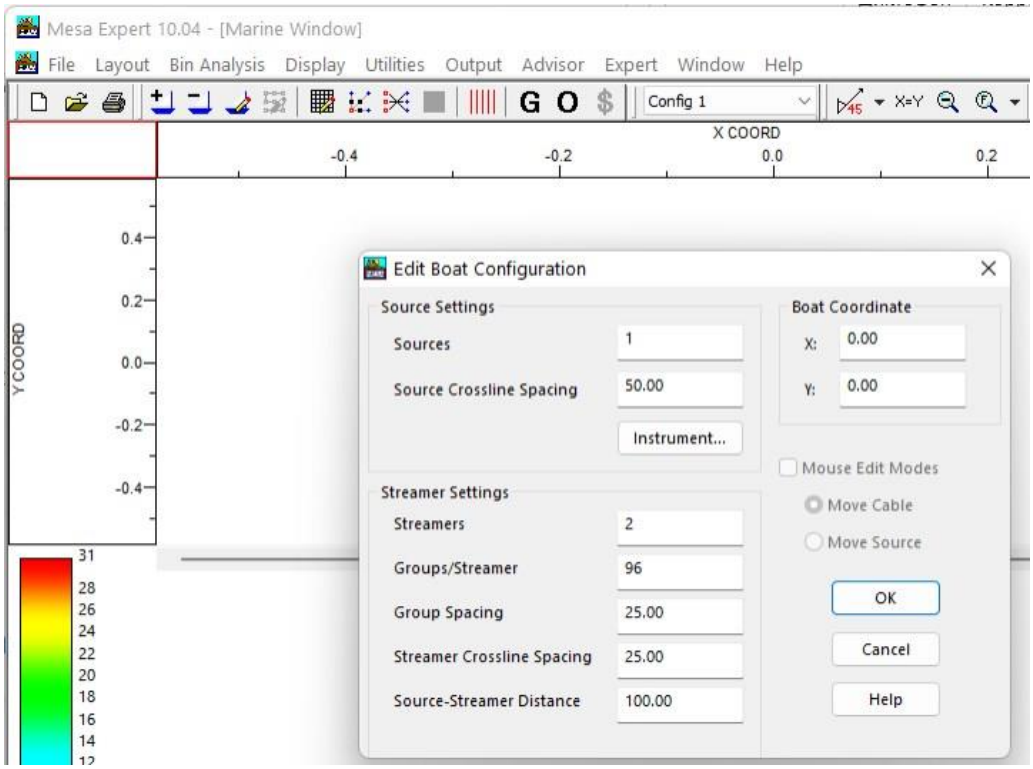


2) После создания контура морской съемки в меню **Layout** выберите опцию **Marine Design Window**.



Откроется окно проектирования морской съемки - ***Marine Window.***

Поскольку вы открываете это окно первый раз, то автоматически откроется диалоговое окно ***Edit Boat Configuration***.

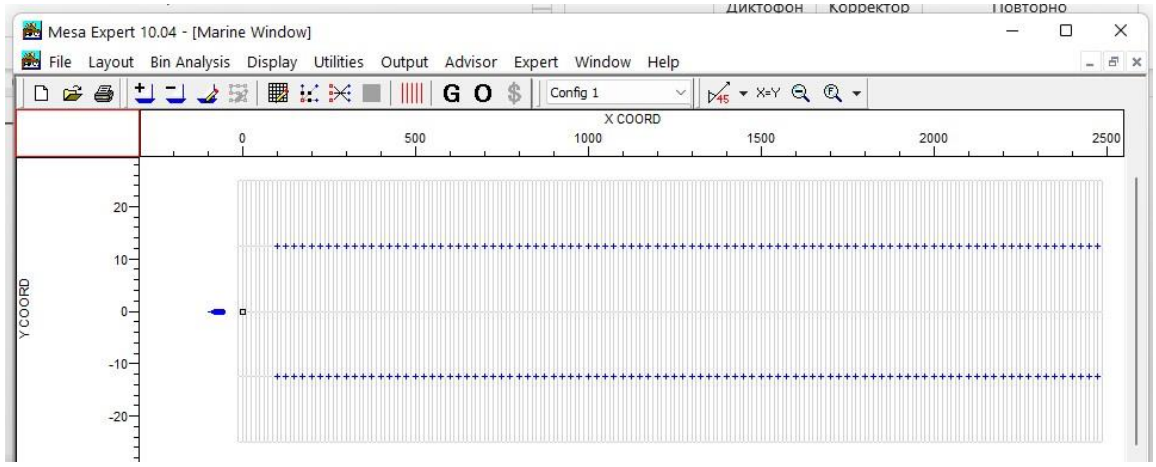


Это окно используется для создания или редактирования конфигурации оборудования судов для морских съемок.

Назначение опций диалогового окна ***Edit Boat Configuration***:

Опция **Boat Coordinate** используется только при отработке морской съемки несколькими судами. Если у вас только одно судно, поставьте координаты (0, 0).

Заполните окно ***Edit Boat Configuration***, как показано на рисунке выше, и нажмите на **OK**. В результате окно морской съемки (Marine Window) будет выглядеть так, как показано ниже.

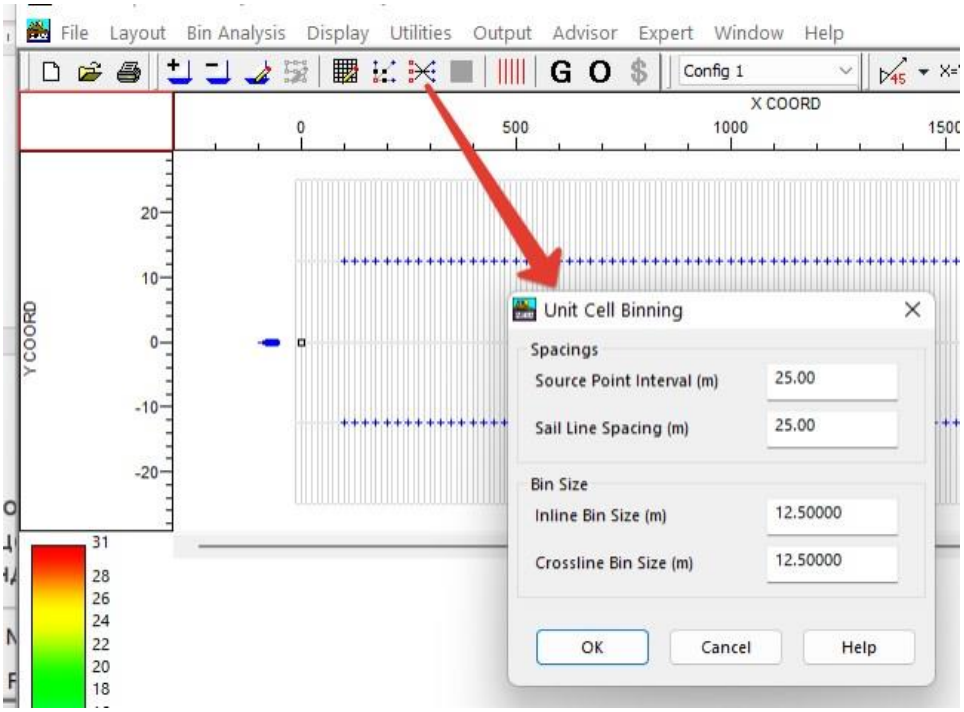


На этом этапе вы можете добавить другое судно (иконка кораблик+), удалить текущее судно (кораблик -) или изменить его конфигурацию (кораблик с карандашиком).

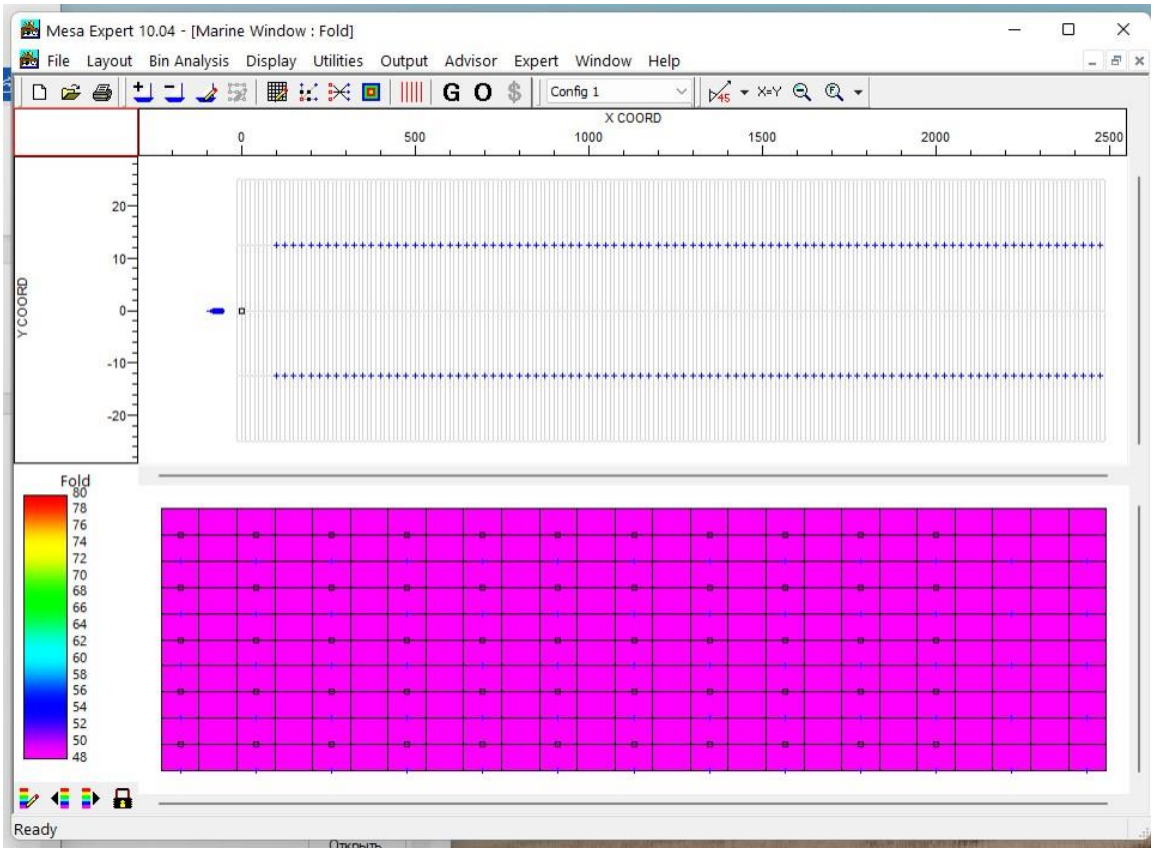


Кнопку **Edit Grid (клетчатый квадратик с карандашиком)** используйте для изменения параметров сетки, необходимой для проектирования или редактирования положения источников и буксируемых кос.

3) Когда окончательная конфигурация судна задана, выберите иконку **Unit Cell Binning** для задания параметров сетки бинов.



Окно ***Unit Cell Binning*** служит для задания неповторяющейся группы бинов (*unit cell*). Заполните это окно так, как показано ниже. Выберите ***OK***, и окно морской съемки станет заполненным. Текущая конфигурация судна и интервал между проходами судна позволят получить **съемку с кратностью 48**.



4) Теперь можно использовать судно с заданными выше параметрами для заполнения участка съемки, контуры которого созданы на первом этапе в виде запретной зоны.

Выберите иконку ***Sail Lines***, чтобы открыть окно ***Sail Lines Options***.

Заполните этот диалог, как показано ниже.

В этом упражнении вы заполняете определенную запретную зону, хотя можно заполнить просто прямоугольный контур. По умолчанию, азимут линий прохода судна (***Line Bearing***) выбирается вдоль самой длинной стороны контура съемки.

Опция ***Generate Offlap*** позволяет продлить линии прохода судна так, чтобы в контуре съемки получить полную кратность. Иначе линии прохода судна будут ограничены контуром съемки.

Опция ***Generate Sail Lines*** позволяет высветить морскую съемку в главном окне проектирования. Необязательно генерировать линии прохода судна, чтобы выполнить анализ в неповторяющейся группе бинов в окне морской съемки.

Выберите ***OK*** после заполнения диалога. Главное окно проектирования ***Design Window*** обновится, и в заданном контуре будет запроектирована морская съемка. Ваше окно должно выглядеть так, как показано ниже.

Увеличьте самый северный угол съемки и щелкните на одном из ПВ при нажатой клавише ***Shift***. Откроется диалог ***Source Information***. Выбранный ПВ и положение кос для него будут подсвечены.

5) Чтобы рассчитать и высветить атрибуты съемки, которые показывают ее качество, вам нужно будет задать сетку бинов для морской съемки. Выберите ***Bin Grid Settings*** в подменю ***Display Bins*** и заполните окно ***Bin Definition*** как показано ниже и нажмите ***OK***.

6) Рассчитайте атрибуты съемки для каждого бина. Выберите опцию ***Fold Calculation*** в меню ***Bin Analysis***

   Рассчитайте кратность, удаления и азимуты (***Fold, Offsets, and Azimuths***).

   Карта кратности должна выглядеть так, как показано ниже, а именно 48 на всей площади съемки в пределах заданного контура.

Список тем, по которым необходимо подготовить доклад и презентацию

1. Морские пневматические источники фирмы BOLT (устройство, технические характеристики, номенклатура) – 2 человека
2. Морские пневматические источники SLEEVE GUN фирмы UON (устройство, технические характеристики, номенклатура)
3. Морские пневматические источники G-SOURCE фирмы Sercel (устройство, технические характеристики, номенклатура) – 2 человека
4. Морские пневматические источники фирмы ООО Пульс - Геленджик (устройство, технические характеристики, номенклатура)
5. Набортное и забортное оборудование для обеспечения работы пневматических источников (на примере аксессуаров фирмы Sercel)
6. Технология работ с пневматическими источниками (по литературе 2,3)
7. Электроискровые источники типа «спаркер» (sparker) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
8. Электродинамический источник — глубинный профилограф типа «бумер» (boomer)) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
9. Сейсмопрофилограф типа «пингер» (pinger) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
10. Гидролокатор «чирп» (chirp sonar) (устройство, технические характеристики, номенклатура)
11. Электромагнитные источники типа «Енисей» (устройство, технические характеристики, номенклатура)

Объем материалов:

1. текст без картинок 2–3 стр. (12 пт., через 1,5 инт.),
2. картинки – количество не лимитировано,
3. презентация - не менее 10 слайдов.

Источники информации:

1. Бондарев В.И. Сейсморазведка., 2011
2. Морская сейсморазведка / под редакцией А.Н. Телегина, 2004
3. В.Н. Семёнов, Ю.И. Зуенко, И.А. Атаманова, О.Н. Мухаметова, Г.С. Зеленихина, Б.В. Архипов, А.Б. Корниенко Методическое пособие по оценке размера вреда водным биоресурсам при сейсморазведке и электроразведке. — М.: Изд-во ВНИРО, 2016. — 86 с.
4. Сайты фирм – производителей сейсмических источников

ПРИМЕЧАНИЕ источники 2 и 3 в папке ЛЕКЦИЯ 6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Учебно-методическое пособие
по выполнению курсового проектирования
по дисциплине
«Технология и безопасность взрывных работ»

для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ)
специальности 21.05.03 «Технология геологической разведки»

Крылаткова Н.А., Бондарев В.И. Учебно-методическое пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» предназначено для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ) специальности «Технологии геологической разведки» Екатеринбург, изд. УГГУ, 20 г. – 44 с.

В пособии излагаются общие требования, предъявляемые к проекту на буровзрывные работы при сейсморазведке, основные положения по организации безопасного проведения этих работ, методические указания по выбору методики и оборудования буровзрывных работ. Материалы пособия могут быть использованы при выполнении курсового проекта по дисциплине «Сейсморазведка» и выпускной квалификационной работы инженера по специальности «Технология геологической разведки».

Пособие рассмотрено на заседании кафедры геофизики нефти и газа Уральского государственного горного университета 5 февраля 20 года (протокол №1) и рекомендовано для издания в печати.

Рецензент - Азанов Михаил Алексеевич, кандидат технических наук, доцент кафедры шахтного строительства УГГУ.

©Крылаткова Н.А., Бондарев В.И.,
20 г.
©Уральский государственный
горный университет

Содержание

Введение 4

Принятые сокращения 6

1. Содержание курсового проекта 7

2. Методические указания по написанию проекта 8

2.1. Введение 8

2.2. Организация и технология проведения буровых работ 10

2.3. Организация и технология проведения взрывных работ 17

2.4. Организация перевозки и хранения ВМ 40

2.5. Ликвидация последствий буровзрывных работ 47

2.6. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах 51

2.7. Заключение и литература 52

3. Сроки и порядок прохождения проекта 53

4. Рекомендуемая литература 54

Приложение 1 55

Приложение 2 56

Введение

Дисциплина «Технология и безопасность взрывных работ» входит в цикл дисциплин учебного плана 2016 года специализации «Сейсморазведка» для специальности «Технологии геологической разведки». Курсовой проект по этой дисциплине выполняется на 9 семестре. Цель проектирования - закрепление лекционного материала. Время выполнения курсового проекта - 4 недели с момента выдачи задания.

Учебно-методическое пособие содержит общие положения и справочный материал для написания проекта на буровзрывные работы при наземной сейсморазведке в соответствии с современными требованиями безопасности проведения этих работ на производстве. При подготовке методического пособия авторы использовали нормативные документы, регламентирующие безопасную работу с взрывчатыми материалами (см. приложение 1), учебную и специальную литературу [2, 3, 4, 5, 6, 7], а также типовые проекты на производство буровзрывных работ, используемые в ведущих сервисных геофизических компаниях ОАО «Хантымансийскгеофизика» [8] и ОАО «Сибнефтегеофизика» [9].

Исходным материалом для написания курсового проекта является перечень основных сведений по условиям производства и методике проведения наземных сейсморазведочных работ (МОГТ, МПВ) или скважинной сейсморазведки (ВСП, МСК и т.п.) Пример задания с исходными данными для проектирования приведен в приложении 2.

Проект на буровзрывные работы является обязательным документом в составе проектной документации на производство сейсморазведочных работ с использованием взрывных источников. Согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах [1] проект должен содержать решения по безопасной организации работ, основные параметры буровзрывных работ, способы инициирования зарядов, расчеты взрывных сетей, конструкции зарядов, расчеты предполагаемого расхода взрывчатых материалов, определение опасной зоны и описание организации охраны этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания, сооружения, коммуникации и т.п.).

В результате работы над проектом студент должен научиться составлять реальные проекты на производство буровзрывных работ при сейсморазведке.

Принятые сокращения

БВР	буровзрывные работы
ВВ	взрывчатое вещество
ВМ	взрывчатые материалы
ВП	взрывной пункт (специально оборудованный кузов для производства взрывов)
ВР	взрывные работы
ВСП	вертикальное сейсмопрофилирование
ВЧР	верхняя часть разреза
ГСМ	горюче смазочные материалы
ЕПБВР	Единые правила безопасности при взрывных работах
КОМ	командная отметка взрыва
МОГТ	метод общей глубинной точки
МСК	микросейсмокаротаж
МПВ	метод преломленных волн
ПВ	пункт взрыва (пикет взрыва на профиле)
ПАЗС	передвижная автозаправочная станция
СВ	средство взрывания
СИ	средство инициирования
ССВ	система синхронизации взрывов
ф.н.	физическое наблюдение
ЭД	электродетонатор
ЭВЦ	электровзрывная цепь

1. Содержание курсового проекта

Курсовой проект должен описывать решения по безопасной организации буровзрывных работ при сейсморазведке на нефть и газ, производимых **методом скважинных зарядов**. Проект должен содержать следующие обязательные разделы:

Введение

1. Организация и технология проведения буровых работ
2. Организация и технология проведения взрывных работ
3. Организация перевозки и хранения ВМ
4. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах

Заключение

Литература

В проекте обязательны следующие рисунки (графические приложения):

1. Типовой разрез взрывной скважины
2. Схема расположения оборудования при бурении и заряжании скважин
3. Схема расположения оборудования при отстреле скважин
4. Схема конструкции заряда
5. Электрическая схема монтажа взрывной магистрали
6. Схема устройства и расположения склада ВМ

Ориентировочный объем проекта: 12-15 страниц печатного текста (без рисунков).

2. Методические указания по написанию проекта

2.1. Введение

Во введении описываются административное положение участка работ, условия производства и краткие сведения по методике сейсморазведочных работ. Особое внимание уделяется условиям и элементам методики, которые оказывают влияние на организацию и технологию проведения буровзрывных работ.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Административное положение участка работ (область/ республика, район, название площади). Размеры площади участка в кв. км.
2. Ближайшие населенные пункты, железнодорожные станции (аэропорт, речной или морской порт). Перечень промышленных и коммуникационных объектов в пределах площади проведения БВР.
3. Наличие подъездных путей к площади работ. Виды транспорта для проезда к участку работ и передвижения в его пределах.
4. Рельеф местности. Ландшафт (заселенность, заболоченность и т.п.). Речная и озерная сеть.
5. Климатические условия на время полевого периода.
6. Краткая характеристика зоны малых скоростей (ЗМС): мощность, тип пород, глубина залегания УГВ.
7. Виды и объемы сейсмических работ:

а) для МОГТ 2D указывается общая длина сейсмических профилей в пог. км, интервал ПВ и количество ф. н.;

б) для МОГТ 3D - длина профилей ПВ в пог. км и количество ф.н.;

в) для МСК – тип МСК (прямой/обращенный), количество скважин, средняя глубина скважин;

г) для МПВ - общая длина профилей в пог. км или количество зондирований, количество (ф.н.);

д) для ВСП – количество скважин, количество ПВ на 1 скважину.

8. Основные параметры системы наблюдений. Тип сейсморазведочной станции. Тип системы синхронизации взрыва.

9. Параметры взрывного источника:

- для МОГТ, ВСП и прямого МСК - тип источника (одиночная скважина или группа скважин), средняя глубина взрывных скважин, средняя масса заряда;
- для обращенного МСК – шаг расположения ЭД, количество ЭД на 1 ф.н., количество ЭД на 1 скважину (в электродетонаторной косе).

10. Цель проведения опытных работ и их объемы.

Объем текстовой части раздела - 1 стр.

В качестве графического приложения во введении приводится обзорная схема района работ, на которую наносятся: участок проектируемых работ, расположение базы сейсмической партии, маршрут подъезда к участку работ.

2.2. Организация и технология проведения буровых работ

В разделе «Организация и технология проведения буровых работ» необходимо описать назначение буровых работ, их объемы (включая опытные работы), методику бурения взрывных скважин. Привести необходимые расчеты и схемы.

Общие замечания

При сейсморазведочных работах основным способом, обеспечивающим максимальное использование выделенной взрывом энергии для создания упругих колебаний, является метод скважинных зарядов. В этом методе скважины предназначены для размещения в них зарядов ВВ и последующего производства взрывов. Кроме того, такая методика необходима для безопасного ведения взрывных работ, поскольку взрыв в скважине происходит без каких-либо заметных последствий для окружающей среды.

Взрыв в скважине сосредоточенного заряда, расположенного ниже ЗМС в водоносном горизонте или обводненных упругих породах, закупоренного глинистым раствором или водой, без выброса на земную поверхность считается хорошим источником сейсмических волн. Поэтому, как правило, глубина взрывных скважин при МОГТ, МПВ или ВСП превышает мощность ЗМС и колеблется от 5 до 100 метров. В среднем она составляет не более 30 метров. При глубине взрывных скважин меньшей, чем мощность ЗМС, рекомендуется выводить забой скважины в пластичные глины или плывуны, обеспечивающие хорошее возбуждение упругих

колебаний. В отсутствие пластичных грунтов забой скважины следует располагать ниже уровня грунтовых вод. При неблагоприятном строении ВЧР: сухие пески и суглинки, галечники повышенной мощности, достаточно эффективным может быть применение заряда ВВ, распределенного в группе мелких скважин глубиной 3-5 метров. Параметры такой группы подбираются опытным путем.

Сейсмический источник при работах МОГТ, МПВ или ВСП может представлять собой либо одиночную взрывную скважину, либо группу скважин. В некоторых случаях, когда в одиночной скважине соотношение суммарной длины заряда к его диаметру более 12-15, необходимую массу ВВ поровну распределяют в нескольких неглубоких (до 5 м) скважинах [7]. Когда на одном пункте взрыва бурится несколько скважин, то они должны располагаться на таком расстоянии одна от другой, чтобы зона разрушения одной скважины не охватывала зоны разрушения другой, это обеспечивает условие отсутствия камуфлета.

Взрывные скважины бурятся на местности в точках, определяемых методикой сейсмических наблюдений. Бурение осуществляется непосредственно на пикете возбуждения линии профиля, но если это невозможно, то скважину смещают на несколько метров в сторону перпендикулярно к линии профиля. Возле пробуренной скважины буровой мастер ставит вешку (колышек), на которой надписывают номер профиля, номер ПВ скважины, ее глубину и расстояние от линии профиля.

Микросейсмокаротаж (МСК) скважин используется в основном для изучения ЗМС, при этом глубина изучаемых скважин охватывает всю ЗМС и в среднем составляет 50-150 метров. Применяются две модификации МСК: обращенный и прямой. При обращенном каротаже сейсмоприемники устанавливают на расстоянии от 1 до 15 м от устья скважины и регистрируют взрывы от одного-двух электродетонаторов, размещаемых в скважине с одинаковым шагом. При прямом каротаже приемники помещают внутри скважины и регистрируют взрывы малых (до 100 г) зарядов, которые находятся на поверхности земли либо в мелких скважинах (до 5 м) вблизи устья скважины.

Технология бурения скважин должна обеспечивать возможность заряжения скважины взрывчатыми материалами по окончании бурения. При сейсморазведке для проходки взрывных скважин обычно применяются установки, предназначенные для бурения шнековым, шарошечным с продувкой или промывкой, ударно-вращательным и др. способами. В перечень буровых установок, используемых в сейсморазведке, входят: УШ-2Т-4Н (на базе трактора Т-170МБ), УШ-1Т (на базе трактора), УШ-2Т (на базе трактора-болотохода), УРБ-2А2, УРБ-2.5А2, УРБ-1В2, ПБУ-1, ПБУ-2, ПБУ-2-165, УГБ-50М, УГБ-1ВС (Ш), УБЛ-1К и т.п.

Чаще всего для бурения взрывных скважин применяют установки для бурения полыми шнеками. В этом способе бурения процессы углубления скважины и удаления продуктов разрушения совмещены, что обеспечивает необходимые для проходки взрывных скважин качества: высокую механическую скорость бурения, незначительные

затраты времени на монтажно-демонтажные работы и вспомогательные операции, сравнительно большой диаметр скважины, а также отсутствие потребности в воде для промывки. Наличие отверстия внутри шнека позволяет по окончании бурения произвести через него погружение заряда ВМ на заданную глубину.

В сложных горнотехнических условиях (при заводнении скважин, при бурении в зимнее время в мерзлых и крепких породах) применяется колонковый способ бурения с продувкой воздухом [5].

Основные технические характеристики некоторых установок для бурения приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика	УКБ-2/25	УРБ-А2	УГБ-50М	УШ-2Т	УРБ-1В2
Глубина бурения, м	15	200	50	60	30
Диаметр скважины, мм: - начальный, - конечный	 80	 190 93	 180 135	 175 150	 146 93
Мощность, кВт	3,3	45	37-40	73,5	
Транспортная база	УАЗ-469Б, снегоход «Буран»	ЗИЛ-131	ГАЗ-66-02 с авто-прицепом	Болотный трактор Т-100М3Б	Вездеход ГТ-СМ (ГАЗ-71)
Масса установки, т	1.84	10.08	6.235	17.25	5

Типы буровых агрегатов, способ бурения, диаметр и глубина скважины выбираются исходя из конкретных условий: назначения скважин, строения геологического разреза, категории бурения, диаметра зарядов ВВ.

Диаметр взрывных скважин должен быть на 10-20 мм больше диаметра погружаемых зарядов ВВ. В условиях сейсморазведки диаметр выбирается из диапазона от 90 до 200 мм. При этом в устойчивых породах при малой массе зарядов он берется равным 90 мм. Чаще всего диаметр на забое скважины выбирается равным 108-150 мм.

Количество буровых бригад, обеспечивающих необходимую производительность сейсмического отряда, зависит от производительности сейсмического отряда (количества ф.н., отрабатываемых за 1 отрядосмену) и скорости бурения в условиях типового для, исследуемой площади, разреза взрывных скважин. Пример оформления типового разреза представлен в таблице 2.

Временные затраты на бурение можно определить с помощью таблицы 3.

На монтаж-демонтаж бурового оборудования и переезды до следующего ПВ отводится 20% времени, затрачиваемого на бурение скважины. В примере из таблицы 2 расчетное время бурения одной скважины равно 44 минутам, что при сменной производительности 100 ф.н. одного сейсмического отряда, потребует 5 буровых установок при двухсменной работе бурового отряда.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Целевое назначение буровых работ.

2. Типовой разрез взрывных скважин на участке работ с указанием категорий бурения по всем видам горных пород, слагающих разрез.

Таблица 2

Осредненный литологический разрез взрывных скважин*

Интервал, м	Мощность, м	Литологическое описание пород	Категория бурения	Мощность/ глубина скв., %
0,00-1,25	1,25	Лед, мерзлые грунты, ил, торф, песок, суглинки	4	8,33
1,25-2,10	0,85	Растительный слой, торф, илистые грунты	1	5,67
2,10-5,50	3,4	Глины ленточные, пластичные, песчаные	2	22,67
5,50-9,00	3,5	Суглинки, плотные глины	3	23,33
9,00-12,0	3	Вязкие плотные глины	4	20
12,0-15,0	3	Плывуны	3	20
			Итого:	100

*Всего по каждой категории: 1 категория – 5,7%; 2 категория – 22,7%; 3 категория – 43,3%; 4 категория – 28,3%.

3. Методика бурения. Обосновываются: вид бурения, тип бурового оборудования, глубина бурения в метрах (средняя, минимальная, максимальная), диаметр скважин в миллиметрах (начальный и конечный), среднее время бурения одной скважины.

4. Объемы бурения. Рассчитываются общий объем бурения в погонных метрах и объемы бурения по категориям. Объемы определяются на основании следующих данных: длина профилей взрыва, интервал между пунктами взрыва, вид источника (одиночная

скважина или группа скважин), объем бурения для опытных работ, процентное соотношение пород по категориям бурения.

Таблица 3

Классификация горных пород по буримости [5]

Горные породы	Шнековое бурение		Механическое вращательное бурение	
	Категория	Время бурения 1 метра, мин.	Категория	Погонные метры в час.
Растительный слой, торф, ил, трепел, лесс, песок, суглинок	I	0.8	I	22.7
Песчано-глинистые породы с примесью гальки до 10%, глины пластичные, пески средней плотности	II	1.5	I	22.7
Песчано-глинистые породы с примесью гальки до 30%, полутвердые супеси, глины, суглинки, мел слабый, сухие пески, уголь бурый, лед, диатомит	III	2	II	10.8
Песчано-глинистые породы с примесью гальки, гравия, щебня более 30%; твердые глины, суглинки, супеси; каолин, гипс, ангидрит, опоки, мел плотный, каменный уголь; мерзлые породы: песок, ил, торф, суглинок	IV	4.1	III	5.7
Мерзлые твердые глины, плотный ил и дресва с ледяными прослойками, мергель плотный, известняк плотный, сланцы	V	7.2	IV	3.35
Мерзлые галечники с глинистыми или песчанистыми заполнителями, глины с включениями сидеритов и доломитов песчаники на известковистом и железистом цементах. алевролиты и аргиллиты	VI	12.7	V	2.25

5. Количество и состав буровых бригад. Требования по квалификации к членам бригады.

Литература: [2] - стр. 40-42, [4] - стр. 57-62, [5] - стр. 38, 66, 73, 78, 80-132, [6] - стр. 292-293. Объем раздела - 1-1.5 стр.

2.3. Организация и технология проведения взрывных работ

В данном разделе обосновывается и подробно излагается методика безопасного ведения взрывных работ. Приводятся список и обязанности персонала, участвующего при производстве ВР. Рассчитываются безопасные расстояния для людей и сооружений. Описывается оборудование и методика заряжения и подрыва взрывных скважин. В качестве иллюстраций приводятся следующие схемы: расположение оборудования при бурении и заряжении скважин; расположение оборудования при отстреле скважин; конструкция заряда; электровзрывная цепь.

Общие замечания

Руководителем, ответственным за организацию ВР при сейсморазведке, назначается начальник сейсмической партии или сейсмического отряда, или другое лицо, имеющее право ответственного ведения взрывных работ. Бурение и заряжание скважин выполняют буровзрывные бригады. Взрывники заряжающих бригад обеспечиваются сменным запасом ВМ. Подрыв зарядов осуществляют специальные бригады взрывников, которыми руководит оператор сейсмостанции по радиосвязи. В качестве

взрывной машинки используется специальное сейсморазведочное оборудование - система синхронизации возбуждения (ССВ). Для хранения запаса ВМ на площади работ обустраиваются расходные кратковременные и (или) передвижные склады ВМ, которыми руководит заведующий складом ВМ.

Отличительной особенностью взрывных работ при сейсморазведке МОГТ и непрерывном профилировании МПВ является значительное разделение по времени процессов зарядки и подрыва скважин. Методически такие взрывные работы проводятся в два этапа. На первом этапе буровзрывные бригады производят бурение и зарядку скважин. На втором этапе специальная бригада взрывников выполняет подрыв заряженных скважин. Взрыв скважинных зарядов осуществляется по команде оператора сейсмостанции. Бурение и зарядка взрывных скважин взрывчатыми материалами должны опережать работу сейсмостанции в объеме двухсменной производительности сейсмоотряда.

При скважинной сейсморазведке ВСП и МСК, а также при отдельных зондированиях МПВ, взрывные работы ведутся одной бригадой.

При сейсморазведочных работах используют различные типы взрывчатых веществ, выбор которых зависит от условий проведения работ и характера решаемых задач. Величина заряда ВВ зависит от приповерхностных сейсмогеологических условий и подбирается с учетом предыдущих исследований и опытных работ. В таблице 4 приведены средние величины массы заряда по опыту

сейсморазведочных работ в Западной Сибири (по данным ОАО "Хантымансийскгеофизика").

Таблица 4

Район	Особенности геологического строения ВЧР	Средняя масса заряда
Северные районы Ямало-Ненецкого округа	Развита мерзлота	10 -15 кг
Северные районы Ханты-Мансийского округа, южные районы Ямало-Ненецкого округа	Развита мерзлота	6 -10 кг
Восточная часть Ханты-Мансийского округа	Сухие пески и суглинки, гравийный грунт	2 кг
Южные, западные и центральные районы Ханты-Мансийского округа	Развиты плывуны	0,05 -1,0 кг

В качестве основных взрывчатых веществ в сейсморазведке применяются прессованные ВВ в виде шашек-детонаторов, реже гранулированные бризантные ВВ, аммоналы, а также детонирующие шнуры [7]. Среди прессованных ВВ наиболее распространены: ГТП-85Г-К, ГТП-500, ГФП-50 ТП-200, ТП-400, ТП-500, БТП-250, БТП-500, БТП-500П, БТГЛ-250П, ДЗС-900, ЗС-70И и т.д. (число в марке ВВ показывает вес одного заряда). К гранулированным ВВ относятся игданит, гранулит С-2, гранутолуол и т.п. Параметры некоторых шашек-детонаторов, используемых для сейсморазведочных работ, представлены в таблице 5 [7].

Шашки-детонаторы гексотоловые прессованные ГТП-85Г-К



Производитель:
ГОСТ:

Используются в качестве взрывчатых веществ при сейсмических и других видах геофизических работ на дневной поверхности. Применяются в скважинах любой обводненности, в том числе и с проточной водой, со сроком нахождения зарядов в воде до 10 суток при гидростатическом давлении до 0,5 МПа. Представляют собой прессованные гексотоловые шашки цилиндрической формы с центральным каналом под детонирующий шнур.

Основные характеристики
Эксплуатационные:

Плотность, не менее, г/см3	1,58
Масса ВВ , г	85
Размеры шашки, мм (диаметр/высота/диаметр канала)	28 / 102 / 10
Водоустойчивость	10 суток в воде гарантируется

Энергетические:

Скорость детонации, м/с	7200
Теплота взрыва, кДж/кг (ккал/кг)	4520 - 4980 (1080 - 1190)
Давление детонации, кБар	220

Упаковка:

- Древесно-волокнистый ящик с массой нетто ВВ не более 40 кг.
- Ящик из гофрированного влагопрочного картона с массой нетто ВВ не более 24 кг.

Серийный номер ООН 0442
Классификационный шифр 1.1D
Код экстренных мер 24Э
Гарантийный срок хранения 2 года от даты изготовления.

Таблица 5

Основные характеристики шашек-детонаторов

Марка	Тип ВВ	Масса шашки, г	Номинальные размеры, мм			Диаметр отверстия, мм
			диаметр	длина	высота	
ТП-400	Тротил	400	52	101	52	14
ТП-200	"	200	52	101	27	7,7-8,2
Т-400	"	400	70	71	-	7,8-8,2
ТГ-500	Тротил-гексоген	500	70	83	-	14

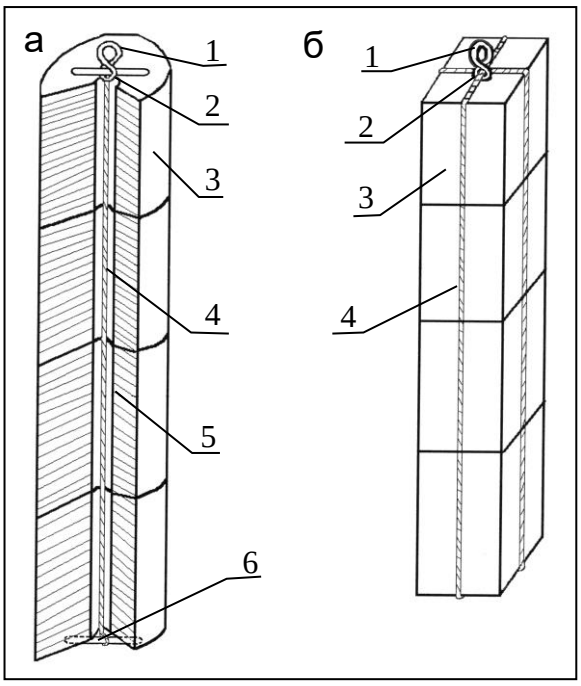


Рис. 2. Схема изготовления зарядов из шашек литого (а) и прессованного (б) тротила [8]: 1 – петля шпагата, образованная концом вязки шашек; 2 – узел вязки заряда; 3 – шашка тротила; 4 – шпагат для обвязки шашек; 5 – центральный канал шашки; 6 – деревянная перекладина для вязки шпагата.

Чтобы создать большие заряды ВВ, шашки соединяют в гирлянды. Для зарядов типа ЗС-70И соединение осуществляется с помощью специальных замковых элементов. Для литого цилиндрического тротила с центральным отверстием вдоль оси шашки - путем скрепления шпагатом, пропущенным через это отверстие и укрепленного с помощью деревянных перекладин (рис.2а). Для зарядов тротила, прессованных в виде прямоугольной призмы - путем обвязки по периметру (рис.2б).

При сейсморазведке взрывание зарядов ВВ осуществляют только электрическим способом. Как правило, для возбуждения основного заряда ВВ используют электродетонаторы (ЭД) мгновенного действия, предназначенные для работы в сырых местах и под водой: ЭДС-1, ЭД-8-Э[1], ЭД-8-Ж, ЭДС, ЭДС-1-8М, ЭДВ-2 и т.п. Их принцип действия следующий: электрический ток, поступающий по проводникам от источника тока к мостику накаливания, воспламеняет зажигательный состав, от пламени которого детонирует первичное инициирующее ВВ, возбуждая взрыв ЭД, от которого инициируется взрыв уже основного заряда ВВ. Схема устройства ЭД мгновенного действия показана на рис. 3. Время срабатывания ЭД такого типа должно находиться в интервале от 2 до 12 миллисекунд, и он должен безотказно взрываться от постоянного тока 1А.

При изготовлении боевика из одной шашки электродетонатор устанавливают в ее гнезде, а детонаторные провода сращиваются с соединительными проводами (рис. 4). В боевике, изготовленном из нескольких шашек, ЭД помещается в гнездо верхней шашки, при этом шашки скрепляются между собой как это описано выше.

Оборудование для взрывных работ

Оборудование для ВР подразделяется на источники тока, проводники электрического тока, контрольно-измерительные приборы, средства связи, специальный транспорт, инструменты и приспособления.

[1] Э, Ж – соответственно эластичный или жесткий способ крепления мостика накаливания.

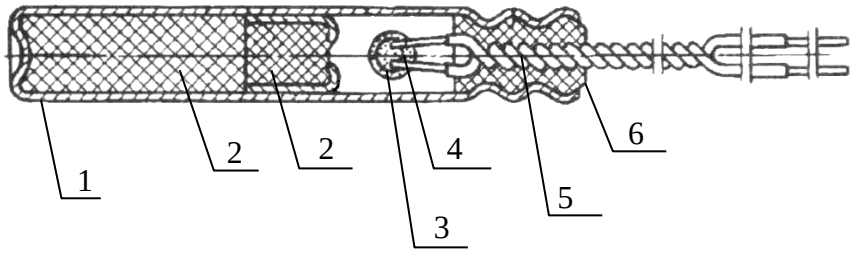


Рис.3. Электродетонатор мгновенного действия ЭД-8-Э [3]:
1 - гильза, 2 - заряд детонатора, 3 – двухслойная воспламенительная головка, 4 – мостик накаливания, 5 – выводные провода, 6 – пластиковая пробка

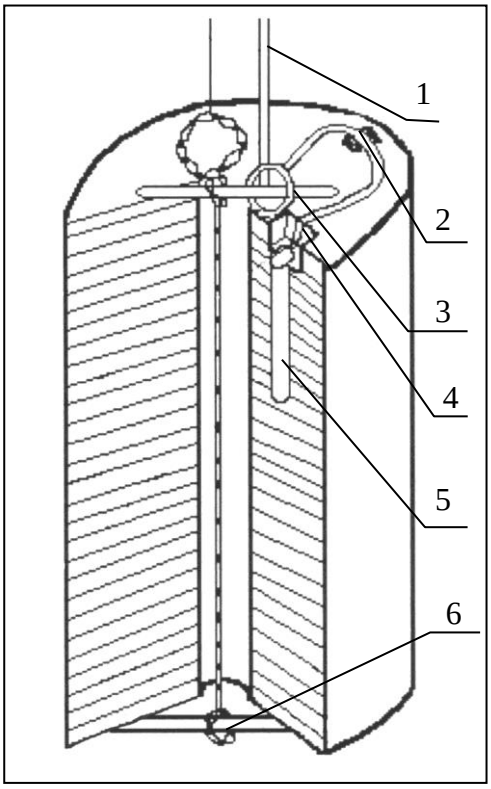


Рис. 4. Монтажная схема боевика [8]:
1 - соединительные провода, 2 – сросток проводов ЭД с проводами взрывной магистрали, 3 – узел крепления проводов, 4 – детонаторные провода, 5 – электродетонатор, 6 – узел вязки заряда

Источники тока

Источником тока, посылающим электрический импульс во взрывную сеть, служит взрывная машинка, входящая в комплект системы синхронизации взрыва. Основной функцией этой системы является синхронизация взрыва и начала регистрации сейсмических сигналов сейсмостанцией. Система состоит из двух блоков - шифратора и дешифратора. Дешифратор устанавливается на взрывном пункте и представляет собой взрывную машинку,

скомбинированную с измерительными электрическими приборами и радиотелефоном. Он также формирует отметки момента взрыва и вертикального времени[2], которые передает на сейсмостанцию сразу после взрыва. Блок шифратора подключается к сейсмостанции и также имеет радиотелефон. При нажатии оператором сейсмостанции кнопки «пуск» шифратор передает радиосигнал командной отметки взрыва (КОМ) на дешифратор. Получив КОМ, дешифратор, заранее подготовленный к работе взрывником, инициирует включение источника тока – происходит взрыв.

Наиболее часто при сейсмических работах используют следующие системы синхронизации: отечественные - SGS-S и ССВ-2, зарубежные - SHOT-PRO, SSS-301, МАСНА, и т.д.

Проводники электрического тока

Общая схема монтажа электровзрывной цепи (ЭВЦ) включает детонаторные, участковые и магистральные проводники.

Детонаторные проводники длиной 30-40 см входят в комплект ЭД.

Участковые проводники служат для продления детонаторных проводников с выводом их на поверхность земли, а также для соединения участковых проводников при групповых взрывах. Длина участковых проводников определяется глубиной скважины и небольшим припуском до 3 м для вывода проводов на поверхность земли, а для взрыва группы скважин дополнительно учитывается расстояние между скважинами.

[2] Вертикальное время – время пробега продольной волны от места заложения заряда ВВ до устья скважины.

Магистральные проводники ведут от взрывной скважины или группы скважин до источника тока. Длина магистральных проводов зависит от безопасного расстояния нахождения взрывного пункта и составляет не менее 150 м с учетом необходимости зачистки концов магистрали после каждого взрыва.

Взрывную магистраль в целях безопасности производства ВР разделяют на 2 части, которые соединяют перед взрывом с помощью специальных вилок. Пример схемы электровзрывной цепи для одиночной скважины показан на рис.5. При работах с применением взрывания группы скважин ЭД соединяют между собой в электрическую цепь последовательно, параллельно или по смешанным схемам. Последовательное соединение состоит в том, что концы соседних детонаторных проводников соединяются между собой через участковые провода, а два крайних присоединяются к магистрали, идущей к источнику тока (рис.6).

Параллельное соединение состоит в том, что каждый концевой провод ЭД подсоединяется к разным магистральным проводам (рис.7). Во втором способе соединения требуется более мощный источник тока, чем в первом.

Возможная схема подключения электродетонаторной косы для обращенного МСК приведена на рис.8. Схема предполагает поочередное присоединение каждого ЭД (или группы ЭД) к взрывной магистрали. В целях безопасности запрещено иметь более одной магистрали. Порядок отработки снизу-вверх.

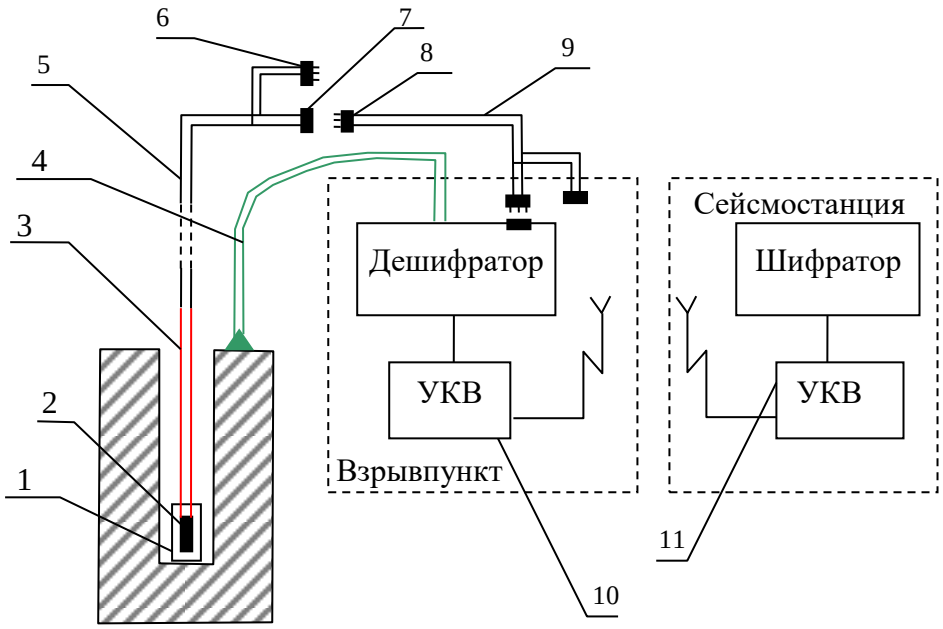
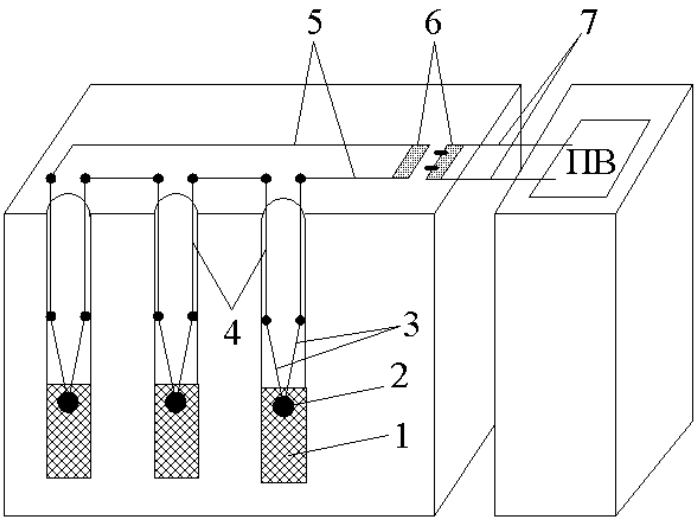


Рис. 5. Схема электрических соединений для взрывов скважинных зарядов при сейсморазведке [9]: 1 – заряд ВВ, 2 – электродетонатор, 3 – участковые провода, 4 – линия вертикального времени, 5 - первая часть магистрали, 6 – закорачивающая вилка, 7 – розетка, 8 - вилка штепсельная, 9 – вторая часть магистрали, 10 – радиостанция взрывпункта, 11 – радиостанция сейсмостанции

Рис.6. Схема электровзрывной сети при последовательном соединении [3]: 1 – взрывчатое вещество; 2 – электродетонатор; 3 – детонаторные провода; 4 – участковые провода; 5 – соединительные провода; 6 – вилка и розетка; 7 – магистральные провода ; ПВ – прибор взрывания



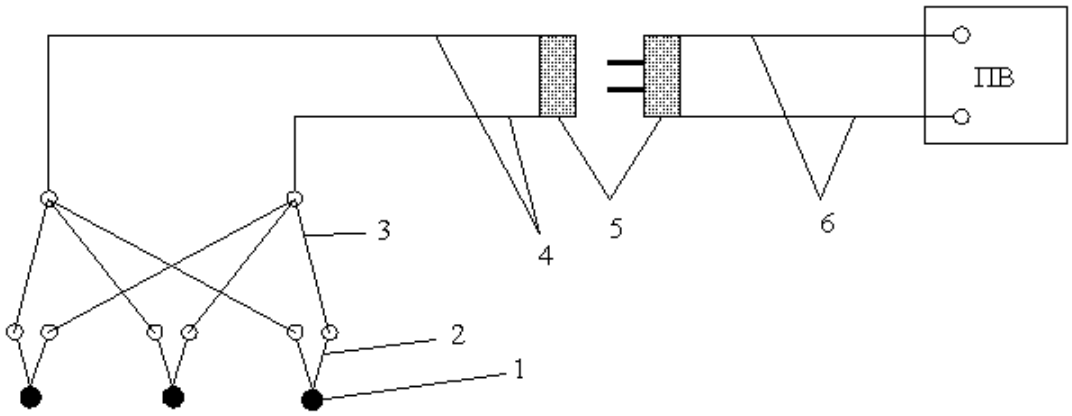


Рис.7. Схема электровзрывной сети при параллельном соединении [3]:

1 – электродетонатор; 2 – детонаторные провода; 3 – участковые провода; 4 – соединительные провода; 5 – вилка и розетка; 6 – магистральные провода; ПВ – прибор взрывания.

Для монтажа ЭВЦ используют провода, состоящие из одной токоведущей жилы. Провода должны иметь хорошую изоляцию, например, из поливинилхлорида, и предназначаться для работы при температуре от -60°С до +50°С при постоянном и переменном токе с напряжением до 380 В. Характеристика прочности проводов, применяемых при взрывных работах, дана в таблице 6.

Таблица 6

Провода для взрывных магистралей

Марки проводов для монтажа ЭВЦ*	Прочность одной жилы	Допустимая масса опускаемого заряда
ВП-0,5	5-6 кГ	До 1 кг
ВП-0,8	До 15 кГ	До 3 кг
ГСП 2 х 035		До 2 кг
ОПГ-232	До 16 кГ	До 3 кг

* Для монтажа электровзрывных цепей также применяются провода марок ВПС-2х0.6, ГСМ, ВМВ, ВМП, ВМПЖ, ЭР, СПП1.

На одном пункте взрыва при ведении ВР разрешается применять только одну электровзрывную магистраль. Участок электровзрывной магистрали, проложенный в той части кузова взрывпункта, где установлены радиостанция и дешифратор ССВ, должен быть выполнен экранированным двухпроводным кабелем с заземлением экрана.

Моментная линия монтируется параллельно взрывной магистрали и служит для регистрации отметки момента взрыва. В целях безопасности она должна отличаться цветом от электровзрывной магистрали и иметь отдельные соединения и вилки, не совмещающиеся с вилками взрывной магистрали. Поскольку моментная линия ведется параллельно взрывной, то их длины должны совпадать. Для моментной линии используют гибкий и прочный провод марки ПСРВ или ПСРП.

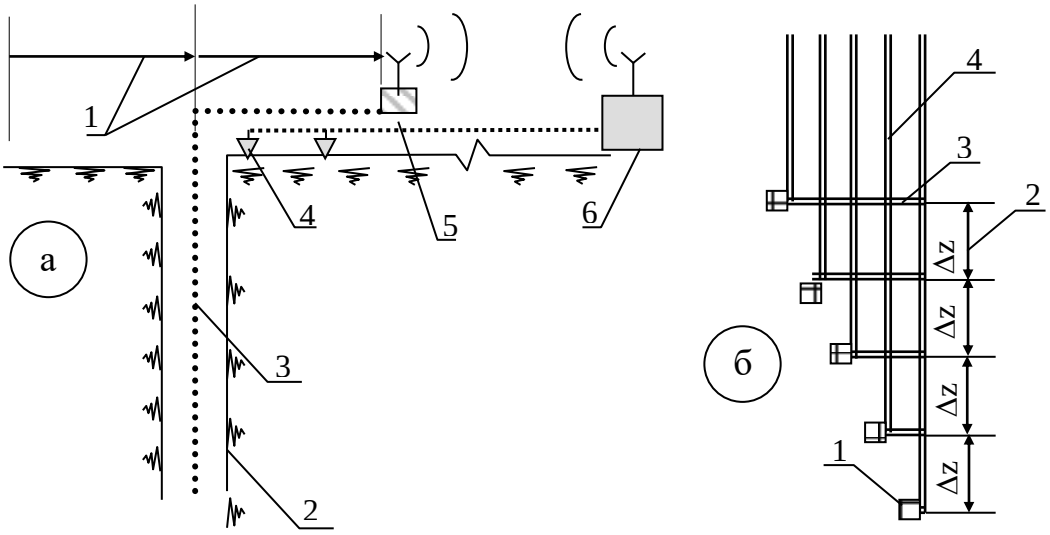


Рис.8. Схема подключения детонаторной косы при обращенном МСК:

а – расположение оборудования: 1 – безопасное расстояние; 2 – стенки скважины; 3 – детонаторная коса; 4 – сейсмоприемники; 5 – дешифратор ССВ; 6 – сейсмостанция с шифратором; б – монтажная схема детонаторной косы: 1 – ЭД; 2 – интервал взрывания; 3 – места закрепления ЭД на косе; 4 – участковые провода.

Контрольно-измерительные приборы

Контрольно-измерительные приборы служат для проверки сопротивления и изоляции ЭД, а также целостности и сопротивления ЭВЦ. Для обеспечения безопасности ВР применяются приборы, допущенные для этой цели Госгортехнадзором России: измеритель сопротивления взрывной сети ХН 2570, линейные мосты Р-3043 и Р-353 для измерения сопротивлений электродетонаторов, взрывной испытатель проводимости светодиодный ВИС–1, омметр ОВЦ-2, индикатор фотоэлектрический Ю-140 для проверки целостности электровзрывной сети, дешифраторы ССВ: ССВ-2, SGS-S и т.д.

Средства связи

Для согласования работ между взрывниками и оператором сейсмостанции обычно используются радиостанции УКВ типа "Маяк": "Motorola", "Vertex", "Bosch", "Лен", "Карат-2". Они устанавливаются на станции взрывного пункта в специальном изолированном отсеке кузова или в кабине автомобиля. В этом отсеке запрещается хранить и перевозить ЭД и выполнять с ними какую-либо работу. В целях повышения производительности труда современные сейсмостанции 408UL, 428XL, I/O SYSTEM FOUR и т.п. позволяют работать с несколькими взрывающими бригадами, при этом безопасность обеспечивается с помощью системы синхронизации, которая по заданию оператора осуществляет связь со взрывником текущего ВП. Оператор планирует порядок отстрела на площади с помощью программного обеспечения сейсмостанции и держит связь со взрывниками поочередно в соответствии со схемой отстрела.

Специальный транспорт

Специальный транспорт используется для перевозки взрывников, ВМ, а также необходимого инструмента и оборудования к месту производства ВР. В качестве такого транспорта в сейсморазведке широко применяются станции взрывного пункта как в заводском исполнении, так и специально оборудованные в соответствии ЕПБВР транспортные средства (табл.7, 8). На станции взрывного пункта в процессе работы разрешается находиться только персоналу ВР, водителю транспортного средства и лицам технического надзора за выполнением взрывных работ.

Инструменты и приспособления.

Обязательными инструментами и приспособлениями при ВР являются:

- нож, отвертка, изолента, кусачки, запас проводов - для зачистки, выравнивания, соединения и изоляции проводов ЭВЦ;

- шпагат пеньковый или лавсановый – для увязки, крепления и опускания зарядов;

- шесты деревянные или металлические - для погружения зарядов (рис.9);

- набор знаков, предупреждающих об опасности: флажки, аншлаги;

- приспособления для подачи звуковых сигналов опасности: свисток и т.п.

Таблица 7

Типы ВП, используемых при сейсморазведочных работах

Название передвижного взрывпункта	Марка
Взрывпункт на санном ходу	СВП-1
Самоходный взрывпункт смонтированный на шасси вездехода ГАЗ-71 или Взрывпункт на гусеничном ходу МТЛБ	СВП-7
Металлический взрывпункт сварной конструкции	
Транспортная санная площадка	ТУ 41-000-84
Самоходный взрывпункт на шасси ГАЗ-66	СВП-5; СВП-6
Станция взрывного пункта на базе Снегоболотохода ГАЗ-34039	СВП-6-02

1. Станция взрывного пункта СВП-6-02



Станция взрывного пункта СВП-6-02 предназначена для выполнения взрывных работ при сейсморазведке:

- доставки взрывчатых материалов (ВМ) и вспомогательного оборудования к месту работ;
- кратковременного (в течение внутрисменных перерывов) хранения ВМ на местах работ;
- доставки персонала к месту работ и обеспечения его отдыха при внутрисменных перерывах в работе;
- выполнения работ по подготовке зарядов и заряжению взрывных скважин;
- взрывания зарядов на подготовленных пунктах взрыва;
- обеспечения беспроводной связи пункта взрыва с сейсмостанцией.

Станция СВП может применяться на взрывных работах в наземной сейсморазведке с использованием всех типов взрывных источников и эксплуатироваться в условиях умеренного климата в диапазоне температур наружного воздуха от -45 до +40 ºС при относительной влажности 75%.

Таблица 8

Основные технические характеристики СВП

Масса перевозимых веществ, кг	до 400
Количество электродетонаторов, шт.	до 300
Емкость барабана для провода, м	до 2500

Методика работ по зарядке скважин.

Взрывник заряжающей бригады на основании наряд-путевки, выданной начальником отряда получает взрывчатые материалы с расходного склада ВМ в объеме сменной потребности. Полученные ВМ взрывник доставляет к месту работы на передвижном взрывном пункте, который всегда располагается за пределами опасной зоны по отношению к взрывной скважине. Радиус опасной зоны рассчитывается в проекте и, если расчетное значение менее 30 м [1], то полагается равным 30 м, в противном случае устанавливается равным расчетному значению, округленному в большую сторону с

точностью до 10 метров. Один из вариантов безопасного размещения людей и оборудования при бурении и заряжении скважин показан на рис.10.

Пассивная часть заряда изготавливается непосредственно на ВП. Маркировка, проверка проводимости и подбор ЭД по сопротивлению (при необходимости) производится зав. складом ВМ в рабочем отсеке караульного помещения склада до их выдачи взрывникам.

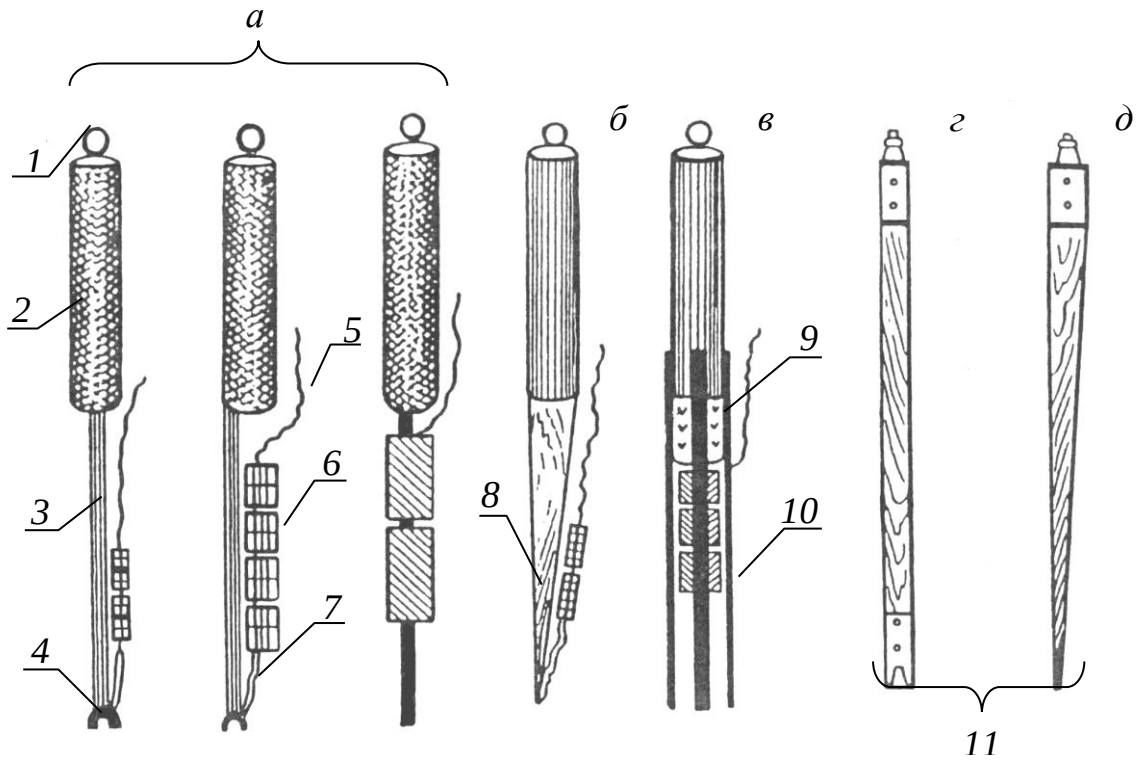


Рис.9. Грузила и шесты для опускания зарядов в скважины [4]:

а – стержневые грузила; б – грузило с деревянным наконечником; в – пластичное грузило; г – шест с наконечником для закрепления заряда; 1 – проушина (кольцо); 2 – корпус; 3 – стержень; 4 – шарик с прорезью; 5 – магистральные провода; 6 – заряд ВВ, скрепленный шпагатом; 7 – петля из шпагата для крепления заряда к грузилу; 8 – деревянный клин; 9 – отрезок дерева; 10 – металлические пластины; 11 – ленточная резьба.

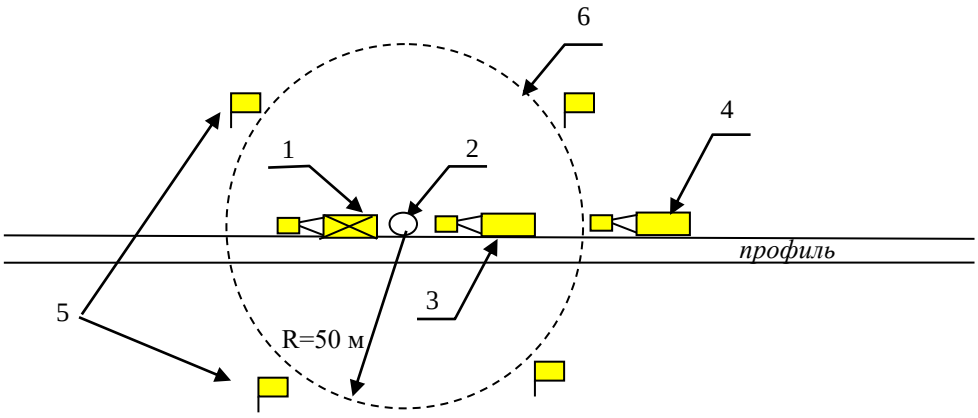


Рис.10. Схема расположения буровзрывного оборудования на пикете при бурении и заряжании скважины: 1 – буровая установка, 2 – точка бурения скважины, 3 – транспортная площадка заряжающей бригады, 4 – вагончик буровзрывной бригады, 5 – знаки обозначения опасной зоны, 6 – границы опасной зоны.

При шнековом бурении сразу по достижении заданной глубины бурения выполняется заряжание скважины через полые шнеки. Опускание зарядов в скважины может производиться на участковых проводах. При этом прочность участковых проводов на разрыв по отношению к массе заряда должна быть не менее, чем один к пяти, в противном случае заряд опускается на дополнительной магистрали или шпагате. Буровое оборудование извлекается.

В заводненных скважинах при колонковом бурении заряд опускается с помощью сжатого воздуха, нагнетаемого в скважину компрессором. В сухих скважинах с устойчивыми стенками зарядка может производиться после завершения всех операций по бурению скважины. Взрывник начинает работу с шаблонирования скважины, и если скважина свободна до заданной глубины погружения заряда, то приступает к ее заряжанию. В устойчивых стенках взрывных скважин

заряды погружаются либо под собственным весом, либо с помощью сжатого воздуха, а в неустойчивых стенках - либо с помощью дополнительного груза, либо в сопровождении специального шеста, оборудованного устройствами, обеспечивающими безопасность (рис.9).

После опускания заряда на забой скважины выполняется забойка скважины (укупорка). В устойчивых породах (мерзлота, плотные глины) забойка скважин должна производиться буровым шламом (зимой) или водой (летом). При наличии в скважине обводненных песчано-глинистых пород (плывунов), которые после извлечения бурового инструмента сразу же заполняют скважину, дополнительной забойки не требуется. Забойка скважин должна производиться до проверки целостности монтажа ЭВЦ. Скважины, пробуренные в устойчивых породах и заряженные без забойки, до отстрела должны находиться под постоянной охраной.

Взрывчатые материалы, доставленные к месту работ, необходимо хранить в сумках, кассетах или в заводской упаковке, а также в спецмашинах и контейнерах. Во всех случаях ВВ и СИ при хранении необходимо размещать раздельно, на расстоянии, исключающем передачу детонации. Вблизи заряжаемых и заряженных скважин следует организовать охрану ВМ, чтобы исключить доступ лиц, не связанных с ВР, в места нахождения ВМ.

Взрывчатые материалы разрешается хранить до заряжания на местах работ в размере суточной потребности за пределами опасной зоны и в размере сменной потребности в пределах опасной зоны.

Методика отстрела заряженных скважин.

Бригада по подрыву заряженных скважин использует передвижные ВП, которые снаряжаются специальным оборудованием для производства взрывов. В качестве взрывной машинки используется дешифратор ССВ.

При сейсморазведочных работах взрывание заранее заряженных скважин выполняется по команде оператора сейсмостанции в следующей последовательности. Взрывник, соблюдая меры безопасности согласно схеме безопасного ведения работ, при отстреле скважин (см. пример на рис.11), выполняет все необходимые проверки и соединения ЭВЦ и докладывает оператору о готовности к производству взрыва. После этого оператор принимает решение о начале работы на ПВ и информирует об этом взрывника. Взрывник, еще раз удостоверившись в безопасности производства взрыва, устанавливает ключ взрывной машинки в положение «работа» и докладывает оператору о готовности к взрыву. Далее оператор сообщает взрывнику о произведении «пуска» и нажимает на сейсмостанции кнопку «ПУСК», при этом сейсмостанция автоматически формирует сигнал командной отметки взрыва и передает его в шифратор ССВ, который по радиоканалу посылает КОМ на дешифратор ВП. Дешифратор принимает КОМ и инициирует взрыв. От дешифратора через боевую двухпроводную магистраль передается импульс тока для подрыва электродетонатора – происходит взрыв. После взрыва взрывник отсоединяет боевую магистраль от ССВ и закорачивает ее, осматривает место взрыва и

сообщает оператору о результате взрыва. При отказе заряда данные об отказе заносятся в журнал регистрации отказов.

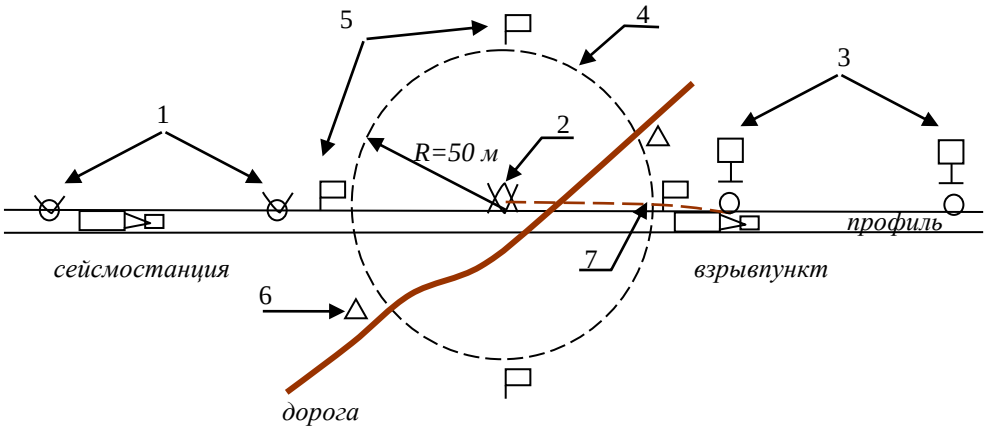


Рис.11. Схема расположения оборудования на отстреле скважины:

1 – отработанные скважины, 2 – отрабатываемая скважина, 3 – заряженные скважины, 4 – границы опасной зоны, 5 – знаки обозначения опасной зоны, 6 – посты охраны опасной зоны, 7 - взрывная магистраль

Методика работ при скважинной сейсморазведке

Взрывные работы при скважинной сейсморазведке (МСК, ВСП) не требуют высокой поточности, поэтому заряжание скважин и взрывные работы ведутся одной взрывной бригадой. При этом модификации скважинной сейсморазведки, использующие регистрацию данных внутри скважины, близки по организации взрывных работ в МОГТ. Модификации, использующие регистрацию данных на поверхности земли (обращенный МСК), когда взрывы осуществляются с некоторым шагом внутри скважины, имеют некоторые особенности.

В случае обращенного МСК заранее подготавливается электродетонаторная коса (электрическая проводная схема). На готовой косе концы участковых проводников, предназначенные для присоединения к взрывной магистрали, замыкаются накоротко. Перед опусканием косы в скважину к ней присоединяются ЭД, места сращивания детонаторных и участковых проводников тщательно изолируются, а ЭД неподвижно закрепляются на косе изолентой. По мере готовности интервалов схемы коса погружается в скважину. При полном опускании косы в скважину производится проверка проводимости первой от забоя скважины пары проводников с ЭД. При наличии проводимости эта пара подключается к взрывной магистрали, производится взрыв в том же порядке как это описано выше при наземных работах. После взрыва магистральные провода отсоединяются и закорачиваются. Далее цикл повторяется для следующей пары, расположенный выше по косе.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Особенности организации ВР на площади исследований.
2. Персонал для производства взрывных работ.
3. Расчет безопасных расстояний при зарядке и отстреле скважин.
4. Методика заряжания взрывных скважин.
5. Методика отстрела заряженных скважин.

Разделы 4 и 5 объединяются, если операции по зарядке и отстрелу скважин осуществляет одна и та же бригада.

Особенности организации ВР на площади исследований

Приводятся необходимые объемы ВМ на весь период работ, сменная потребность в ВМ. На основе этого обосновываются безопасные приемы проведения работ организация безопасного ведения ВР в соответствии с условиями их производства площади исследований.

Литература: [1] - глава IV п. 2, 6, 8-21, 23, 24, 27, 42, 44, 68, 94; [4] - стр. 62-72.

Персонал для производства взрывных работ

В разделе обосновывается необходимое количество лиц, обеспечивающих руководство и ведение ВР. В табличной форме для каждого должностного лица указываются обязанности и вид разрешительного документа для осуществления деятельности при ВР.

Литература: [1] - гл. IV пункты 2, 5, 6, 7, 12, 14, 23, 30, 33 ,34, 52-57(отказ), 61, 66 (ликвидация), [2] - гл. IX «Организация взрывных работ в сейсморазведочной партии».

Определение безопасных расстояний

Расчеты безопасных расстояний выполняются для условий заряжания и подрыва скважин в соответствии с VII и VIII разделами ЕПБВР [1].

Виды расчетов:

- минимальная глубина заложения заряда, при которой исключается выброс кусков породы;

- предельное расстояние между скважинами, при котором может произойти образование общей области разрушения (для группы скважин);
- безопасные расстояния:
  - по разлету кусков горной породы,
  - по воздействию воздушной волны,
  - по сейсмическому воздействию взрывов на здания и сооружения.

При работе вблизи охранных объектов (если они имеются на участке исследований): нефтегазопроводов, шоссе, ЛЭП, подземных кабельных магистралей, телефонных линий и т.д. безопасные расстояния устанавливаются в соответствии существующими регламентами, некоторые из них приведены в табл.9 [8].

Таблица 9

Минимальные расстояния между точкой заложения взрывной скважины и наземными и подземными коммуникациями

Тип охранного объекта	Удаление
От подземных кабельных магистралей	200 м
От железных дорог и жилых строений	100 м
От крайнего провода ЛЭП по горизонтали	200 м
От телефонных линий, шоссейных дорог, нежилых строений	50 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 500 мм	200 м
Оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 700 мм	300 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром до 1000 мм	300 м
От оси ближайшего нефтегазопровода диаметром свыше 1000 мм	400 м

Литература: [1] - глава VII, VIII; [2] - стр. 257-259.

Методика заряжания взрывных скважин

Раздел должен включать следующую информацию:

- используемые материалы и оборудование (типы ВВ и СИ, тип и длина проводов, вид переключателей, марки приборов для измерения тока и сопротивления, вспомогательные инструменты и т. д.)
- внутреннее устройство взрывного пункта,
- порядок получения взрывчатых материалов,
- сменные объемы ВВ и СИ,
- схему конструкции заряда, схему монтажа взрывной магистрали и проводов вспомогательных каналов (отметки момента и вертикального времени),
- порядок заряжания скважины, схему расположения оборудования при бурении и зарядке буровой скважины, предупредительные звуковые сигналы,
- порядок работы при отказах (отсутствии проводимости в участковой магистрали, если заряд не удалось погрузить на заданную глубину, заклинивании заряда в колонне бурильных труб).

Литература: [1] - глава IV, п. 52-57,61,66; [2] - стр.121-123, [3] – стр. 218-232

Методика отстрела заряженных скважин

Раздел должен включать следующую информацию:

- используемые материалы и оборудование ВП,
- внутреннее устройство ВП,
- порядок работы взрывников при отстреле заряженной скважины,
- схему расположения оборудования при отстреле,

- порядок работы с отказами.

Объем главы: 3-3,5 стр. печатного текста.

Литература: [1] - глава VI, п. 2, 6, 8-20, 44, 68, 94; [2] - стр.159-162.

2.4. Организация перевозки и хранения ВМ

Раздел должен содержать сведения по организации:

- перевозки ВМ до участка работ и в пределах участка работ,
- безопасного хранения, приема, выдачи и учета ВМ в полевых условиях,
- мероприятий, касающихся охраны ВМ во время перевозки и хранения.

Указываются должностные лица, ответственные за перевозку и хранение ВМ.

В качестве обязательных графических приложений приводятся схема устройства кратковременного склада и (или) схема устройства передвижного склада с указанием безопасных расстояний для людей и сооружений.

Общие замечания

Взрывчатые материалы, доставленные на базу сейсмической партии, хранятся на расходных кратковременных складах соответствии с требованиями ЕПБВР. В состав таких складов могут входить одно или несколько хранилищ ВМ, щиты или сараи с противопожарным инвентарем, ограждение, караульное помещение и площадка для хранения тары из-под ВМ. Склады могут быть обустроены на поверхности земли, или полузаглубленными.

Кратковременные склады ВМ относятся к числу расходных складов со сроком службы до 1 года. Срок хранения исчисляется с момента завоза ВМ. На этих складах разрешается распаковывать ВМ и выдавать их взрывникам.

При значительном удалении сейсморазведочных профилей от населенных пунктов устраиваются передвижные кратковременные склады ВМ в специально оборудованных автомашинах, контейнерах или балках. Контейнеры или балки размещаются на шасси или сварных санях и транспортируются тракторами или другим транспортом высокой проходимости (рис.12).

В таблице 10 приведены сроки хранения и количество ВМ для типичных кратковременных складов, применяемых в сейсморазведке [4]. При совместном хранении с взрывчатыми веществами электродетонаторы размещаются в отдельном ящике, обитом изнутри войлоком.

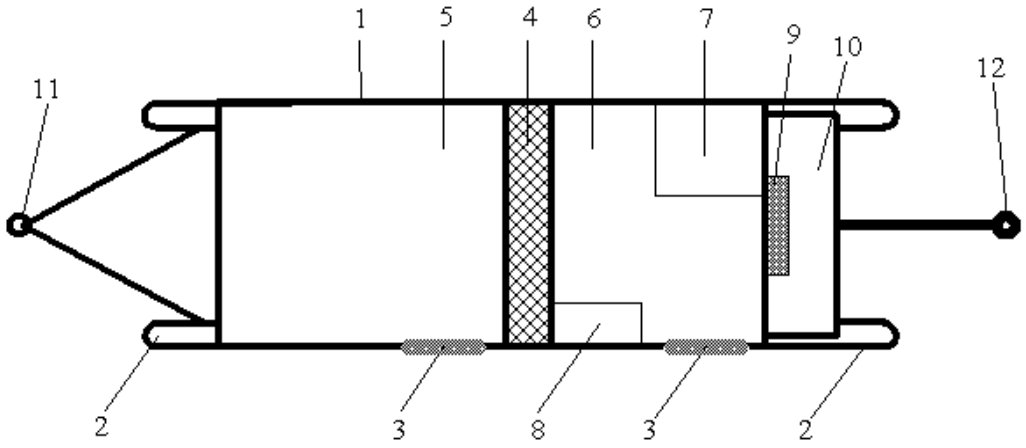


Рис.12. Схема передвижного склада ВВ в балке [4]:

1 – балок; 2 – тракторные сани; 3 - двери; 4 – перегородка, засыпанная внутри шлаком; 5 – помещение для хранения ВВ; 6 – помещение для хранения ЭД; 7 – ящик для ЭД, обитый войлоком изнутри; 8 – столик для выдачи и приема ЭД; 9 – щит с противопожарным инвентарем; 10 – ящик с песком; 11 – тракторный прицеп; 12 – аварийный прицеп

Таблица 10

Условия хранения ВМ

Условия кратковременного хранения	Срок хранения,	Предельное количество при совместном хранении		Предельное количество при раздельном хранении	
	месяц	ВВ, т	ЭД, шт.	ВВ, т	ЭД, шт.
В нежилых строениях, землянках и других помещениях	12	3	10000	18	25000
На автомашинах, повозках, специальных балках, на тракторных санях	На срок продолжительности работ	не более 2/3 грузоподъемности	5000	-	-
На площадках, приспособленных для хранения ВВ	2	В зависимости от потребностей и условий хранения			

При выборе местоположения складов предпочтение отдается возвышенным участкам на плотных и сухих грунтах на безопасном расстоянии от населенных пунктов и промышленных сооружений. Территория склада очищается от легковоспламеняющихся материалов, огораживается, вокруг нее устанавливаются предупредительные знаки. Подъездные пути к складу и на его территории обустраиваются таким образом, чтобы не создавалось аварийных ситуаций при движении транспорта.

При расчете безопасных расстояний для складов выделяют внутренние и внешние показатели. Расстояния между отдельными хранилищами внутри склада устанавливаются с учетом требований

отсутствия камуфлета. Внешняя безопасность обеспечивается достаточной удаленностью склада от окружающих зданий и сооружений. При этом опасные зоны определяются по действию сейсмической и воздушной волны и по разлету осколков.

В пути следования и при стоянках на передвижной склад ВМ распространяются те же ограничения безопасных расстояний, что и для автотранспорта при перевозках ВМ Передвижной склад должен располагаться на расстоянии не менее 200 м от места производства взрывных работ, жилых балков и мест хранения ГСМ.

Сейсморазведочные подразделения получают ВМ преимущественно со складов вышестоящих ведомств или с заводов-изготовителей. Для получения и перевозки ВМ начальником сейсморазведочной партии назначается ответственное лицо, в распоряжение которого выделяются оборудованный транспорт, вооруженная охрана и грузчики.

Маршрут перевозки ВМ, по возможности планируется так, чтобы на пути следования не было населенных пунктов, промышленных и природоохранных объектов и памятников культуры. Если необходимо перевозить ВМ через крупные населенные пункты, то маршрут прокладывают вдали от зрелищных, учебных, детских и лечебных учреждений. В маршруте отмечаются места стоянок, заправок топливом и опасные участки дороги.

Как правило, к месту работ ВМ доставляются по железной дороге до ближайшей станции (или водным путем до ближайшего порта), а затем автотранспортом. В отдельных случаях ВМ перевозятся только автотранспортом. При отсутствии железных, шоссейных и

проселочных дорог, а также водных путей сообщения ВМ доставляют до ближайшего аэропорта или специально оборудованной взлетно-посадочной площадки самолетами или вертолетами.

На любом виде транспорта каждая группа ВМ должна перевозиться отдельно. В исключительных случаях, допускается совместная перевозка ВМ различных групп в количествах не более 1500 кг ВВ и 6000 детонаторов.

Автомобили, используемые для транспортирования взрывчатых материалов, должны отвечать требованиям Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом, утвержденных приказом Министра транспорта Российской Федерации от 8.08.95 г. № 73.

При перевозке ВМ скорость автотранспортных средств не должна превышать 60 км/ч, а при плохой видимости 20 км/ч. При следовании колонны автомашин с ВМ дистанция должна составлять на горизонтальном участке дороги - не менее 50 м, в горной местности – не менее 300 метров. Не разрешается перевозка ВМ на расстоянии менее 300 м от встречающихся пожаров и менее 50 м от «факелов» на нефтегазовых промыслах.

Автотранспортное средство, перевозящее ВМ, обеспечивается топливом на весь путь следования без дозаправки. В случае необходимости заправка производится из металлических канистр на специально оборудованной площадке, расположенной на расстоянии не менее 25 м от территории АЗС. В отдельных случаях предусматривается передвижная автозаправочная станция.

Погрузка ВМ в авиатранспорт осуществляется на резервных взлетных дорожках, удаленных на безопасное расстояние от сооружений аэропорта и стоянки самолетов. Мешки или ящики с ВМ укладываются в самолет (вертолет) по указанию командира экипажа, а затем прочно укрепляются веревками. Груз ВМ сопровождается до места назначения представителем сейсмической партии, имеющим книжку взрывника. Взрывчатые материалы доставляются в аэропорт к месту погрузки на борт ко времени отправления. По прибытии в аэропорт назначения ВМ должны выгружаться в приготовленный транспорт и сразу отправляться на склад.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Особенности транспортировки и хранения ВМ.
2. Транспортировка ВМ.
3. Организация хранения взрывчатых материалов.

Особенности транспортировки и хранения ВМ

На основе сведений об объемах ВВ и СВ, которые должны быть использованы сейсмической партией во время полевого периода, а также об условиях производства сейсморазведочных работ делается заключение о типе и количестве складов ВМ. В общих чертах описывается маршрут и виды транспорта для доставки ВМ на участок работ. Приводятся общие сведения об организации транспортировки ВМ в пределах участка работ.

Транспортировка ВМ

Обосновывается маршрут доставки ВМ. Приводятся сведения о грузоподъемности транспорта, который будет использоваться при

перевозке. Указываются виды и объемы ВМ, транспортируемых за один рейс, скорость движения транспорта, безопасные расстояния при движении в колонне, количество необходимых рейсов, персонал, сопровождающий груз с ВМ. Описывается порядок охраны во время рейса, правила безопасной транспортировки груза ВМ (погрузка, разгрузка, укладка ВМ, скорость движения, заправка транспорта горючим). Указываются правила транспортировки ВМ в пределах участка работ.

Организация хранения взрывчатых материалов в

Описывается устройство необходимых расходных складов ВМ стационарных и (или) передвижных с указанием количества хранилищ и предельных емкостей для хранения ВМ, срока их хранения, порядка безопасного складирования ВМ.

Приводятся расчеты безопасных расстояний по расположению склада относительно окружающих объектов. Обосновывается расчетами расстояние между отдельными складскими помещениями. Дается схема расположения служебных помещений и их обустройство в пределах склада (см. пример на рис.13).

Описывается порядок охраны складов ВМ, организация противопожарных мероприятий.

Указывается персонал, ответственный за прием, учет и выдачу ВМ, а также за пожарную безопасность.

Описывается прием, выдача и учет ВМ в полевых условиях.

Объем текстовой части раздела: 1-2 стр.

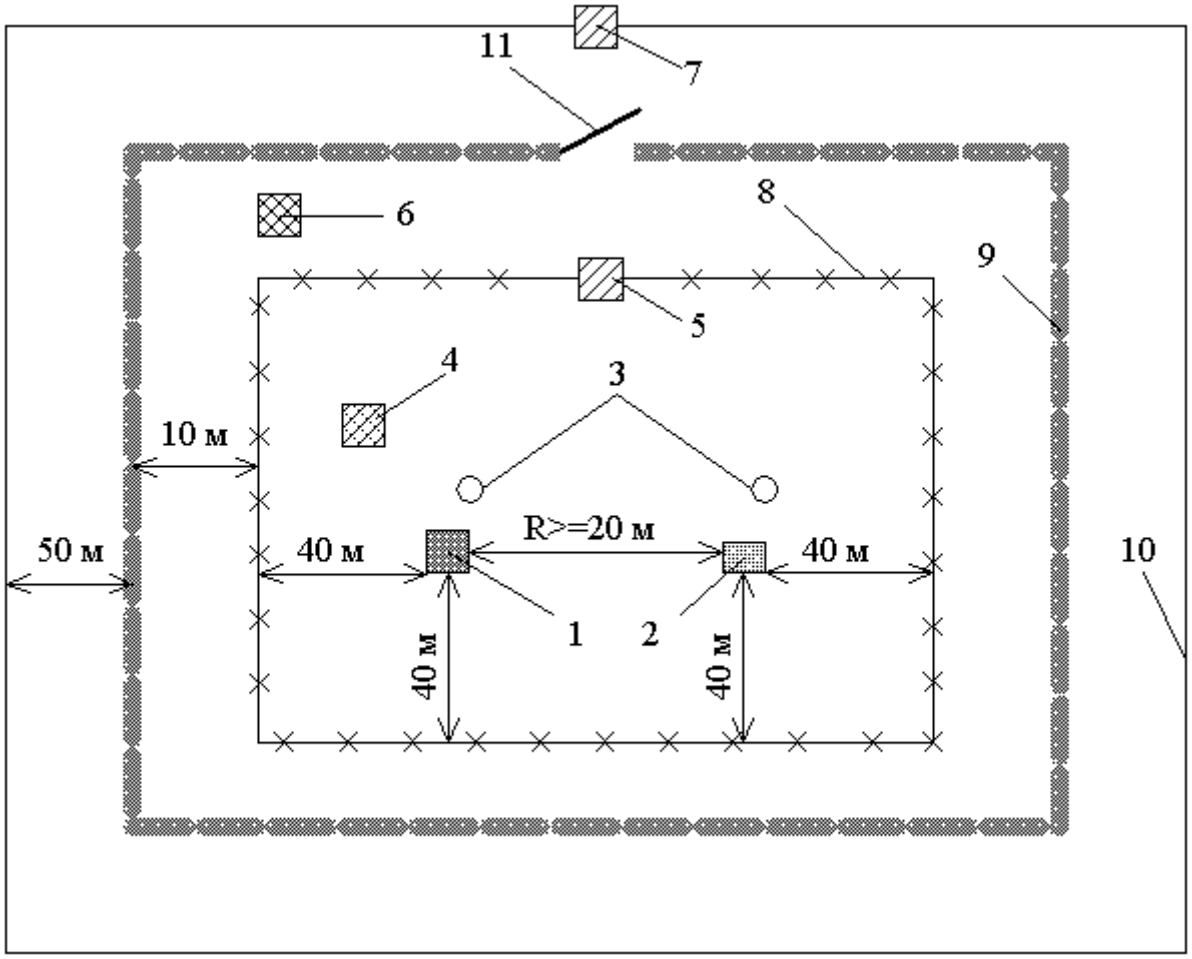


Рис.13. Поверхностный склад ВМ [3]: 1 – хранилище ВВ; 2 – хранилище СИ; 3 – молниеотводы; 4 – склад для противопожарного инвентаря; 5 - проходная будка; 6 – склад для тары; 7 – караульное помещение; 8 – ограда; 9 – противопожарная канава; 10 – граница запретной зоны; 11 - ворота

Литература: [1] - глава X, п. 3, 6.3, 6.4, 9, 16-18, 28, 31; глава XI, п.1, 2, 4; [2] - стр.228-254; [3] - стр.345-253

2.5. Ликвидация последствий буровзрывных работ

Раздел должен содержать сведения о процессе обезвреживания невзорвавшихся (отказавших) зарядов, об уничтожении взрывчатых материалов, пришедших в негодность, о ликвидации последствий взрывов, которые могут повлечь аварии и несчастные случаи.

Общие замечания

Отказами зарядов при производстве взрывных работ при сейсморазведке считаются: отсутствие проводимости взрывной магистрали из-за обрыва участковых или детонаторных проводов; перегорание или обрыв мостика накаливания ЭД; короткое замыкание участковых, детонаторных проводов или вилочки электродетонатора; взрыв ЭД без детонации основного заряда; заклинивание заряда в шнековой колонне.

При обнаружении отказа заряда взрывники должны:

1) уведомить руководителя взрывных работ;

2) произвести необходимые отключения ЭВЦ;

3) выставить аншлаг с надписью "Отказ";

4) записать отказ в журнал регистрации отказов при ВР.

Во всех случаях работы, связанные с ликвидацией отказов, должны проводиться под руководством лица технического надзора. Ниже в таблице 11 приводятся некоторые способы ликвидации отказавших зарядов. Отказавший заряд должен быть извлечен из скважины и уничтожен взрыванием в безопасном месте. Если заряд не дошел до забоя скважины, он должен быть извлечен и на время проработки скважины отнесен от нее на безопасное расстояние. В случае невозможности извлечения заряда его следует взорвать в обычном порядке. **Запрещается** перебуривать скважины с отказавшими зарядами или после подрыва отказавшего заряда.

Взрывчатые материалы, пришедшие в негодность, подлежат возвращению на расходный склад и дальнейшему уничтожению на специально оборудованном полигоне в соответствии с ЕПБВР.

Таблица 11

Способы ликвидации отказавших зарядов

Вид отказа	Способ ликвидации
Взрыв в скважине только одного ЭД	Ликвидации не требуется, т.к. при этом основной заряд по истечению гарантийного срока теряет способность к детонации
Частичная детонация основного заряда	Ликвидации не требуется, т.к. происходит выгорание верхней части основного заряда и обрыв участковых проводов.
Отсутствие проводимости или короткое замыкание в ЭВЦ при возможности досылки заряда в скважину	Производится досылка и взрывание небольшого по величине заряда, при этом происходит разрыв участковых проводов и искусственное обрушение стенок скважины. Безопасное расстояние должно быть рассчитано для суммарного заряда, но берется не менее 100 м.
То же при невозможности дослать заряд в скважину	Производится "откусывание" участковых проводов, после чего извлечение заряда из скважины не представляется возможным
Заклинивание заряда в шнековой колонне	Ликвидация осуществляется путем извлечения заряда с применением небольшого усилия и повторным погружением этого заряда в область забоя, после чего он может быть использован для нормальной работы
Заклинивание заряда в шнековой колонне и невозможности повторного погружения заряда в область забоя	Заряд поднимается вместе с колонной на глубину не менее 3 метров от поверхности земли и уничтожается взрыванием, в этом случае безопасное расстояние принимается равным не менее 1500 метров.

Уничтожение взрывчатых материалов, в том числе не отвечающих требованиям стандартов и технических условий, производится по письменному распоряжению руководителя ВР. О каждом уничтожении взрывчатых материалов составляется акт с указанием количества и наименования уничтоженных взрывчатых материалов, причин и способа уничтожения.

После проведения сейсморазведочных работ территория, на которой выполнялись сейсморазведочные работы, должна быть приведена в состояние, обеспечивающее полную безопасность для людей, животных, транспорта и возможность ее дальнейшего использования в хозяйственных целях. Несмотря на меры по обеспечению безопасности ВР, в результате взрывов могут произойти разрушения поверхности земли и, как следствие - аварии и несчастные случаи. В связи с этим ликвидацию последствий взрывов необходимо производить сразу по окончании взрывных работ до выезда сейсмической партии с площади.

В ходе ликвидационных работ устанавливается вид разрушений выработок после взрывов, выбираются способы их ликвидации. Участки, на которых последствия взрывных работ представляют непосредственную опасность для людей, животных и транспорта, обозначаются знаками "Опасно". Указывается направление объезда, в случае необходимости выставляется охрана.

Если ствол скважины сохранился без изменений, и на поверхности земли отсутствуют какие-либо изменения, то ликвидация в этом случае состоит в забойке устья скважины с

помощью деревянной пробки длиной не менее 1.5 м (диаметром не менее диаметра скважины).

Если на местах отработанных скважин образовались глубокие воронки с валом разрушенной породы по краям, и нет условий для последующего обрушения скважины, то воронку засыпают грунтом с помощью бульдозера и выравнивают.

При образовании камуфлета от взрыва на малой глубине производят обрушение кровли накладными зарядами, образующиеся воронки засыпают и выравнивают.

После окончания работ по ликвидации последствий взрывов комиссия, состоящая из представителей местных органов власти и сейсмической партии, составляет акт о ликвидации с указанием профилей и отработанных скважин.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Ликвидация отказавших зарядов.
2. Порядок уничтожения ВМ.
3. Ликвидация последствий взрывов.

Литература: [1] - глава IV, п. 52-57, 61,66; [2] – стр. 183-193

Объем раздела: 1 стр.

2.6. Основные мероприятия по технике безопасности при взрывных работах

Указывается перечень основных документов, регламентирующих безопасное ведение ВР при сейсморазведке. Базовый список таких документов приводится в приложении 1. Приводятся основные

особенности ВР на участке работ и список организационных мероприятий, направленных на обеспечение безопасного ведения работ.

Рекомендуемый план написания раздела

1. Перечень документов, регламентирующих безопасное ведение ВР.
2. Порядок оповещения населения, проживающего вблизи участка работ, и организаций, ответственных за охранные объекты, расположенные в пределах участка.
3. Знаки, для обозначения опасной зоны; звуковые сигналы опасности.
4. Охрана вблизи мест прохода в опасную зону.
5. Инвентарь и одежда, обеспечивающие безопасность персонала ВР.

Литература: [2] – 255-264 стр. Объем раздела - 1 стр.

2.7. Заключение и литература

В разделе "Заключение" следует отразить основные особенности выполненного проекта. Объем раздела не более 0,5 страницы. В разделе "Литература" указывается список использованных при написании проекта печатных изданий. Список приводится в алфавитном порядке. В тексте проекта должны быть ссылки на каждый пункт списка литературы.

3. Сроки и порядок прохождения проекта

Задание на проектирование выдается за 6 недель до конца семестра, после прохождения более половины лекционного материала. Задания на проектирование составляются преподавателями кафедры геофизики нефти и газа каждый учебный год. Конкретные цифры и параметры задания заменяются, при этом список исходных параметров остается прежним.

Проектирование с плановыми консультациями проходит в течение 4 недель. По истечении этого срока проект должен быть сдан преподавателю, руководящему проектированием.

4. Рекомендуемая литература

Основная

1. Единые правила безопасности при взрывных работах. Сборник нормативных документов. 2001 г. Утверждены Госгортехнадзором России. Москва, Корпорация «Трансстрой».

2. Казаков А.Т. Методика и техника взрывных работ при сейсморазведке. – 5 - е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1987. - 296 с.

Дополнительная

3. Комащенко В.И., Носков В.Ф., Лебедев Ю.А. Буровзрывные работы. Учебник для вузов. – М: Недра, 1995. – 413 с.

4. Потапов О.А. Организация и технические средства сейсморазведочных работ. - М.: Недра, 1989. - 260 с.

5. Ребрик Б.М. Бурение инженерно-геологических скважин: Справочник. – 2 – е изд., перераб. и доп. – М. Недра, 1990. – 336 с.

6. Сейсморазведка: Справочник геофизика. В двух книгах/ Под ред. В.П. Номоконова. Книга первая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. - 336 с.

7. Сейсморазведка: Справочник геофизика. В двух книгах/ Под ред. В.П. Номоконова. Книга вторая. - 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1990. - 400 с.

Фондовая[3]

8. Типовой проект на производство БВР при сейсморазведке в полевых подразделениях ОАО "Хантымансийскгеофизика", г. Ханты-Мансийск, 1999, 20 с.

9. Проект буровзрывных работ методом скважинных зарядов при сейсморазведке. ОАО "Сибнефтегеофизика», г. Новосибирск, 2002, 43 с.

[3] Имеется на кафедре геофизики нефти и газа УГГУ

Приложение 1

Список документов, регламентирующих порядок производства БВР

1. Методическое указание по разработке и составлению паспортов проектов буровзрывных работ на проведение горно-разведочных выработок. Мингео ВИЭМС, 1984 г.

2. Сборник нормативных документов. Единые правила безопасности при взрывных работах. 2001 г. Утверждены Госгортехнадзором России. Москва, Корпорация «Трансстрой».

3. Правила безопасности при геологоразведочных работах. - Москва, "Недра", 1991 г.

5. Типовая инструкция по организации и безопасному проведению взрывных работ при сейсморазведке методом общей глубинной точки, Москва Мингео, 1991 г.

7. Типовая инструкция по технике безопасности для бурильщиков механического вращательного бурения, сейсморазведочного бурения скважины и их помощников. Мингео СССР, 1977 г.

6. Склады передвижные взрывчатых материалов для сейсморазведочных работ. Отраслевой стандарт ОСТ-41-03-153-79, 1981г.

7. Инструкция по пропускному режиму и охране взрывчатых материалов на объектах Мингео СССР, 1984 г.

Приложение 2

Задание на выполнение курсового проекта
по дисциплине
"Технология и безопасность взрывных работ"
Вариант 1
Северо-Кондинская площадь

Исходные данные для проектирования

1. Условия производства работ

Вид работ – поисковые сейсморазведочные работы МОГТ
Масштаб – 1:100000
Площадь исследований, кв. км – 625
Объем работ, пог. км – 500
Административное положение – Кондинский район Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области
Климатические условия на период полевых работ – холодная зима, количество дней с температурой ниже -25^0С составляет 20% полевого периода
Глубина промерзания грунта, м – 2 –3 м
Залесенность, % - 80 Заболоченность, % - 60
Группа дорог – отсутствуют
Возможность передвижения в районе работ – тракторно-вездеходный транспорт, авиатранспорт, (водный – только летом)
Продолжительность полевого сезона – с 1 ноября по 15 апреля

2. Типовой разрез взрывной скважины.

Интервал глубин, м	Описание горных пород	Категория пород по буримости	Содержание %
0.0 – 0.5	Почвенно-растительный слой	I	
0.5 – 5.0	Переслаивающиеся пески и глины	I - II	
5.0 – 12.0	Пески и супеси	II	
12.0 – 18.0	Супеси с участками многолетней мерзлоты	III	
18.0 – 22.5	Вязкие глины с примесью гравия, имеются участки многолетней мерзлоты	IV	

3. Перечень основных сведений по методике исследований.

Метод исследований – МОГТ
Тип используемых волн – Р
Методика – продольное профилирование
Система наблюдений – центральная
Кратность – 24
Длина расстановки, м – 4800
Расстояние между центрами групп сейсмоприемников, м – 100
Взрывной интервал, м – 100
Тип источника – группа скважин
Количество скважин в группе – 4
Средняя величина заряда, кг – 0.8 х 4
Средняя глубина скважин, м – 16

Утверждаю

Зав. кафедрой геофизики нефти и газа
проф. Бондарев В.И.

Учебно-методическое пособие по курсовому проектированию по дисциплине «Технология и безопасность взрывных работ» для студентов специальности для студентов специализации «Сейсморазведка» (НФ) специальности «Технологии геологической разведки»

Составили: Бондарев В.И., Крылаткова Н.А.

Корректура кафедры геофизики нефти и газа

Подписано к печати. .07 Формат бумаги 60х84 1/16

П.л. уч. изд. л. Тираж 50 Заказ

Цена С

Лаб. множительной техники УГГУ

620219, Екатеринбург, Куйбышева, 30

М. В. Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Екатеринбург
2008



Федеральное агентство по образованию

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

М. В. Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Конспект лекций

Екатеринбург
2008

Посвящается памяти
профессора В. Г. Симанова

УДК 622.233:622.235
К 67

Рецензенты: д-р техн. наук, профессор Першин В. В. (ГУ «Кузбасский государственный технический университет»); канд. техн. наук Пиленков Ю. Ю. (ООО «Унипромедь-Инжиниринг»); канд. техн. наук Сухов Р. И. (Институт горного дела УрО РАН).

Печатается по решению редакционно-издательского совета Уральского государственного горного университета

М.В.Корнилков
К 67 Разрушение горных пород взрывом: конспект лекций / М. В. Корнилков; Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – 210 с.

Приведены сведения об основных способах бурения шпуров и скважин. Изложены основные положения теории взрыва и взрывчатых веществ: определение взрыва и взрывчатого вещества; кислородный баланс ВВ; чувствительность ВВ к внешним воздействиям; формы химического превращения ВВ; основы теории детонации; формы работы взрыва; принципы расчета сосредоточенных зарядов; характеристики промышленных взрывчатых веществ. Рассмотрены основные методы производства взрывных работ: шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов. Приведены основные принципы регулирования степени дробления горных пород взрывом.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 130400 (650600) – «Горное дело». Может быть рекомендовано для специалистов горнодобывающих предприятий, занимающихся взрывными работами.

УДК 622.233:622.235

© Уральский государственный горный университет, 2008

© Корнилков М. В., 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 7
Лекция 1. Цель, задачи и содержание дисциплины. Краткая история развития взрывных работ. Современные виды взрывных работ ... 8

Раздел I. СПОСОБЫ БУРЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН 20
Лекция 2. Способы бурения шпуров и скважин 20
Лекция 3. Оборудование для бурения шпуров и скважин 26

Раздел II. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЗРЫВА И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ.... 35
Лекция 4. Понятие о взрыве и взрывчатом веществе. Кислородный баланс ВВ. Ядовитые газы взрыва..... 35
Лекция 5. Начальный импульс и чувствительность ВВ..... 41
Лекция 6. Формы химического превращения ВВ. Основные положения теории детонации 52
Лекция 7. Экспериментальные методы определения скорости детонации. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации 58
Лекция 8. Работа взрыва. Пробы на бризантность и работоспособность ... 67
Лекция 9. Основные положения теории предохранительных ВВ. Методы испытания предохранительных ВВ 75
Лекция 10. Классификация зарядов ВВ. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и при наличии обнаженной поверхности. Воронка взрыва и ее элементы. Классификация зарядов по показателю действия взрыва. Принципы расчета сосредоточенных зарядов 82
Лекция 11. Классификация промышленных взрывчатых веществ. Основные компоненты промышленных ВВ..... 87
Лекция 12. Современный ассортимент непредохранительных ВВ. Промышленные взрывчатые вещества I класса по условиям применения..... 96
Лекция 13. Промышленные взрывчатые вещества II класса по условиям применения. Предохранительные взрывчатые вещества III-VII классов..... 107

Раздел III. МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ..... 116
Лекция 14. Методы производства взрывных работ, их преимущества и недостатки. Разрушение горных пород при проведении подземных выработок: сущность метода шпуровых зарядов при проведении выработок, группы шпуров по назначению 116
Лекция 15. Классификация врубов при проведении подземных выработок. Конструкции врубов и область их применения... 123

Лекция 16. Показатели буровзрывных работ.
Принципы расчета параметров буровзрывных работ.
Паспорт буровзрывных работ 131
Лекция 17. Основные направления совершенствования буровзрывных
работ при проведении подземных горных выработок 140
Лекция 18. Метод шпуровых зарядов при подземной разработке
месторождений полезных ископаемых
(рудные и угольные шахты) 147
Лекция 19. Метод скважинных зарядов при подземной разработке
месторождений полезных ископаемых 153
Лекция 20. Метод скважинных зарядов при уступной отбойке
в карьерах. Элементы уступа и параметры скважинных
зарядов. Расчет параметров взрывных работ.
Схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ)
скважинных зарядов 161
Лекция 21. Регулирование степени дробления горных пород взрывом 170
Лекция 22. Проект массового взрыва. Технология производства
взрывных работ при уступной отбойке в карьерах 179
Лекция 23. Метод камерных зарядов, сущность метода, область
применения. Взрывное разрушение негабаритных кусков ... 187
Лекция 24. Основные принципы организации взрывных работ
на горном предприятии: техническая документация
для производства взрывных работ; персонал для взрывных
работ; правила учета, приемки и выдачи
взрывчатых материалов 196

Заключение……. 201

Список литературы 203

Введение

Разрушение горных пород взрывом является основным элементом технологии разработки месторождений полезных ископаемых как открытым, так и подземным способами, а также строительства шахт и подземных сооружений. В настоящее время буровзрывные работы являются универсальным и практически единственным высокоэффективным способом подготовки к выемке скальных пород с коэффициентом крепости $f > 6$ по шкале проф. М. М. Протодьяконова. Данный способ останется основным и в ближайшей перспективе (20-30 лет).

Учебное пособие представляет собой конспект лекций, которые сгруппированы в три основных раздела. В первом приводятся сведения о способах бурения и основных типах оборудования для бурения шпуров и скважин. Второй раздел посвящен основам теории взрыва и взрывчатых веществ. В нем даются понятия взрыва и взрывчатого вещества (ВВ), а также приводятся сведения об основных свойствах ВВ, основах теории детонации, факторах, влияющих на устойчивость детонации зарядов ВВ, компонентах ВВ, об основных промышленных ВВ различных классов по условиям применения. Кроме того, здесь рассматриваются характеристики форм работы взрыва, механизм действия зарядов в среде. В третьем разделе рассмотрены основные методы производства взрывных работ: методы шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов – применительно к подземным и открытым горным работам.

Конспект лекций составлен в соответствии с учебной программой дисциплины «Разрушение горных пород взрывом» для основных специальностей направления подготовки дипломированных специалистов 130400 (650600) – «Горное дело».

Лекции 3 и 5 написаны совместно с доцентом Волковым М. Н., лекции 14-19 – в соавторстве с доцентом Петрушиным А. Г., лекции 20, 22, 23 – с профессором Ермолаевым А. И.

Большую помощь в подготовке рукописи конспекта лекций к изданию оказали аспиранты Осипов И. С. и Сынбулатов В. В.

Лекция 1

ЦЕЛЬ, ЗАДАЧИ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ. СОВРЕМЕННЫЕ ВИДЫ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

1.1. Цель, задачи и содержание дисциплины

Учебная дисциплина «Разрушение горных пород взрывом» занимает основополагающее место в учебном плане подготовки горных инженеров, поскольку разрушение пород является одним из основных технологических процессов при разработке полезных ископаемых и строительстве горных предприятий и подземных сооружений различного назначения.

Основная цель дисциплины состоит в приобретении студентами знаний в области теории взрыва и взрывчатых веществ, закономерностей разрушения горных пород взрывом, а также методов и технологии взрывных работ.

Дисциплина неразрывно связана с технологическими дисциплинами всех специальностей направления «Горное дело». Базовыми дисциплинами, знание которых необходимо для изучения курса по разрушению горных пород взрывом, являются: высшая математика, физика, химия, физика горных пород, геологические дисциплины, основы горного дела.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- знать основы теории взрыва и взрывчатых веществ (ВВ), современный ассортимент ВВ и средств инициирования (СИ), направления и перспективы их совершенствования, правила безопасного обращения с взрывчатыми материалами (ВМ), процессы и закономерности дробления массива горных пород взрывом при различных методах взрывных работ, технологию взрывных работ при методе шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов, пути совершенствования взрывных работ с учетом конкретных условий их производства;
- уметь безопасно обращаться с ВМ, определять пригодность их к применению, выбрать рациональный тип ВВ и способ инициирования зарядов, рассчитать параметры взрывных работ при различных методах их производства.

В соответствии с утвержденным учебным планом при изучении дисциплины «Разрушение горных пород взрывом» запланировано проведение лекционных и практических занятий, а также самостоятельная работа студентов с выполнением определенных домашних заданий.

Данное учебное пособие представляет собой конспект лекций. Информация по существующему ассортименту средств инициирования и способам взрывания зарядов, составляющая основу программы практических занятий, в конспекте лекций не освещается. Эти вопросы подробно рассмотрены в учебно-методических пособиях по способам взрывания.

1.2. Краткая история развития взрывных работ

Выкапывая пещеры для жилья, ямы для охоты на животных, первобытные люди, не ведая того, выполняли определенные виды горных работ. В античную эпоху область использования различных горных выработок значительно расширяется в связи с поисками, разведкой и добычей полезных ископаемых, а также с развитием гидротехнического, дорожного и других видов строительства.

В греческом языке общим термином, обозначающим горное производство, т. е. добычу любого сырья из недр земли, служит слово, примерно соответствующее русскому сложному слову «рудовыкапывание». Этот термин применялся при описании добычи строительного камня, драгоценных камней, металлической руды, соли. Аристотель говорил, что горное дело охватывает различные отрасли.

Отбойка породы в античное время, как, впрочем, и все другие процессы, велась вручную (рис.1.1).

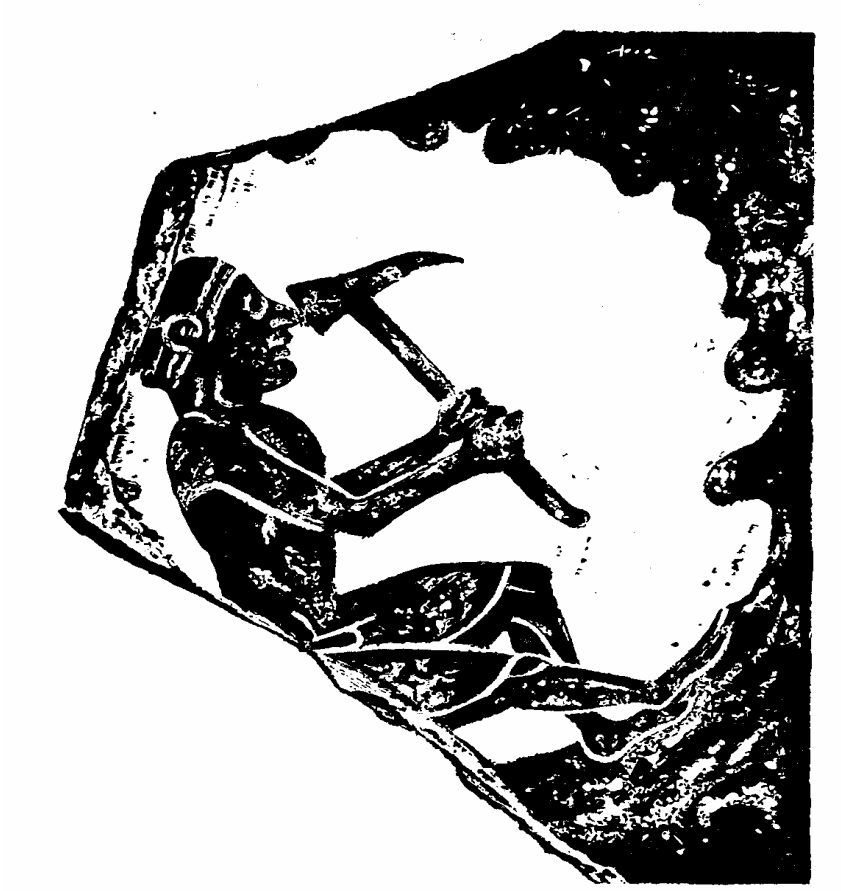


Рис.1.1. Забойщик в горной выработке (IV-V вв. до н. э.)

Писатели тех времен, говоря о проходке выработок, чаще всего употребляли термины: «откалывание», «вырубание» или «выкапывание». Однако даже при ручном способе выделялись следующие разновидности проходки:

1) с помощью лопаты и кайла в относительно мягких породах;

2) с помощью кайла, лома, зубила, клиньев и кувалды в мягких породах с включениями прочных пород в виде валунов;

3) с помощью вышеперечисленных инструментов, но с предварительным разупрочнением породы за счет ее нагревания «большими кострами» - при проходке в мергелях и известняках;

4) с предварительным нагреванием породы и последующим ее резким охлаждением струей воды – при проходке в крепких скальных породах;

5) разрушение крепких пород с помощью уксуса и различных кислот.

Набор орудий, которыми пользовались, например, в Лаврийских рудниках (Греция), был весьма невелик: лопата, кайло-топор, заступ, клин и молот (рис.1.2). Именно эти орудия ученые нашли на месте античных разработок.

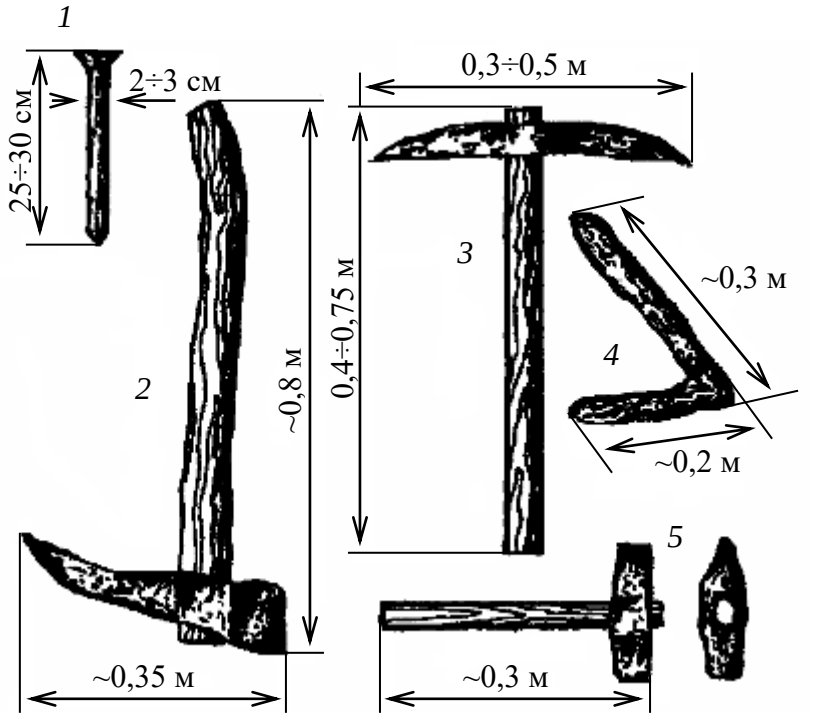


Рис.1.2. Античный инструмент для горных работ:
1 – клин; *2* – кайло-топор; *3* – кайло; *4* - заступ; *5* – молот

Для рудников, на которых велась добыча металлических руд, высота проходимых штолен колебалась от 0,6 до 1,0 м. Это создавало крайнее неудобство в работе. Забойщики трудились, сидя на корточках, стоя на коленях, лежа, часто меняя положение тела, поскольку выпрямиться было нельзя. По словам Теофраста, на острове Скирос рудокопы работали лежа на спине или животе. Производительность труда при этом была крайне низкой. Согласно вычислениям археологов, в условиях лаврийских рудников при проходке штольни диаметром 0,6 м за 9-10 часов работы продвигались на 10-17 см, т. е. в месяц при круглосуточной работе проходилось не более 8-10 м выработки.

О разрушении горных пород способом нагревания сохранилось свидетельство Диодора. «Вот каковы были способы, – пишет он, – употреб-

лявшиеся, чтобы использовать рудник. Подвергали сильному огню наиболее твердую часть земли, содержащую золото; при этом она растрескивалась, затем ее обрабатывали руками. Скала размягчалась таким же способом, и, когда она была приведена в состояние, уступавшее умеренному усилию, тысячи тех несчастных, о которых мы говорили, ломали ее с помощью тех же железных инструментов…».

Очень интересны свидетельства Ливия, Аппиана, Плиния, Ювенала и других древних писателей о применении уксуса и кислот для разрушения очень крепких скальных пород. Ювенал пишет:

Взвесь Ганнибала …
Взята Испания им, хребет Пиренеев им пройден;
Против него выдвигает природа покрытые снегом
Альпы – он скалы дробит и уксусом горы взрывает …

Другие рассказывают об использовании при горных работах кислот. Плиний Старший замечает, что в Испанских рудниках твердые скалы преодолевают огнем и кислотами. К сожалению, никаких подробностей этой операции ни один из античных авторов не приводит.

Необходимо отметить, что в течение веков и тысячелетий, прошедших с античных времен до XV-XVI вв., способы разрушения горных пород и инструмент горняков не претерпел существенного изменения. В XVI веке выдающийся ученый Георгий Агрикола, основоположник горной науки, собравший и обобщивший огромный фактический материал, создал труд «О горном деле и металлургии в двенадцати книгах», которое считается первой энциклопедией горного дела. В книге шестой Г. Агрикола отмечает: «Некоторые орудия для работы известны у горняков под названием железных орудий. Кроме того, имеются клинья, железные ломы, железные пластины, молоты, зубчатые ломы, кайла и мотыги. Железные орудия в узком смысле слова разделяются на четыре рода по длине и по толщине, но не по форме. У всех этих орудий верхний конец делают широким и четырехугольным – по нему наносят удары молотом» (рис.1.3 – 1.5).

Нельзя не заметить, что принципиальная разница между инструментами горняков античного периода и железными орудиями XVI в. отсутствует.

Первым взрывчатым веществом был черный дымный порох, представлявший собой смесь древесного угля, серы и калиевой селитры. Первое описание порохоподобных смесей для фейерверков дано китайским ученым Сунь-Сымяо в 682 году. Китайцы, во многих областях опередившие европейцев на целые века, еще в глубокой древности изобрели смеси, подобные пороху.

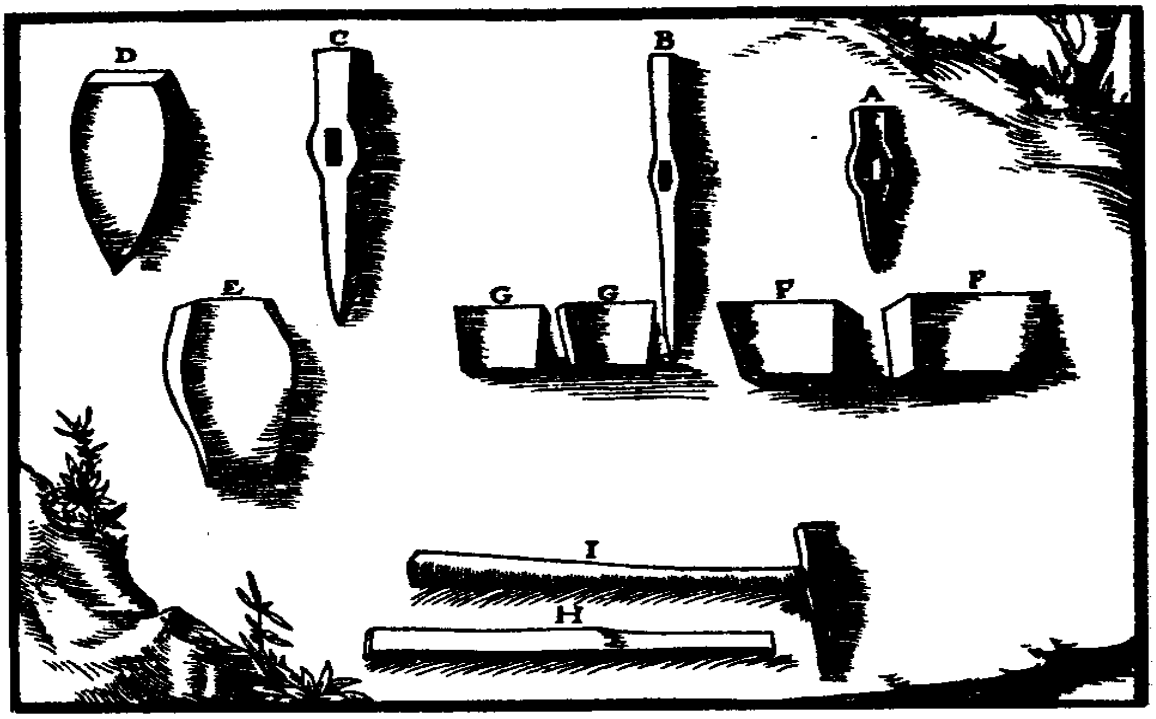


Рис.1.3. Железные орудия (кирки) A, B, C, D; клин E; толстая пластина F; тонкая пластина G; деревянная рукоятка H; рукоятка, вставленная в орудие первого рода I

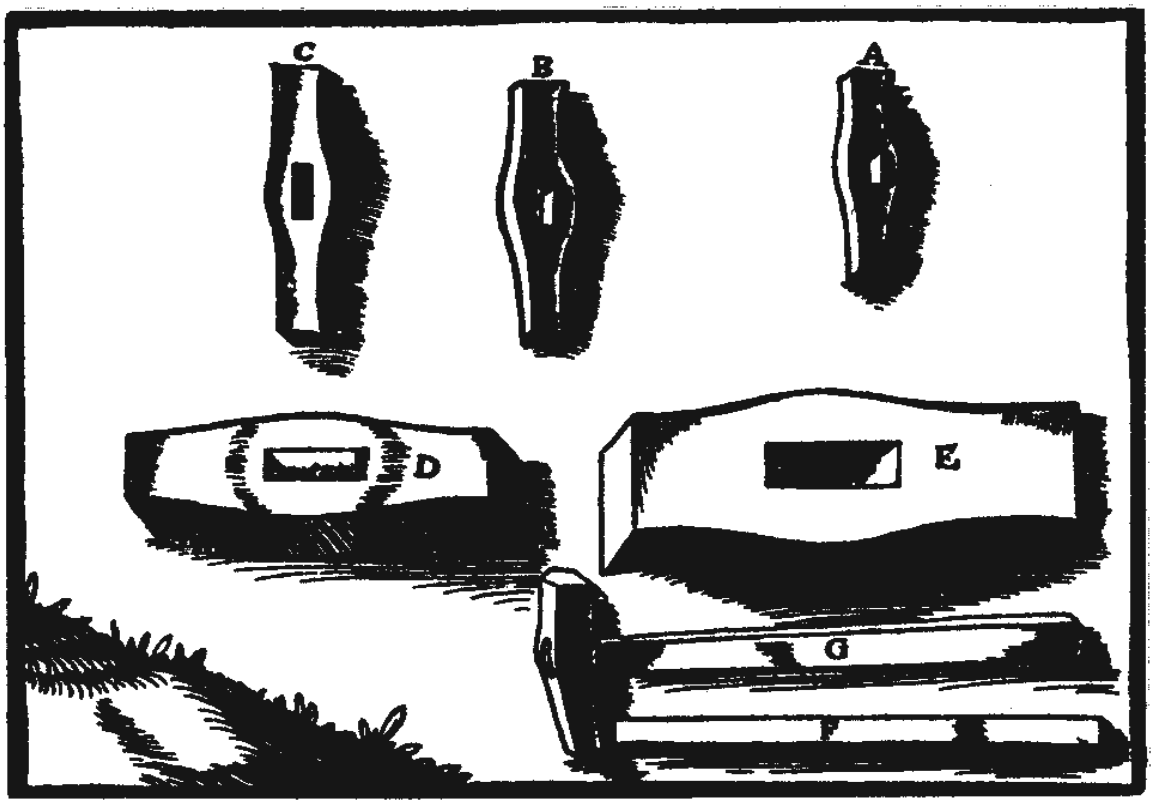


Рис.1.4. Наименьший тип молотка A; средний B; наибольший C; большой молот меньшего размера D; большой молот E; деревянная рукоятка F; рукоятка, вставленная в малый молоток G

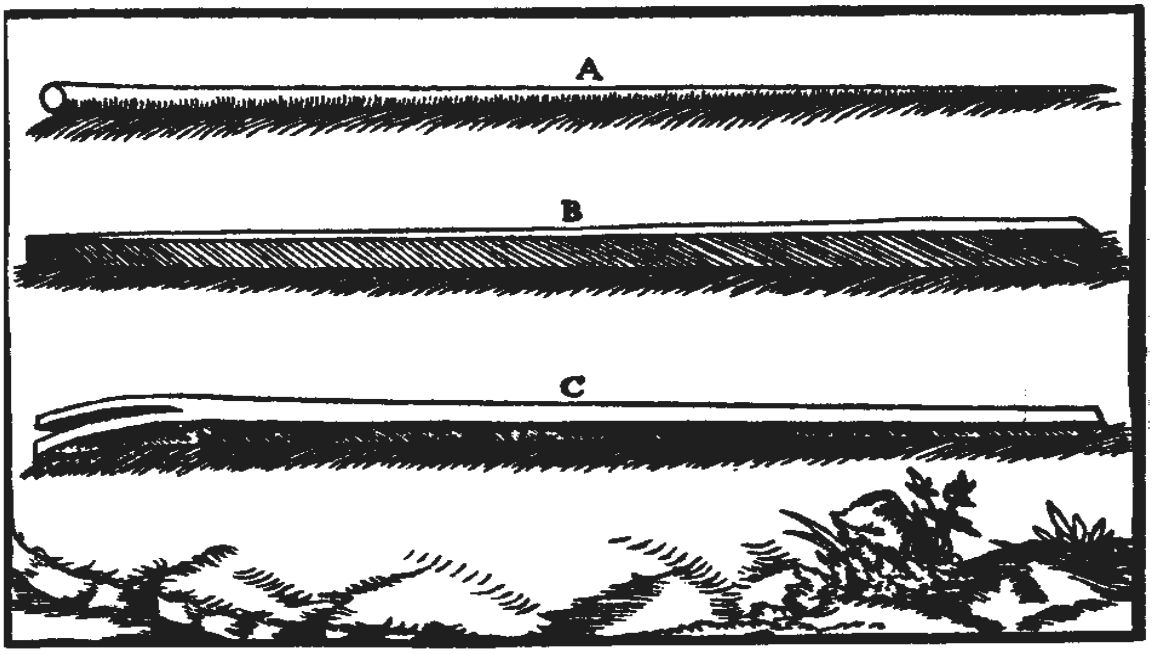


Рис.1.5. Круглый лом А; широкий лом В; зубчатый лом С

Этот порох был пока еще очень слабым, но для военных целей уже были придуманы метательные ракеты, служившие для поджигания. А, главное, он подходил для изготовления цветных огней и фейерверочных ракет, из которых стали устраивать фейерверки. Фейерверочное искусство в Китае достигло высокого совершенства. Национальные традиции, в которых тесно переплелись особенности культуры и религии, сделали Китай ведущей страной по изготовлению развлекательной пиротехники. Выдумке и изобретательности китайцев мы не перестаем удивляться и сегодня: они производят тысячи видов фейерверочных изделий - от самых больших зарядов до крошечных петард.

М. Грек (XIII-XIV вв.) описал смеси на основе калиевой селитры, применявшиеся в Византии и названные «греческим огнем». «Греческий огонь» был страшным оружием: его нельзя было затушить водой, и он принес много побед древним воинам. «Греческий огонь» имел несколько видов, рецепты его химического состава и способ приготовления составляли величайшую государственную тайну. Одним из составов набивали трубки и выпускали огненные струи в лицо неприятелю, опаляя его. Другим составом, имевшим зажигательную способность, наполняли горшки, бочонки и бросали их на деревянные осадные башни и корабли неприятеля. Состав зажигал дерево, и постройки сгорали. «Греческий огонь» вызывал сильную панику у врагов, некоторые историки описывали его действие в таком ужасающем виде, что в последующие века ученые долго считали его чем-то таинственным, непонятным, а искусство составления его - безвозвратно утерянным. Несколько веков хранился состав этого огня в нерушимом секрете и не раз выручал греков в многочисленных войнах. И

только в XIII веке, когда в древней рукописи был найден рецепт его состава, оказалось, что он очень близок к обыкновенному пороху.

В Европе первооткрывателем пороха, согласно летописям, следует признать францисканского монаха, англичанина Роджера Бекона (1242 г.). В то же время одна из распространенных легенд предполагает, что порох изобрел другой францисканский монах Бертольд Шварц (1354 г.). До своего монашества он был золотых дел мастером и, вероятно, занимался алхимией. Из-за своих занятий был обвинен в колдовстве и попал в тюрьму, где не прекратил проведение своих химических опытов. Однажды при неосторожном нагревании состава в железной ступке произошел взрыв, который и определил его открытие. Какова здесь доля правды или вымысла, определить теперь сложно. Возможно, Бертольд Шварц лишь усовершенствовал уже существовавшие ранее составы, но роль этого открытия была настолько велика, что благодарные потомки в XIX веке воздвигли памятник неизвестному монаху Бертольду Шварцу.

С XIV века черный порох используют в Европе, но, главным образом, в военных целях, в частности, для огнестрельного оружия. Также черный порох применялся для подрыва крепостных стен подземными (минными) зарядами при осаде таких городов как Будапешт (1489 г.) и Казань (1552 г.).

Начало применения пороха в горном деле, по разным источникам, относят к XVI-XVII вв. Еще в 1548 году в России дымный порох применили для взрывания скал и камней, мешавших судоходству на реках.

Первое применение пороха при взрывных работах на рудниках относится к 1627 году (проходка штольни на руднике в Словакии). При этом порох в бумажных патронах заряжали в шпуры диаметром до 50 мм и глубиной до 1 м, выбуренные вручную. Для водоизоляции патроны покрывали смолой. Заряженные шпуры забивали глиной, а пороховой заряд поджигали с помощью выводной пороховой трубки.

Начиная с 1632 г. порох начали применять при взрывных работах на серебряных рудниках Швеции. К концу XVII века взрывные работы с помощью пороха стали широко распространенными в горной промышленности многих стран.

В течение нескольких столетий (до середины XIX века) черный порох оставался единственным практически применяемым взрывчатым веществом (ВВ), хотя, начиная с последней четверти XVIII века, были открыты и другие ВВ. Так, в 70-80-х годах XVIII века французские химики А. Лавуазье и К. Бертолле изобрели взрывчатую смесь на основе хлората калия (бертолетовой соли), однако взрыв на заводе, где готовилось это хлоратное ВВ, отодвинул его изготовление на многие годы. В 1771 году П. Вульфом был синтезирован тринитрофенол (пикриновая кислота), являющийся мощным бризантным ВВ, но его взрывчатые свойства и способность детонации стали известными лишь в 1873 году благодаря исследованиям Г.Шпренгеля.

Бурное развитие промышленности в XIX веке привело к созданию новых средств инициирования пороховых зарядов (СИ) и новых ВВ.

В 1812 году видный русский ученый П. Л. Шиллинг впервые применил электрический воспламенитель для взрывания пороховых зарядов. Для тех же целей в 1831 году в Англии был изобретен огнепроводный шнур, который по имени изобретателя называли бикфордовым. Эти изобретения значительно упростили и сделали более безопасным подрыв пороховых зарядов.

Основу развития ВВ во второй половине XIX века положил синтез итальянцем А. Собреро в 1847 году мощного бризантного ВВ - нитроглицерина, сыгравший большую роль в замене черного пороха на более мощные бризантные ВВ в горном деле. Это вещество сразу же вызвало большой интерес у химиков и специалистов взрывного дела, особенно в России. Уже в 1854 году известный русский ученый академик Н. Н. Зинин совместно с В. Ф. Петрушевским исследовал взрывчатые свойства нитроглицерина и вскоре предложил применять его в период русско-турецкой войны вместо черного пороха для снаряжения мин и гранат. В 60-х годах XIX века под руководством В. Ф. Петрушевского было разработано и испытано такое ВВ, как динамит Петрушевского, состоявший из жидкого нитроглицерина и углекислого магния, который выполнял роль поглотителя жидкого нитроглицерина.

Параллельно с работами русских ученых и инженеров широкие исследования по взрыванию нитроглицерина и его смесей, а также по разработке промышленной технологии получения нитроглицерина были выполнены шведским инженером Альфредом Нобелем, жившем в те годы в России и знавшем об опытах Н. Н. Зинина и В. Ф. Петрушевского.

Альфред Бернхард Нобель (рис.1.6) родился в 1833 г. в Стокгольме. В 1842 г. вся его семья приехала в Россию. В 1850 г., когда Альфред достиг 17-летнего возраста, он отправился в продолжительное путешествие по Европе, во время которого посетил Германию, Францию, а затем Соединенные Штаты Америки. Вернувшись в Санкт-Петербург через три года, Альфред Нобель начал работать в компании отца, которая специализировалась на производстве боеприпасов в ходе Крымской войны (1853-1856 гг.). В 1858 г. компания стала переживать финансовый кризис, поэтому А. Нобель с родителями вернулись в Стокгольм. Возвратившись в Швецию, Альфред посвятил все свое время механическим и химическим экспериментам, получив при этом три патента на изобретения. Эта работа поддержала его последующий интерес к экспериментам, осуществлявшимся в маленькой лаборатории, которую его отец оборудовал в своем имении в пригороде столицы.



Рис.1.6. Альфред Бернхард Нобель

Хотя нитроглицерин как самостоятельное взрывчатое вещество при правильном употреблении был эффективным материалом для взрывных работ, он оставался чрезвычайно опасным в применении и вследствие этого повинным во многих катастрофических несчастных случаях. Поэтому Нобель постоянно искал пути стабилизации нитроглицерина. Он предложил смешивать жидкий нитроглицерин с химически инертным пористым веществом - кизельгуром (инфузорной землей, диатомитом), являющимся абсорбирующим материалом. Запатентованное в 1867 г. новое взрывчатое вещество было названо динамитом или безопасным взрывчатым порошком Нобеля. В последующие годы А. Нобель построил заводы по производству динамита в Германии (Гамбург), в Швеции (Стокгольм), во Франции и других странах. С этого времени динамиты стали широко применяться во всех странах для разрушения крепких горных пород. В дальнейшем развитие также получили более стабильные и мощные пластичные ВВ (желатин-динамиты), в которых нитроглицерин связан нитроклетчаткой (коллоидным хлопком).

В 1867 году он запатентовал в Великобритании первый капсюль-детонатор (запал Нобеля), представляющий собой медную гильзу с начинкой из гремучей ртути, которая была открыта еще в 1799 году английским химиком Э. Говардом.

В год своей смерти (1896 г.) А. Нобель владел 93 предприятиями, выпускающими ежегодно около 66,5 тыс. т взрывчатых веществ, включая кроме всех видов динамитов боевые заряды снарядов и бездымный (баллиститный) порох, которые Нобель запатентовал в период между 1887 и 1891 гг.

В 1867 году шведские инженеры И. Норбин и И. Ольсен запатентовали аммониты, составы гораздо более безопасные, чем динамиты. Ими были предложены взрывчатые смеси, состоящие из аммиачной селитры и древесного угля или горючих органических соединений. Уже в 1869 году в небольших количествах ВВ этого типа под названиями аммиачный порох и аммонкрут изготавливались в Германии.

После открытия явления детонации был синтезирован ряд новых взрывчатых веществ. В 1887 году К. Мартенсом был получен тетрил, в 1890 году Т. Курциусом – азид свинца, в 1894 году Толленом и Виганом – тэн, в 1897 году Ленце – гексоген. Эти ВВ с начала XX века сами по себе или в составе взрывчатых смесей получили широкое применение в боеприпасах, в средствах инициирования, при производстве взрывных работ.

Детонирующий шнур, предназначенный для инициирования зарядов ВВ, был изобретен в 1879 году. В то время его сердцевина состояла из гранулированного пироксилина.

С конца 80-х годов XIX столетия начинают широко применять, особенно в угольных шахтах, аммониты – механическую смесь аммиачной селитры с различными взрывчатыми и горючими добавками. Использование аммонитов позволило постепенно заменить динамиты, повысив тем самым безопасность работ в горной промышленности.

С 1891 года быстро растет производство полученного еще в 1863 году И. Вильдбрандтом тротила, основанное на успехах коксохимии, поскольку тротил образуется при нитрации толуола, являющегося продуктом перегонки каменного угля смесью азотной и серной кислот. Высокая безопасность и стойкость тротила обеспечили ему ведущее положение среди других ВВ.

В России до 30-х годов XX века преимущественно применялись нитроглицериновые ВВ: 93 % гремучий студень, 88 % и 83 % взрывчатые желатины, 62 % динамит, а также 29 % и 12 % гризутины на аммиачной селитре.

В 1932-1936 гг. в связи с возрастанием объема взрывных работ были разработаны и внедрены в производство первые недорогие двухкомпонентные аммониты. Тогда же была начата разработка мелкодисперсных аммиачно-селитренных смесей взрывчатых смесей без нитросоединений, названных динамонами.

С 50-60-х годов XX века в зарубежных странах и в СССР широкое развитие получили гранулированные ВВ, в т. ч.: простейшие смесевые ВВ типа АС-ДТ (аммиачная селитра + дизельное топливо) – игданиты, гранулиты; гранулированные смеси тротила и аммиачной селитры: граммониты; а также водосодержащие ВВ, получаемые на местах производства взрывных работ из горячих растворов селитр путем смешивания их с твердыми компонентами (тротилом, алюминием, кристаллической селитрой и др.): акватолы, ифзаниты и др.

Последние десятилетия широкое применение в мировой практике получили эмульсионные ВВ как разновидность простейших аммиачно-селитренных смесей, отличие которых от смесей типа АС-ДТ состоит в том, что в них жидкое горючее покрывает тонкой пленкой капли насыщенного раствора аммиачной селитры, образуя так называемую обратную эмульсию.

Современный ассортимент отечественных промышленных ВВ достаточно широк и насчитывает до 100 наименований ВВ, предназначенных для различных условий использования.

Основной мировой тенденцией в развитии ассортимента промышленных ВВ является применение взрывчатых составов, не имеющих в своем составе взрывчатых компонентов и изготавливаемых вблизи мест производства взрывных работ (гранулиты, эмульсионные ВВ и др.). В развитых зарубежных странах объем применения таких ВВ составляет 80-90 % от общего количества взрывчатых веществ, используемых в стране, а в России в настоящее время около 50 %.

1.3. Современные виды взрывных работ

Древнейшими областями применения взрывчатых веществ являются военное дело и горная промышленность. Поскольку в военном деле применяются совершенно другие виды взрывчатых веществ и средств инициирования, чем в промышленности, в дальнейшем в рамках курса ассортимент военных ВВ и СИ нами рассматриваться не будет.

В настоящее время области применения взрывных работ в промышленности чрезвычайно разнообразны – от горнодобывающих предприятий до металлургических комбинатов, от геологоразведочных и геофизических работ до высокотехнологичных производств, связанных со штамповкой и сваркой крупногабаритных металлических изделий.

Основными (общими) видами взрывным работ в горной промышленности являются:

взрывные работы на открытых горных разработках;

взрывные работы подземных выработках угольных и сланцевых шахт, опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках угольных и сланцевых шахт, не опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках рудников, опасных по газу и взрывам пыли;

взрывные работы в подземных выработках рудников, не опасных по газу и взрывам пыли.

Кроме общих существует достаточно много видов специальных видов взрывных работ, а именно:

взрывные работы при сейсморазведке;

прострелочно-взрывные работы в нефтяных, газовых, водяных и других скважинах – в частности, для повышения дебита скважин;

рыхление мерзлых грунтов;

взрывные работы на болотах;

взрывание льда;

подводные взрывные работы;

разрушение горячих массивов;

обработка материалов энергией взрыва (резка, сварка, упрочнение, штамповка и др.);

валка зданий, сооружение, дробление фундаментов;

корчевка пней, валка леса, ликвидация заторов при лесосплаве;

борьба с лесными пожарами.

Студенты, обучающиеся на технологических специальностях направления «Горное дело», по окончании высшего учебного заведения при условии сдачи квалификационного экзамена на право руководства взрывными работами и получения Единой книжки взрывника получают право руководства при одном из общих видов взрывных работ.

Контрольные вопросы

1. Выделите основные этапы развития взрывных работ в горном деле.
2. Укажите имена исследователей, оказавших значительное влияние на процесс создания и совершенствования взрывчатых веществ.
3. Какова роль Альфреда Нобеля в создании новых средств инициирования и новых взрывчатых веществ?
4. Назовите основные виды взрывных работ в горной промышленности.
5. Перечислите специальные виды взрывных работ в различных отраслях промышленности и народного хозяйства.

Раздел I. СПОСОБЫ БУРЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

Лекция 2

СПОСОБЫ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

2.1. Классификация и общая характеристика способов бурения шпуров и скважин

Разрушение скальных горных пород производится с помощью зарядов взрывчатых веществ, размещаемых в зарядных камерах, в частности, в шпурах и скважинах.

Шпур – искусственное цилиндрическое углубление в горной породе (бетоне и др.) диаметром до 75 мм и глубиной до 5 м.

Скважина – искусственное цилиндрическое углубление диаметром более 75 мм при глубине до 5 м и любого диаметра при глубине более 5 м.

Бурением называется процесс последовательного разрушения горной породы буровым инструментом на забое шпура или скважины и удаления продуктов разрушения на поверхность (водой, воздухом или шнеком).

Основным способом бурения взрывных шпуров и скважин является механическое бурение, которое подразделяется на следующие способы:

вращательное бурение (ручные и колонковые сверла, буровые станки шнекового бурения);

ударное бурение (станки ударно-канатного бурения – собственно ударное бурение; переносные, колонковые и телескопные перфораторы – ударно-поворотное бурение; погружные перфораторы – ударно-вращательное бурение);

вращательно-ударное бурение.

При вращательном бурении инструмент вращается вокруг оси, совпадающей с осью шпура или скважины, и одновременно с определенным усилием подается на забой. Величина усилия задается из расчета превышения предела прочности породы на вдавливание на площади контакта режущих лезвий инструмента с породой. При этом происходит последовательное скалывание частиц породы с забоя и углубление инструмента по винтовой линии (срез). Удаление продуктов разрушения может производиться механическим способом с помощью витых штанг (при бурении шпуров), шнеков (при бурении скважин), промывкой забоя водой или продувкой воздухом.

При ударном бурении с помощью ударника инструмент наносит удар по забою и разрушает породу под лезвием. После каждого удара инструмент поворачивается на некоторый угол, обеспечивая получение круглого сечения шпура или скважины.

Разрушение при этом происходит только за счет внедрения инструмента в породу при ударе.

Ударно-поворотное бурение является одним из видов ударного бурения, при котором инструмент поворачивается только в промежутках между ударами вмонтированным в перфоратор поворотным устройством.

Разрушение происходит за счет внедрения инструмента в породу при ударе и за счет скалывания секторов породы, образующихся между двумя смежными ударами.

При ударно-вращательном бурении периодические удары наносятся по непрерывно вращающемуся инструменту.

Разрушение, в первую очередь, происходит за счет ударного внедрения инструмента в породу.

При вращательно-ударном бурении удары наносятся по непрерывно вращающемуся инструменту, прижимаемому к забою со значительно большим (в 10 раз) усилием, чем при ударно-вращательном способе.

Разрушение происходит как за счет срезающего усилия (вращательный способ), так и за счет внедрения инструмента в забой (удар).

Бурение шарошечными долотами при долотах чистого качения относится к ***ударному***, а при долотах, в которых зубцы наряду с перекатыванием по забою срезают породу скользящим движением вдоль забоя (долота со скольжением), - ***к вращательно-ударному способам.***

Кроме механических способов бурения различают:

огневое бурение, при котором разрушение породы происходит за счет термических напряжений, возникающих при быстром нагревании поверхности породы потоками раскаленных газов, истекающих из сопел горелки с высокой скоростью;

взрывное бурение, при котором разрушение породы происходит за счет последовательных микровзрывов на забое;

электроимпульсное бурение, при котором разрушение породы происходит за счет электрического пробоя участка забоя скважины высоковольтным (до 200 кВ) разрядом.

2.2. Механизм разрушения пород при различных способах бурения

2.2.1. Вращательный способ бурения

Процесс разрушения породы лезвием резца при вращательном способе бурения состоит в последовательном сколе породы в виде элементов стружки за счет воздействия определенного объема разрушенной породы (главного объема давления), находящейся перед передней гранью лезвия резца (рис. 2.1).

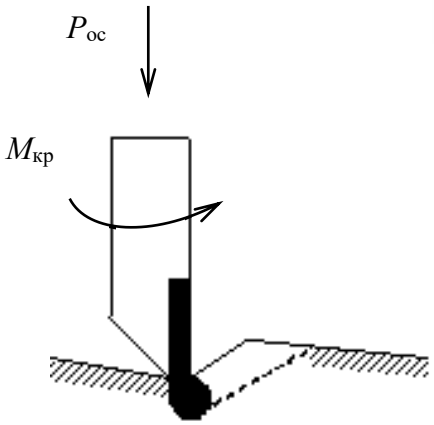


Рис. 2.1 Механизм разрушения породы при вращательном бурении

С увеличением осевого усилия на инструмент скорость бурения увеличивается до некоторого предела, при котором ее дальнейший рост замедляется из-за недостаточно эффективного удаления продуктов разрушения с забоя (рис. 2.2, а). Наилучшие условия для бурения имеются на участке II , где скорость бурения увеличивается пропорционально осевому усилию $P_{ос}$. При малых значениях $P_{ос}$ (участок I) разрушение носит характер истирания и неэффективно для бурения. При чрезмерно больших $P_{ос}$ (участок III) резко возрастает абразивный износ и число поломок лезвий.

С увеличением частоты вращения скорость бурения сначала пропорционально увеличивается, а затем темп роста снижается и возникают сильные вибрации инструмента (рис. 2.2, б).

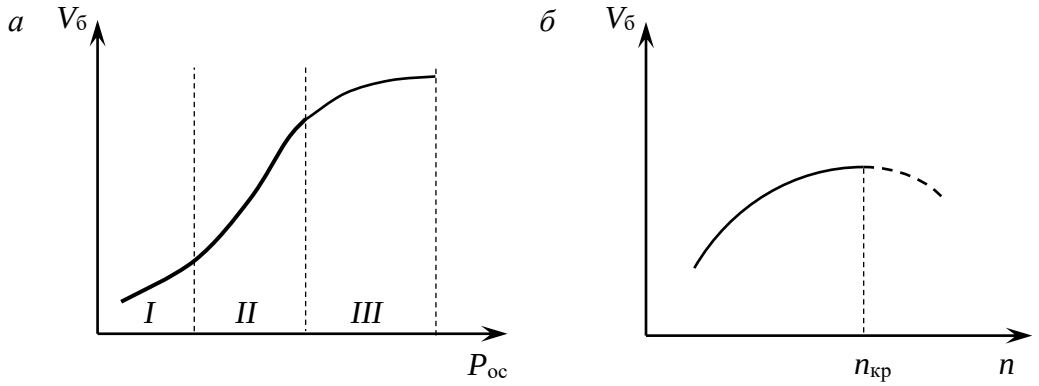


Рис.2.2. Зависимость скорости бурения $V_б$:
а - от величины осевого усилия $P_{ос}$; б - от частоты вращения n

С увеличением коэффициента крепости горных пород рациональные значения осевого усилия возрастают, а частоты вращения уменьшаются (рис. 2.3).

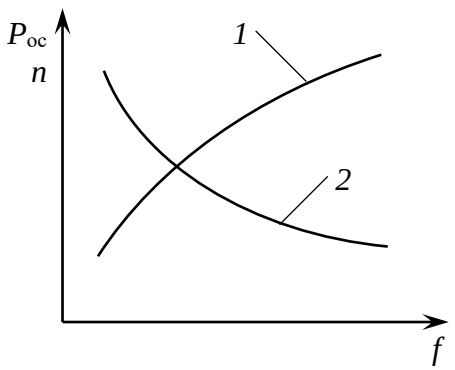


Рис.2.3. Зависимость рациональных параметров бурения от крепости горных пород:
1 – от осевого усилия; *2* – от частоты вращения.

Во всех случаях целесообразно принимать максимально возможные осевые усилия (по техническим характеристикам сверл), а частоту вращения необходимо выбирать исходя из допустимого уровня вибраций при бурении. С увеличением коэффициента крепости скорость вращательного бурения снижается, а удельный износ инструмента возрастает.

2.2.2. Ударный способ бурения

При внедрении лезвия инструмента в забой вокруг него образуется зона тонкоизмельченной породы (рис. 2.4). При достаточной энергии контур зоны разрушения в сечении имеет форму элемента окружности, к которой примыкает зона породы, разрушенной радиальными трещинами на секторы. У поверхности забоя трещины изгибаются и, выходя на поверхность, образуют зону скола. После завершения разрушения лезвие следует повернуть на такой угол, чтобы при следующем внедрении произошел скол секторов породы между проекциями двух смежных ударов по забою.

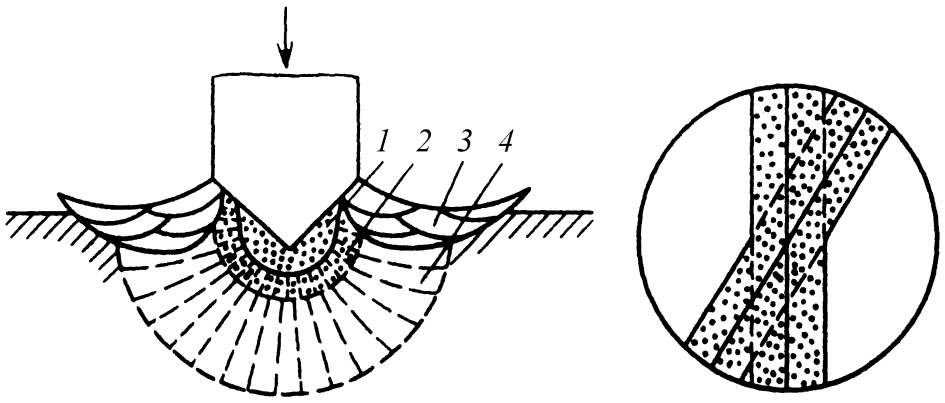


Рис. 2.4. Механизм разрушения горной породы при ударно-поворотном бурении:
1 – зона измельчения; *2* – разрушенный слой; *3* – зона скола; *4* – зона растрескивания

Одним из наиболее распространенных видов ударного бурения является ударно-поворотное бурение, реализуемое в бурильных машинах, называемых перфораторами. Скорость ударно-поворотного (перфораторного) бурения зависит от величины осевого усилия, давления сжатого воздуха, диаметра и глубины буримых шпуров.

Зависимость скорости бурения от величины осевого усилия приведена на рис. 2.5.

Участок I кривой характеризуется недостаточным усилием подачи и низкой скоростью бурения. Амплитуда отскока штанги большая. Общее время контакта

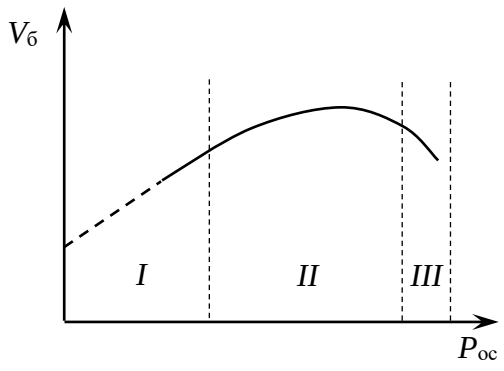


Рис.2.5. Зависимость скорости ударно-поворотного бурения от величины осевого усилия

лезвия коронки с поверхностью породы непродолжительно; поршень совершает много холостых ударов в период отсутствия контакта коронки с породой.

Участок II кривой характеризуется оптимальным усилием подачи, обеспечивающим максимальную скорость бурения, минимальный отскок машины и лучшую передачу энергии в системе «поршень – бур – порода». Лезвие коронки находится в контакте с поверхностью забоя шпура при каждом ударе. Это обеспечивает эффективное разрушение породы и уменьшает износ коронки. Оптимальные величины осевого усилия составляют для легких, средних и тяжелых переносных перфораторов 400, 800 и 1200 кН соответственно.

Участок III кривой характеризуется чрезмерной величиной усилия подачи, при которой поворот бура становится затруднительным, нормальный режим работы перфоратора нарушается, он работает с перебоями. Дальнейшее повышение величины усилия прекращает вращение бура и приводит к остановке бурильной машины.

2.2.3. Вращательно-ударный способ бурения

Для бурения шпуров в породах средней (f = 6-8) и выше средней крепости применяют бурильные машины, реализующие вращательно-ударный способ бурения.

При вращательно-ударном бурении порода разрушается за счет действия ударных ($P_{уд}$) и статических ($P_{ос}$) нагрузок, которые передаются постоянно вращающемуся инструменту вращателем машины с крутящим моментом $M_{кр}$. Схема усилий, прилагаемых к породоразрушающему инструменту при вращательно-ударном бурении, приведена на рис.2.6.

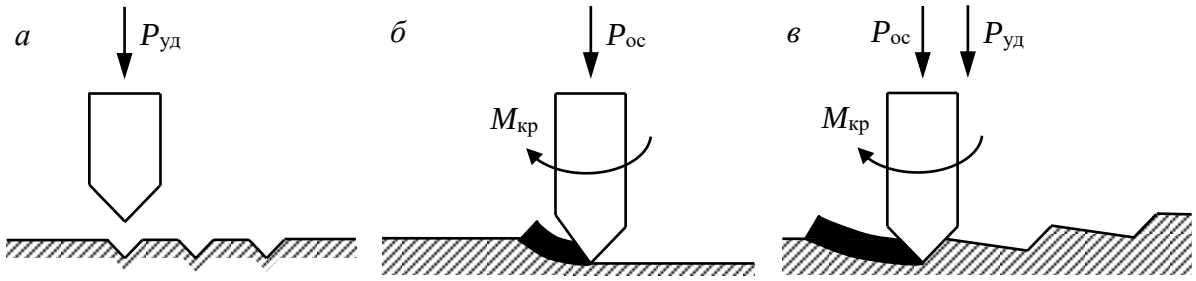


Рис. 2.6. Схемы усилий при ударном (*а*), вращательном (*б*) и вращательно-ударном (*в*) бурении

Эффект разрушения при вращательно-ударном бурении получается значительно большим, чем при простом сложении объемов разрушения от ударного и вращательного бурения.

Под действием ударной нагрузки лезвие коронки внедряется в породу и образует зону разрушения, распространяющуюся на расположенную рядом зону, которая скалывается в сторону вращения лезвия.

Большая глубина внедрения достигается за счет повышенного осевого усилия и крутящего момента, которые создаются отдельными механизмами подающего и вращающего узлов бурильной машины. Непрерывный контакт лезвий коронок с породой обеспечивает лучшее использование энергии удара.

Диапазон осевых усилий подачи подразделяется на три характерные зоны, приведенные на рис. 2.7.

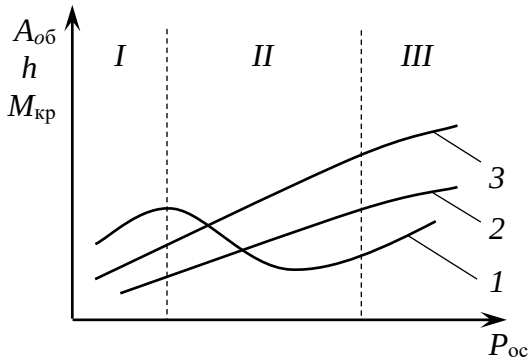


Рис. 2.7. Зависимость удельной объемной работы разрушения $A_{об}$ (*1*), глубины разрушения h (*2*) и крутящего момента $M_{кр}$ (*3*) от величины осевого усилия подачи $P_{ос}$

Участок I кривой характеризуется осевым усилием подачи до 1 кН для пород средней крепости и 2,5 кН для крепких пород. Процесс в этой зоне аналогичен процессу ударно-поворотного и ударно-вращательного бурения, когда лезвие коронки выходит из углубления, образованного при ударном воздействии. Разрушения породы в забое шпура за счет вращения не происходит.

Участок II кривой характеризуется диапазоном усилий 1,0-7,5 кН для пород средней крепости и 2,5-12,5 кН для крепких пород. В этой зоне разрушение породы происходит за счет ударных нагрузок и вращательного движения породоразрушающего инструмента. При вращении инструмента происходит уменьшение толщины снимаемой стружки, так как усилие подачи недостаточно, и лезвие отжимается от забоя шпура. Увеличение осевого усилия подачи приводит к увеличению углубления шпура за один оборот бурового инструмента. При этом эффективность процесса разрушения породы увеличивается, а объемная работа разрушения уменьшается.

Участок III охватывает диапазон осевых усилий подачи, превышающих оптимальные. В этой зоне разрушение породы при бурении происходит за счет вращательного движения инструмента при меньшем влиянии на процесс ударных нагрузок. Удельная объемная работа разрушения увеличивается с увеличением осевого усилия подачи.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под определением «шпур» и в чем его отличие от скважины?
2. Кратко охарактеризуйте основные способы бурения шпуров и скважин (механическое, огневое, взрывное, электроимпульсное).

3. На какие способы подразделяется механическое бурение? В чем их принципиальное отличие?

4. Охарактеризуйте вращательный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

5. Охарактеризуйте ударный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

6. Охарактеризуйте вращательно-ударный способ бурения: его сущность, закономерности и область применения.

Лекция 3

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БУРЕНИЯ ШПУРОВ И СКВАЖИН

3.1. Оборудование для бурения шпуров

Бурение шпуров может производиться вращательным, ударно-поворотным и вращательно-ударным способами.

3.1.1. Вращательное бурение шпуров

Бурильные машины вращательного бурения (сверла) по роду потребляемой энергии делятся на электрические, пневматические и гидравлические, а по мощности и способу установки – на ручные и колонковые.

Ручные сверла (электрические и пневматические) предназначены для бурения шпуров диаметром до 50 мм и глубиной до 3 - 4 м в слабых породах с коэффициентом крепости по шкале проф. М. М. Протодьяконова:

$f \leq 2$ – при осевом усилии до 0,3 – 0,40 кН (сверла без принудительной подачи);

$f \leq 4$ – при осевом усилии до 3,0 кН (сверла с принудительной подачей).

Ручные сверла имеют мощность двигателя от 1,0 до 1,4 кВ. Масса ручных сверл без принудительной подачи находится в пределах 16,0 – 17,0 кг (ЭР14Д-2М, СЭР-19М, ЭР18Д-2М), сверл с принудительной подачей – 24,0 кг (ЭРП18Д-2М).

Ручные электросверла принципиально выполнены одинаково, отличаются только некоторыми конструктивными параметрами. Схематичное изображение электросверла приведено на рис. 3.1.

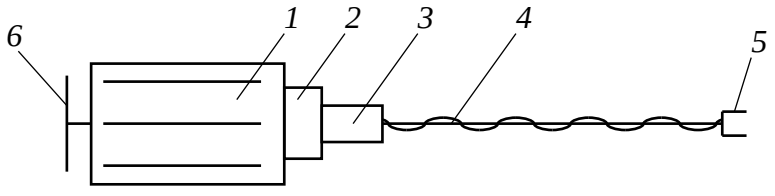


Рис. 3.1. Схематичное изображение электросверла

Оно состоит из электродвигателя *1*, который через понижающий редуктор *2* вращает патрон шпинделя *3*, в который вставляется витая буровая штанга *4* с резцом *5*. Для охлаждения электродвигателя на его оси в противоположной шпинделю стороны установлена крыльчатка вентилятора *6* (под защитным кожухом).

В ручных электросверлах с принудительной подачей имеется специальный механизм, который расположен на корпусе редуктора и состоит из червячной пары и барабана с навитым на него тросиком. Конец тросика с помощью распорной колонки или другими способами закрепляется на забое. Это позволяет при вращении барабана червячной парой обеспечивать осевое усилие инструмента на забой шпура (натяжение тросика) до 3,0 кН.

Ручные пневмосверла применяют в условиях, когда основным видом энергии в забое является энергия сжатого воздуха, или в выработках, в которых по условиям газового режима электрические сверла использовать нельзя. Пневмосверло СР-3 в отличие от электросверл имеет ротационный электродвигатель, а в остальном его конструкция аналогична электросверлам.

Колонковые электросверла в отличие от ручных позволяют бурить шпуры в породах средней крепости ($f \leq 8$) за счет механизированной подачи сверла на забой. По способу подачи они подразделяются на бурильные машины с механической (винтовой) и гидравлической подачей.

Электросверла с винтовой подачей имеют постоянный ход резца на один оборот шпинделя, а у электросверл с гидравлической подачей обеспечивается плавное поступательно-возвратное движение шпинделя, не зависящее от скорости его вращения. Осевое усилие на забой у колонковых электросверл может изменяться в широких пределах (от 2 до 15 кН).

При вращательном бурении шпуров применяют резцы с лезвиями, армированными пластинками твердого сплава (рис. 3.2).

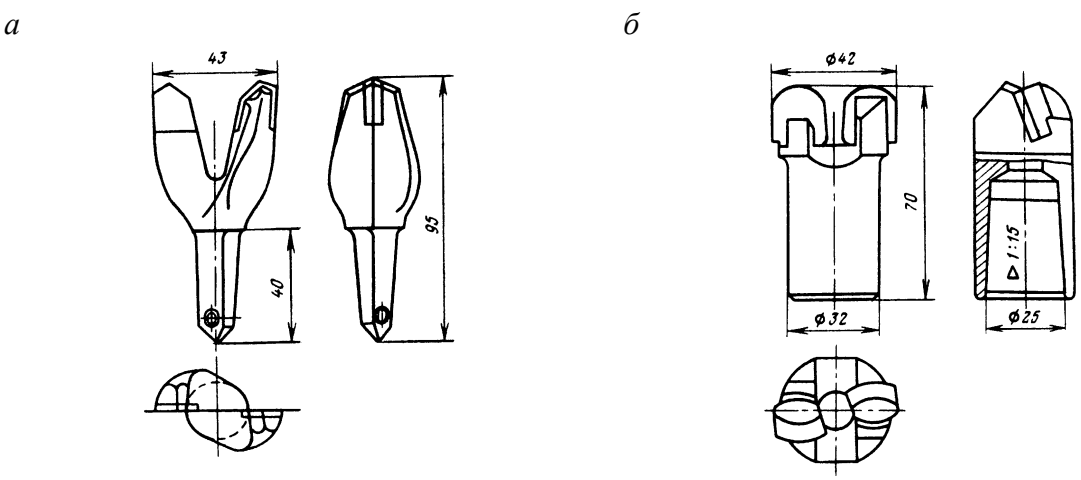


Рис.3.2. Резцы для вращательного бурения шпуров:
а – угольные (РУ-4М); б – породные (РП-42-2)

Стальные витые штанги для вращательного бурения шпуров изготавливают ромбического (*а*), прямоугольного (*б*) или круглого сечений (рис. 3.3).

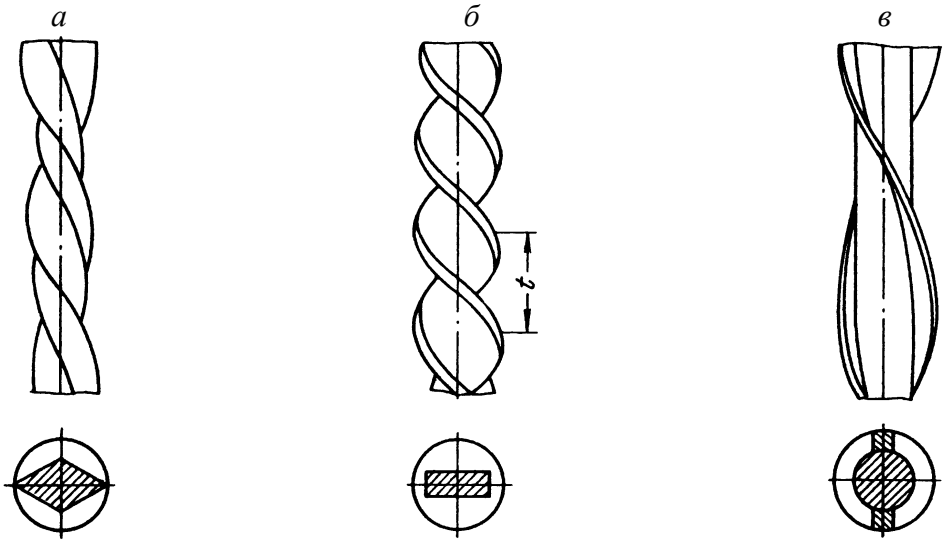


Рис. 3.3. Стальные витые штанги

При вращательном бурении с промывкой водой применяют шестигранные или круглые штанги с центральным отверстием диаметром 6–8 мм.

3.1.2. Ударно-поворотное бурение шпуров

Ударно-поворотное бурение шпуров осуществляется пневматическими и гидравлическими перфораторами. Они имеют наименьшую относительную массу на единицу развиваемой мощности, невелики по габаритным размерам, просты в обслуживании и успешно бурят породы любой крепости.

Перфораторы делятся на переносные, колонковые и телескопные.

Переносные перфораторы, имеющие массу до 31,5 кг, применяются для бурения шпуров при проходке горных выработок, подземной разработке рудных залежей и угля, при дроблении негабарита и др.

Переносные перфораторы подразделяются на легкие (энергия единичного удара до 36 кДж), средние (до 54 кДж), тяжелые (63 кДж).

Переносные перфораторы устанавливают на пневматических поддержках, обеспечивающих нормальные условия бурения и создание осевого усилия на забой шпура.

Колонковые перфораторы, имеющие повышенную энергию удара (90 – 150 кДж), устанавливаются на специальных распорных колонках или на манипуляторах буровых кареток. Масса колонковых перфораторов (ПК-50, ПК-60, ПК-75) составляет 50 - 75 кг.

Для бурения восходящих шпуров (при проходке восстающих, при бурении шпуров под анкерную крепь) применяют телескопные перфорато-

ры, условно соединяющие между собой перфоратор и пневмоподдержку, соединенные по одной оси.

Перфораторы, как правило, работают с промывкой шпуров водой или, что реже, с сухим пылеотсосом.

Буровой инструмент для бурения перфораторами состоит из составных буров и коронок. Составные буры (рис. 3.4) имеют штангу *1* с хвостовиком и съемную коронку *2*, армированную твердым сплавом *3*. Съемные коронки имеют резьбовое или конусное (под углом соединения $3^{\circ}30'$).

Для бурения мягких пород угол при вершине лезвия должен составлять около 90°, для пород средней крепости – 100 – 110°, для крепких пород – 120°.

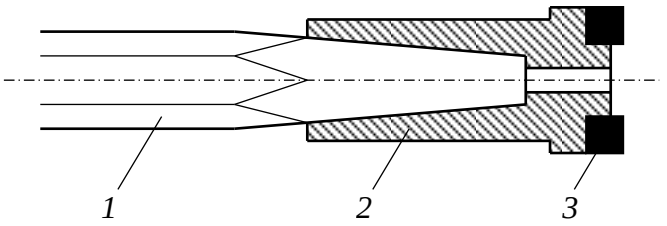


Рис. 3.4. Бурильный инструмент для бурения шпуров:
1 – штанга, *2* – крестовая коронка; *3* – пластинки твердого сплава

Наибольшее распространение получили коронки долотчатой и крестовой формы (рис. 3.5). Коронки долотчатой формы обеспечивают наибольшую скорость бурения в монолитных породах. Коронки крестовой формы применяют для бурения шпуров в трещиноватых породах.

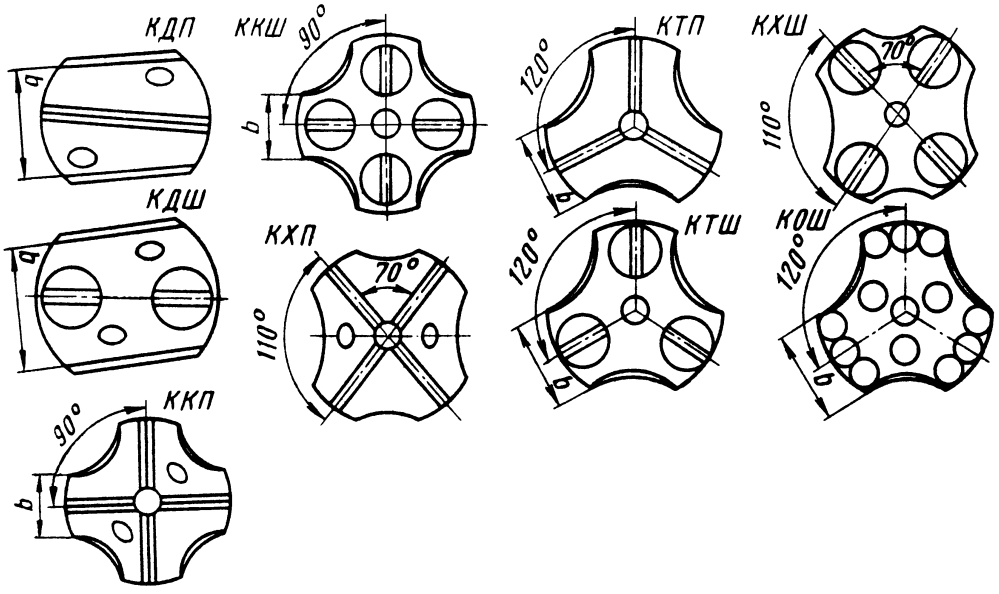


Рис. 3.5. Коронки для переносных перфораторов

При бурении происходит затупление лезвий коронки, износ ее по диаметру. Поэтому при затуплении коронки следующую берут меньшего диаметра на 1-2 мм.

Набор коронок, необходимых для выбуривания шпура, называют комплектом. Штанги для бурения перфораторами изготавливаются, как правило, из стали шестигранного сечения.

3.1.3. Вращательно-ударное бурение

Бурильные машины вращательного-ударного действия универсальны: в породах с $f \leq 8$ они работают в режиме вращательного бурения с отключенным ударным механизмом, а в породах с $8 \leq f \leq 16$ – в режиме вращательно-ударных.

Вращательно-ударные бурильные машины используют в бурильных установках, например БУ–1. По конструкции универсальные машины этого типа выпускают с гидравлическими, пневматическими и механическими ударниками.

Пневматическая бурильная машина БГА–1 м предназначена для бурения шпуров в крепких породах с $f \leq 16$. Машина БГА–1м состоит из пневмомотора *1*, редуктора *2*, резинового амортизатора *3*, пневмоударника *4*, патрона *5*, редуктора *6*, бокового вала *7*, кожуха *8* и корпуса *9* (рис. 3.6.).

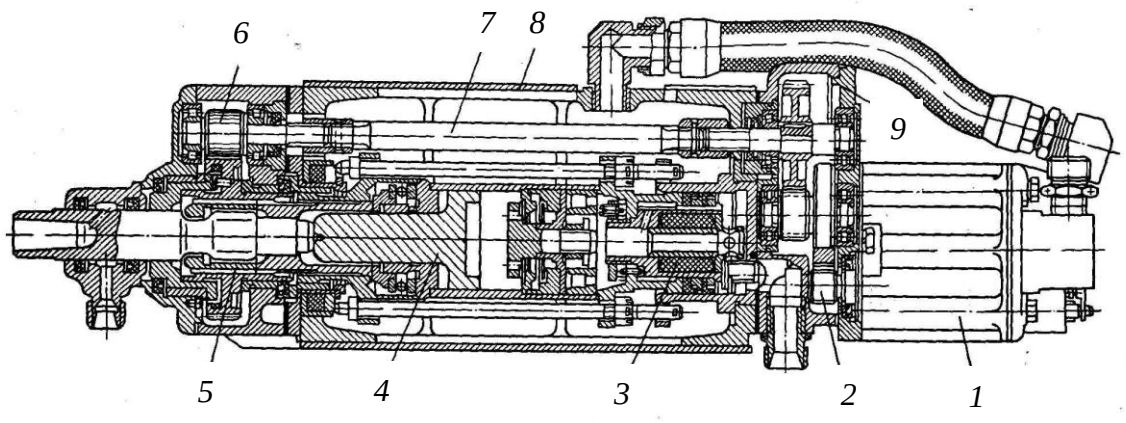


Рис. 3.6. Пневматическая бурильная машина БГА–1м

3.2. Бурение скважин

3.2.1. Вращательное бурение

Вращательное (шнековое) бурение вертикальных и наклонных скважин применяется на карьерах в породах с коэффициентом крепости $f \leq 6$. Разрушение породы в забое осуществляется резцами, удаление бурового шлама из забоя – штангами-шнеками.

Легкие станки шнекового бурения (СБР-125) применяются в породах с $f < 3$. Усилие на резец передается массой вращателя и бурового става (до 10 кН). Передвижение станка осуществляется шагающим механизмом.

Тяжелые станки (СБР-160), применяющиеся в породах с крепостью $f \leq 6\text{-}8$, имеют гусеничный ход. Осевое усилие на забой – до 80 кН.

3.2.2. Ударно-вращательное бурение

Бурение скважин диаметром 85-155 мм погружными пневмоударниками (ударно-вращательное бурение) применяется для бурения вертикальных и наклонных скважин на подземных горных работах, а также на карьерах небольшой и средней производительности.

На подземных горных работах широко применяется отечественный буровой станок НКР-100М (рис. 3.7) с погружным пневмоударником (рис. 3.8). Частота ударов 1200-1750 ударов/мин. Удары наносятся по хвостовику долота при постоянно вращающемся ставе. Станок устанавливают консольно на распорной колонке, позволяющей бурить круговой веер скважин глубиной до 30 м.

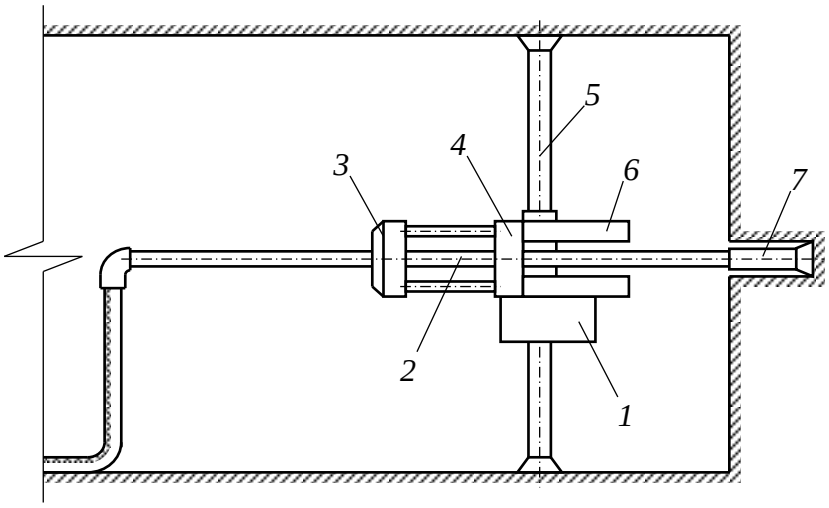


Рис. 3.7. Буровой станок пневмоударного бурения НКР-100М:
1 – двигатель; *2* – буровой став; *3* – подающий патрон; *4* – редуктор с патроном; *5* – распорная колонка; *6* – пневмоподатчик; *7* – погружной пневмоударник

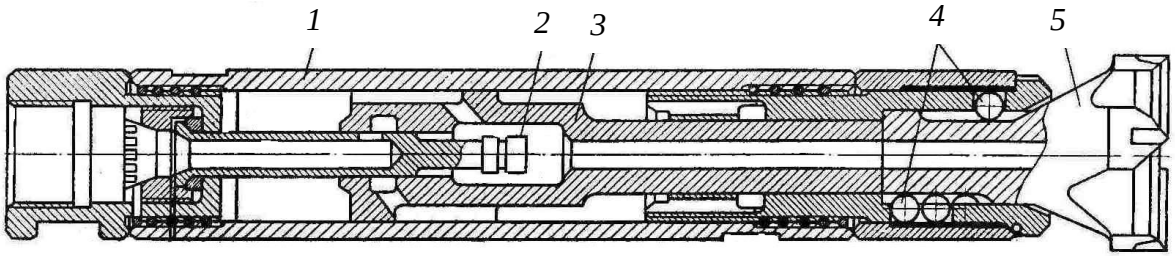


Рис. 3.8. Бесклапанный погружной пневмоударник П - 105:
1 – цилиндр; *2* – воздухораспределительное устройство; *3* – поршень-ударник; *4* – замковое крепление долота; *5* – долото

Среди передовых зарубежных стран, изготовляющих подземные буровые установки, фирма «Тамрок» занимает одно из ведущих мест. Фирма сконструировала два типа установок на пневмоколесном ходу: «Соло» (см. рис. 3.9) и «Дуо», соответственно с одной и двумя буровыми группами. Станки типа «Соло» в зависимости от типа бурильной головки имеют серии: 200, 400, 600, 800. Шасси жесткое или шарнирно-сочлененное. Возможны также различные варианты расположения бурильной головки по отношению к забою и самой установке, исполнения податчиков по длине, применения кассет для автоматического наращивания и разборки бурового става и т.д. Все это позволяет подобрать для специфических условий заказчика наиболее соответствующую конструкцию буровой машины.

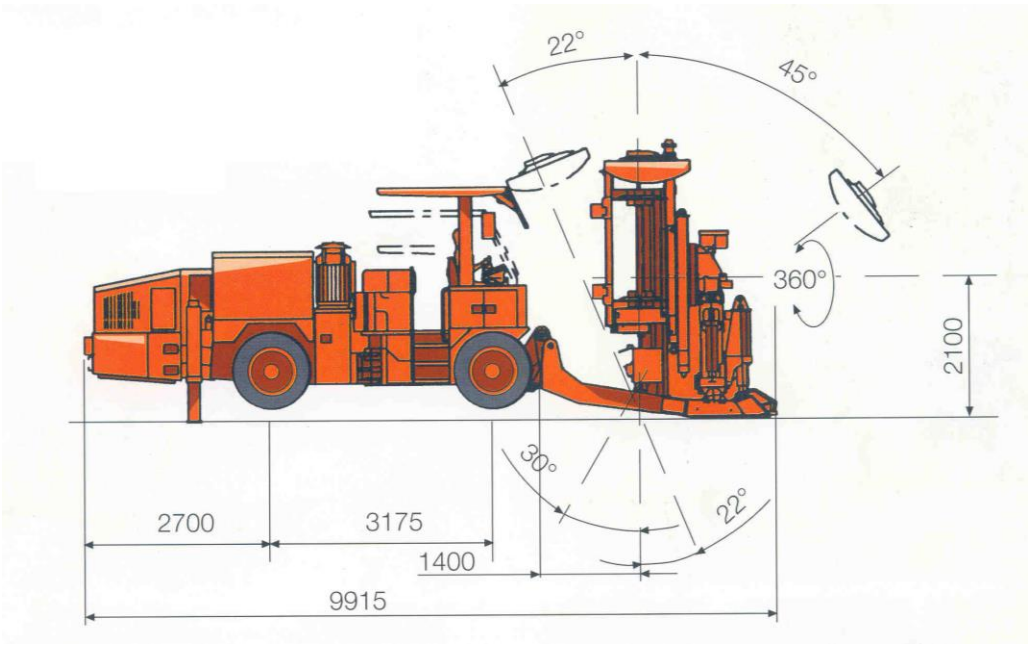


Рис. 3.9. Подземная буровая установка «Соло-200»

Финские бурильные установки просты в управлении и обслуживании. Они характеризуются высокой производительностью и надежностью в работе.

3.2.3. Шарошечное бурение

Самоходные станки шарошечного бурения СБШ-250МНА-32 предназначены для бурения вертикальных и наклонных скважин диаметром 250 мм, глубиной 32 м и используются при разработках полезных ископаемых открытым способом, при строительстве каналов и гидротехнических сооружений на монолитных, трещиноватых и обводненных породах с коэффициентом крепости 8-16 по шкале проф. М. М. Протодьяконова.

Станок является самоходной буровой установкой на гусеничном ходу с индивидуальным приводом на каждую гусеницу (рис. 3.10).

Станок СБШ-250 МНА-32КП каркасно-платформенного исполнения предназначен для шарошечного бурения взрывных скважин диаметром 251 мм и 270 мм глубиной до 32м в грунтах с коэффициентом крепости от 14 до 20 по шкале М. М. Протодьяконова на открытых горных работах.

Предусмотрена возможность эксплуатации в условиях Крайнего Севера, умеренного и тропического климата. Расчетный срок службы станка 10 лет.

Станок СБШ-160/200-40 предназначен для бурения технологических взрывных скважин диаметром 160-200 мм, глубиной до 40 м в породах и рудах крепостью f = 4-18 на открытых горных разработках нерудных полезных ископаемых, а также при выполнении работ по заоткоске уступов, бортов карьеров по предельному контуру.



Рис. 3.10. Буровой станок шарошечного бурения типа СБШ

Технические характеристики станков шарошечного бурения приведены в табл. 3.1.

Контрольные вопросы

1. Укажите оборудование для вращательного бурения шпуров, его характеристики и область применения.
2. Какие станки используются для ударно-поворотного и вращательно-ударного бурения шпуров? Укажите их особенности.
3. Охарактеризуйте оборудование, которое применяется для вращательного, ударно-вращательного и шарошечного бурения скважин, его основные характеристики и область применения.

Таблица 3.1

Технические характеристики станков шарошечного бурения

Показатель	4СБШ-200-40	5СБШ-200-36	3СБШ-200-60	СБШ-250МНА-32	РД-7	РД-10	СБШ-270ИЗ
Диаметр долота, мм	215,9; 244,5	215,9	215,9; 244,5	244,5; 269,9	244,5; 269,9	244,5; 269,9	244,5; 269,9
Глубина скважины, м, но не более	40	36	60	32	40	60	32
Направление бурения к вертикали, град.	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30	0; 15; 30
Длина штанг / ход непрерывной подачи, м	8 / 1	9,6 / 1	12 / 1	8 / 8	8;10/8;10	8;12;17,5/8;12;17,5	11 / 11
Осевое усилие, кН, не более	300	300	300	300	300	350	450
Скорость подачи / подъема бурового снаряда, м/с	0,025 / 0,51	0,025 / 0,516	0,033 / 0,51	0,017 / 0,12			6 / 12
Частота вращения долота, $с^{-1}$	0,2 – 2,5	0,25 – 2,5	0,2 – 2,16	0,2 – 2,5	0,2 – 2,5	0,2 – 2,0	0 – 1,68
Крутящий момент на вращателе, кНм	6,65 – 2,12	3,2 – 5,2	6,0	4,2			
Подача компрессора, $м^3/с$	0,417	0,417	0,417 – 0,53	0,417 – 0,53	0,53 – 0,67	0,53 – 0,67	0,67
Мощность электродвигателей, кВт:							
установленная	380	410	400	400			650
вращателя	52	52	68	68			95
компрессора	200	200	200	200			400
хода	44	44	44	44			65
Ходовое оборудование	УГ – 60 М	УГ – 60 М	Э 1602	УГ – 60 М			–
Скорость передвижения, км/ч	0,737	0,77	1,0	0,737			1,6
Давление на грунт, МПа	0,1	0,1	0,1	0,12			0,15
Габариты, мм	9180 × 4600 × 13840	10200 × 5000 × 14300	10100 × 5300 × 18400	9200 × 5450 × 15350			19035 × 6490 × 19330
Масса станка, т	55	66	65	71,5	75	90	71,5

Раздел II. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ВЗРЫВА И ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Лекция 4

ПОНЯТИЕ О ВЗРЫВЕ И ВЗРЫВЧАТОМ ВЕЩЕСТВЕ. КИСЛОРОДНЫЙ БАЛАНС ВВ. ЯДОВИТЫЕ ГАЗЫ ВЗРЫВА

4.1. Понятие о взрыве. Типы взрывов

Взрыв – это процесс чрезвычайно быстрого выделения энергии в ограниченном объеме, связанный с изменением состояния вещества.

В данном определении важно отметить то, что выделяющаяся при взрыве энергия намного больше энергии, содержащейся в окружающей среде. В зависимости от источника исходной энергии выделившаяся энергия может достигать сотен гигаджоулей на килограмм взрываемого материала. Чрезвычайно быстрое выделение энергии означает, что энергия выделяется быстрее, чем она передается окружающей среде. Выделение энергии при взрывах обычно происходит за миллионные доли секунды.

Поскольку состояние вещества может меняться на разных уровнях, различают три типа взрывов:

Физический взрыв – это процесс, при котором состояние вещества меняется только на физическом уровне без изменения его химического состава. При этом вещество из одного физического состояния (температура, давление, плотность) переходит в другое. Наиболее характерными примерами физического взрыва являются взрывы паровых котлов, баллонов со сжиженными газами, землетрясения с мгновенным выделением упругой энергии и др.

Явление физического взрыва применялось и в ограниченном объеме продолжает применяться и в настоящее время в средствах беспламенного взрывания в опасных условиях угольных шахт. Все способы беспламенного взрывания основаны на быстром образовании (накоплении) в стальных трубах, размещенных в шпурах, газов под высоким (до 10^8 Па) давлением и мгновенным их выбросом в шпур. Разработаны следующие средства беспламенного взрывания: ***гидрокс*** – образование газов происходит в результате химических реакций порошкообразных составов под действием нагревания**;** ***кардокс*** – образование газов происходит в результате быстрого испарения жидкой углекислоты при ее нагревании; ***аэрдокс*** – в толстостенную трубу, размещенную в шпуре, подается сжатый воздух под давлением $(3 \div 7)\cdot 10^7$ Па.

В качестве примера рассмотрим устройство гидрокса, сущность работы которого основана на превращении порошкообразного состава БВ-48 (состав основного заряда: аммиачная селитра, азотнокислый магний, древесная мука), помещенного в стальную трубу, в инертные газы (углекислый газ, пары воды) под высоким давлением (до $2\cdot 10^7$ Па). Газы срезают металлический диск в разрядной головке и, проникая в шпур, разрушают уголь (рис. 4.1).

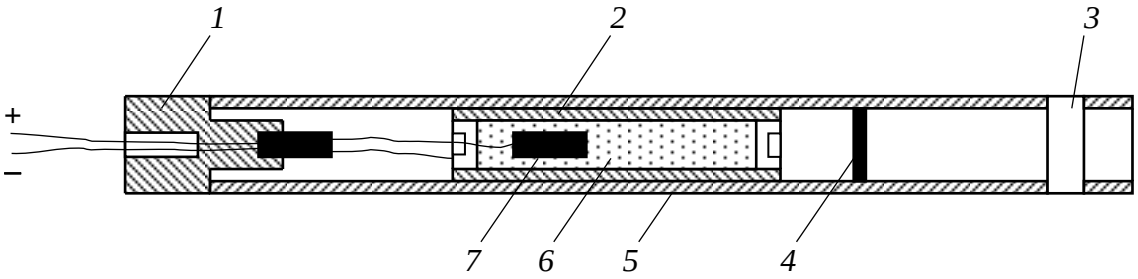


Рис. 4.1. Патрон беспламенного взрывания гидрокс:
1 – зарядная головка; *2* – оболочка заряда; *3* – разрядная головка; *4* – сменный срезаемый металлический диск; *5* – труба; *6* – основной газообразующий состав; *7* – электротермический элемент

Химический взрыв – это процесс, при котором изменяется химический состав вещества в результате окислительных химических реакций.

Химическим взрывом называется чрезвычайно быстрое выделение тепловой энергии, связанное с изменением химического состава вещества и образованием большого количества газообразных продуктов.

Таким образом, обязательными признаками химического взрыва являются:

высокая скорость реакции - 400 ÷ 9000 м/с;

большое количество газообразных продуктов – 700 - 1000 л/кг;

высокая температура газообразных продуктов в момент взрыва – 1900 – 4500° С (выделение большого количества тепловой энергии – 3400 ÷ ÷ 6000 кДж/кг).

Столь высокие температуры газов в момент взрыва имеют место из-за высокой скорости детонации, малого времени выделения энергии и незначительного теплообмена продуктов взрыва с окружающей средой.

Необходимо отметить, что только совокупность действия всех трех перечисленных признаков позволяет говорить о явлении химического взрыва.

Энергия, выделяемая при взрыве 1 кг тротила, составляет 4200 кДж/кг, тогда как энергия, выделяемая при сгорании 1 кг керосина, – 47000 кДж/кг, каменного угля – 29000 кДж/кг, березовых дров – более 18000 кДж/кг. Следовательно, потенциальная энергия вещества не является достаточной характеристикой его взрывчатых свойств.

Одной из основных характеристик взрывчатых веществ является скорость распространения реакции. В обычных горючих веществах окислительные реакции, идущие за счет внешнего кислорода, протекают с относительно невысокой скоростью. Во взрывчатых веществах реакция взрывчатого превращения (детонация) распространяется путем окисления горючих элементов кислородом, входящим в состав молекул компонентов ВВ. За счет этого скорость распространения окислительной реакции достигает у основных промышленных ВВ 3-5 км/с.

Поэтому действие взрыва заряда ВВ характеризуется его мощностью. Так, при взрыве патрона аммонита 6ЖВ массой 200 г (длина патрона $L_П$ = 200 мм) при энергии взрыва 4190 кДж/кг выделяется 838 кДж. При скорости детонации W = 3,5 км/с время взрыва $t = L_П / W = 0{,}2 / 3500 \approx$ $\approx 5{,}7 \cdot 10^{-5}$ с, а выделяемая в момент взрыва мощность

$$N = \frac{838 \cdot 10^3}{5{,}7 \cdot 10^{-5}} \approx 15 \cdot 10^8 \text{ Дж/с } (14{,}6 \cdot 10^6 \text{ кВт}).$$

Значит, наряду с количеством выделяемой энергии скорость реакции играет важнейшую роль, и реакции, протекающие с выделением большого количества тепла, но с низкой скоростью, взрывом не являются.

Также не являются взрывом реакции, идущие с высокими скоростями, но не являющиеся экзотермическими.

Выделение большого количества газообразных продуктов наряду с двумя другими признаками тоже является неотъемлемым признаком химического взрыва, поскольку при реакции окисления горючих компонентов кислородом обязательно выделяются такие газообразные окислы как углекислый газ CO_2, вода H_2O (пары) и ряд других газов. Объем газов $V_г$ зависит от температуры взрыва и определяется по формуле

$$V_г = V_н + V_н\left(\frac{T}{273}\right) , \qquad (4.1)$$

где $V_н$ – объем газов при нормальной температуре, л,

T – температура газообразных продуктов (до 5000° К).

Газообразные продукты, значительно расширяясь в объеме при высокой температуре, создают давление на стенки зарядной камеры и совершают работу.

Ядерный взрыв – процесс, при котором в результате цепных реакций происходит изменение самого вещества с образованием новых элементов. Имеется два способа выделения атомной энергии при взрыве: радиоактивный распад при делении атомных ядер урана и плутония и термоядерный синтез, при котором из тяжелого водорода образуется гелий.

При ядерном и термоядерном взрыве выделяемая энергия в миллионы раз больше, чем при химическом взрыве ($6{,}8 \cdot 10^{10}$ – при ядерном взрыве, $4{,}2 \cdot 10^{11}$ – при термоядерном).

При взрывных работах в промышленности основным является химический взрыв, которым мы будем заниматься при изучении дисциплины «Разрушение горных пород взрывом». Ядерные взрывы, несмотря на многочисленные проекты их использования в промышленности, не нашли применения из-за серьезных экологических проблем, связанных с радиоактивным заражением окружающей среды.

4.2. Понятие о взрывчатом веществе

Взрывчатое вещество (ВВ) – это малоустойчивая химическая система, которая под действием внешнего начального импульса (при приложении определенного количества внешней энергии) способна чрезвычайно быстро переходить в более устойчивую химическую систему (взрываться) с выделением большого количества тепловой энергии и газообразных продуктов.

Все взрывчатые химические системы по своему физическому состоянию можно подразделить на 5 классов:

1) смеси газов (водород + кислород; ацетилен + кислород; метан + кислород воздуха и др.);

2) смесь твердых или жидких веществ с газами (угольная пыль + кислород воздуха; сернистая пыль + кислород воздуха; мучная пыль + кислород воздуха и др.; частицы жидкого керосина, бензина, нефти + кислород воздуха);

3) жидкие вещества (нитроглицерин, нитрогликоль);

4) смеси жидких и твердых веществ (гранулит-игданит – аммиачная селитра + дизельное топливо; динамиты – нитроглицерин + диатомит и др.);

5) твердые химические соединения или смеси твердых веществ (тротил; аммониты – аммиачная селитра + тротил и др.).

Несмотря на то, что все пять классов химических взрывчатых систем попадают под вышеприведенное определение взрывчатого вещества, смеси первого и второго классов, как правило, взрывчатыми веществами не называют, поскольку одним из необходимых компонентов в них является кислород атмосферы, т. е. процесс взрыва может происходить только на открытом воздухе.

Жидкие взрывчатые вещества (нитроглицерин и другие жидкие нитроэфиры) в чистом виде не находят применения в промышленности из-за своей повышенной опасности (высокой чувствительности к внешним воздействиям).

Практическое применение имеют 4-й и 5-й классы химических взрывчатых систем, которые называются промышленными ВВ (ВВ, допущенными к постоянному применению в определенной отрасли промышленности).

4.3. Кислородный баланс ВВ

Любое взрывчатое вещество содержит в своем составе, как правило, одни и те же компоненты: углерод (C), водород (H), азот (N), кислород (O), в некоторых составах – алюминий (Al). Тогда общую формулу взрывчатого вещества можно записать в общем виде следующим образом: $C_aH_bN_cO_dAl_e$, где *a, b, c, d, e* –соответственно количество атомов углерода,

водорода, азота, кислорода и алюминия в молекуле ВВ (для смесевых ВВ – количество грамм-атомов элементов).

Из вышеперечисленных элементов углерод, водород и алюминий являются горючими, кислород – окислителем, азот – при обычных условиях нейтрален.

При окислении кислородом углерода высшим оксидом является углекислый газ CO_2, при недостатке кислорода образуется промежуточный оксид CO (угарный газ). При окислении водорода образуется вода H_2O, при окислении алюминия – оксид Al_2O_3.

Кислородный баланс ВВ (КБ) – это соотношение между массой избыточного или недостающего кислорода, необходимого для окисления горючих элементов, входящих в состав ВВ, до их высших оксидов, и общей массой молекул, участвующей в реакции взрывчатого превращения (определяется в процентах).

Для окисления всех атомов (грамм-атомов) углерода до высшего оксида CO_2 необходимо 2a атомов (грамм-атомов) кислорода, для окисления всех атомов (грамм-атомов) водорода – 0,5b атомов (грамм-атомов) кислорода, для окисления алюминия – 1,5e атомов (грамм-атомов) кислорода. Тогда кислородный баланс ВВ может быть определен по следующей формуле:

$$\text{КБ} = \frac{[d - (2a + 0{,}5b + 1{,}5e)]16}{\text{M}} \cdot 100, \%, \qquad (4.2)$$

где $M = 12a + b + 14c + 16d + 27e$ – молекулярная (молярная) масса ВВ.

В качестве примера определим кислородный баланс для такого широко распространенного компонента ВВ, как аммиачная селитра NH_4NO_3:

$$\text{КБ} = \frac{(3 - 2)16}{80} \cdot 100 = +20\ \%.$$

Кислородный баланс может быть положительным, отрицательным и нулевым. При положительном кислородном балансе количество кислорода в ВВ превышает количество, необходимое для полного окисления горючих элементов; при отрицательном – недостаточно для полного окисления всех горючих элементов; при нулевом – в составе ВВ содержится точно такое количество кислорода, которое необходимо для полного окисления горючих элементов. Такое соотношение компонентов называется ***стехиометрическим.***

При взрыве ВВ с нулевым кислородным балансом образуются в основном пары воды, углекислый газ, свободный азот, оксид алюминия и минимальное количество ядовитых газов.

При взрыве ВВ с отрицательным кислородным балансом образуется значительное количество ядовитого оксида углерода CO. Образование этого оксида идет с выделением меньшего количества тепла, чем образование углекислого газа. При взрыве ВВ с положительным кислородным балан-

сом избыточный активный атомарный кислород при высокой температуре вступает в реакцию с азотом с образованием большого количества высокотоксичных оксидов азота: NO, NO_2, N_2O_5. Реакции образования оксидов азота эндотермичны (идут с поглощением тепла).

Таким образом, наиболее эффективными с энергетической точки зрения являются взрывчатые вещества с нулевым кислородным балансом, при взрыве которых выделяется максимальное количество энергии.

4.4. Ядовитые газы взрыва

Оксид углерода CO (угарный газ) образуется при взрыве ВВ с недостаточным количеством кислорода (отрицательным кислородным балансом). Отравляющее действие оксида углерода основано на его способности при вдыхании образовывать прочные соединения с эритроцитами (красными кровяными тельцами), являющимися переносчиками кислорода из легких к тканям, из-за чего человеческий организм начинает испытывать кислородное голодание, приводящее к головокружению, тошноте, обморочным состояниям. При больших концентрациях CO (> 1 %) наступает смерть. Предельно допустимая концентрация оксида углерода в соответствии с требованиями правил безопасности составляет 0,0017 % (по объему).

Оксиды азота NO, NO_2, N_2O_5, образование которых связано с окислением азота взрывчатого вещества свободным атомарным кислородом при высокой температуре взрыва. Оксиды азота при вдыхании в легкие, вступая в реакцию с водой, образуют азотную и азотистые кислоты, действие которых приводит к отеку легких и к смерти. Особую опасность оксиды азота представляют из-за того, что они способны накапливаться в организме в течение 4-6 часов. Поэтому по токсическому действию они считаются в 6,5 раз более ядовитыми, чем оксид углерода. Предельно допустимая концентрация оксидов азота в атмосфере составляет по объему 0,00026 %.

Кроме этих ядовитых газов, при взрывании в сульфидных рудах могут образовываться сероводород H_2S (ПДК – 0,00066 %) и сернистый ангидрид SO_2 (ПДК – 0,00071 %), при вдыхании которых происходит острое раздражение дыхательных путей и отек легких. По токсичности эти газы в 2,5 раза более токсичны, чем оксид углерода.

При производстве взрывных работ в подземных горных выработках, где избыточное количество ядовитых газов приводят к серьезным проблемам с проветриванием, допускается применение ВВ только с нулевым и близким к нулю (± 3 %) кислородным балансом. Поскольку точно выдержать нулевой кислородный баланс невозможно, критерием для отнесения ВВ к нулевому кислородному балансу является выделение не более 40 л ядовитых газов при взрывании 1 кг ВВ.

Для оценки степени токсичности нескольких ядовитых газов, содержащихся в атмосфере, производят пересчет их концентрации на условный оксид углерода по формуле:

$$CO_{усл} = CO + 6{,}5(NO + NO_2 + N_2O_5) + 2{,}5(H_2S + SO_2). \quad (4.3)$$

Суммарное количество ядовитых газов в атмосфере рабочих мест не должно превышать 0,008 % (по объему).

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте сущность взрыва и его типы.
2. Поясните основные закономерности физического, химического и ядерного взрывов, их отличие и область применения.
3. Что называется взрывчатым веществом? Укажите классы, на которые оно разделяется по своему физическому состоянию.
4. Дайте определение кислородного баланса ВВ.
5. Как определяется кислородный баланс ВВ? Укажите его возможные виды.
6. Какие ядовитые газы образуются при взрыве ВВ с положительным (отрицательным) кислородным балансом? Какова их предельно допустимая концентрация?

Лекция 5

НАЧАЛЬНЫЙ ИМПУЛЬС И ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ВВ

5.1. Начальный импульс

Начальный импульс – это определенное количество внешней энергии, которое необходимо приложить к заряду для начала процесса взрывчатого превращения ВВ.

Процесс приложения начального импульса к заряду называется **инициированием.**

В зависимости от вида энергии, прилагаемой к заряду ВВ, различают следующие виды начального импульса:

- механический (удар, трение и пр.);
- тепловой (разогрев и поджигание ВВ);
- электрический;
- энергия другого типа ВВ (взрывной начальный импульс).

Механический начальный импульс, широко используемый в военных целях (взрыватели ударного действия, мины и пр.), не применяется в промышленности из-за повышенной опасности, несмотря на то, что многие виды взрывчатых материалов могут взорваться от механического начального импульса. Исключение составляют капсюли-воспламенители, приме-

няющиеся в специфической области взрывного дела – прострелочно-взрывных работах в нефтяных и газовых скважинах.

Тепловой начальный импульс применяется только для взрывания черного дымного пороха. Большинство ВВ при поджигании горят с участием кислорода атмосферы, не переходя от горения к детонации. В то же время тепловой начальный импульс используется при производстве взрывных работ в специальных устройствах для инициирования зарядов – детонаторах (капсюлях-детонаторах, электродетонаторах), необходимых для возбуждения начального импульса в зарядах ВВ. Так, в капсюлях-детонаторах инициирование первичного инициирующего вещества происходит с помощью снопа искр из огнепроводного шнура (ОШ), а в электродетонаторах – посредством снопа искр от капельки зажигающего состава, воспламеняющейся от нагревающейся нити накаливания.

Сущность **электрического начального импульса** состоит в инициировании заряда ВВ электрической дугой высокого напряжения (15-25 кВ), возникающей между двумя электродами, помещенными в ВВ. Данный способ инициирования зарядов применяется в высоковольтных электродетонаторах для обработки материалов энергией взрыва (ЭДВ-1, ЭДВ-2).

Основным видом начального импульса, применяемым в промышленности, является энергия другого типа ВВ (взрывной импульс). Промышленные взрывчатые вещества, за исключением черного дымного пороха, взрываются только от взрывного импульса (энергии другого типа ВВ).

В качестве примера использования взрывного начального импульса (рис. 5.1) можно привести взрывание скважинных зарядов ВВ с помощью детонирующего шнура.

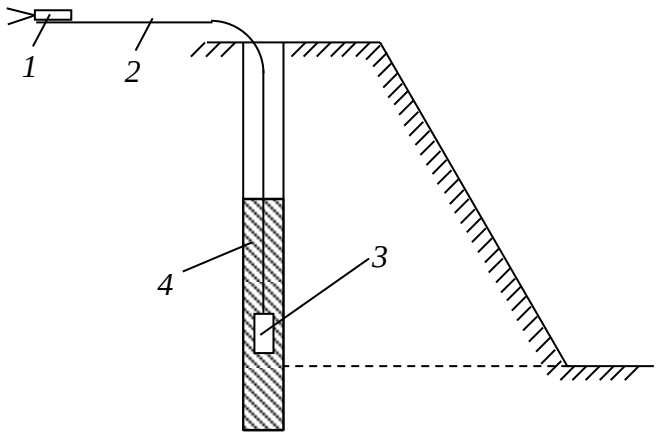


Рис. 5.1. Инициирование скважинного заряда:
1 – электродетонатор (первичное инициирующее ВВ – гремучая ртуть, вторичное инициирующее ВВ – гексоген); *2* – детонирующий шнур (взрывчатое вещество – ТЭН); *3* – промежуточный детонатор (тротиловые шашки Т-400Г); *4* – гранулированное ВВ (граммонит 79/21)

Взрывной начальный импульс передается от электродетонатора *1* к детонирующему шнуру *2*, от детонирующего шнура – к промежуточному детонатору *3*, а от него – к основному заряду ВВ *4*.

5.2. Чувствительность ВВ

Чувствительность ВВ – его восприимчивость к определенному виду внешнего воздействия. Она зависит от свойств ВВ, его структуры (порошкообразное, гранулированное, литое), температуры, влажности и др.

Для оценки чувствительности ВВ проводят определенные виды условных испытаний – **пробы на чувствительность**.

Для оценки взрывчатых веществ проводят следующие основные испытания их чувствительности:

- к инициирующему импульсу и к капсюлю-детонатору;
- удару;
- трению;
- нагреванию;
- действию открытого пламени;
- передаче детонации.

5.2.1. Проба на чувствительность к инициирующему импульсу и к капсюлю-детонатору

Всем ВВ, нечувствительным к первичным средствам инициирования, дают оценку чувствительности к детонации по величине минимального начального импульса, необходимого для возбуждения в них устойчивого взрывчатого разложения.

Для этого сначала подрывают серию открытых цилиндрических патронов испытуемого ВВ в бумажной оболочке диаметром, заведомо большим его критического, и длиной в 5-10 раз больше этого диаметра. В качестве инициатора используют тетриловые или тротиловые прессованные шашки массой от 5 до 100 г, чувствительные к капсюлю-детонатору КД № 8, которые полностью углубляют в патрон или подводят вплотную к его торцу. Диаметр шашек должен быть равным или больше их высоты с тем, чтобы он был по возможности ближе к диаметру патрона испытуемого ВВ, если в него не представляется возможным их углублять.

Заряды взрывают в вертикальном положении на грунтовой площадке. Находят такую минимальную массу шашки-детонатора, при которой во всех трех параллельных опытах фиксируется полная детонация патронов испытуемого ВВ. Выраженная в граммах инициатора, она и служит характеристикой чувствительности ВВ к детонации.

Для ВВ, заведомо чувствительных к КД № 8, минимальный начальный импульс находят иным способом. В мельхиоровые колпачки диаметром 6 мм

под давлением 180 кгс/см^2 запрессовывают различные навески (от 0,1 до 0,5 г) гремучей ртути. Колпачки помещают в гильзы из-под КД № 8 (без 1-граммовой тетриловой начинки). Изготовленные таким образом инициаторы с отрезком ОШ помещают в заряды исследуемого ВВ диаметром 40 мм и массой 50 или 100 г. Заряды взрывают на свинцовых столбиках по методу определения бризантности. За величину импульса принимают наименьшую навеску гремучей ртути, при которой достигается обжатие свинца, близкое к обжатию при инициировании заряда ВВ от стандартного капсюля-детонатора.

Величины минимального инициирующего импульса для ряда промышленных ВВ приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Величины минимального инициирующего импульса для ряда ВВ (гремучей ртути при насыпной плотности 1,0 г/см^3)

Взрывчатое вещество	Масса заряда минимального инициирующего импульса, г	Взрывчатое вещество	Масса заряда минимального инициирующего импульса, г
Тротил	0,25 – 0,26	Предохранительные	
Тетрил	0,15	аммониты	0,18 – 0,28
Гексоген	0,14	Детониты	0,12 – 0,16
ТЭН	0,15	Предохранительные	
Скальный аммонит		нитроглицериновые	
№ 1	0,19	ВВ (победиты,	
Аммонит № 6ЖВ	0,17	углениты)	0,14 – 0,20

Таким образом, все приведенные в таблице ВВ должны устойчиво детонировать от капсюля-детонатора.

5.2.2. Проба на чувствительность к удару

Испытание на чувствительность к удару основано на действии удара груза определенной массы, падающего с некоторой высоты на слой ВВ определенных размеров, заключенный между стальными поверхностями. Испытания выполняют на копрах различной конструкции. Копер Каста (рис. 5.2) состоит из массивной наковальни *1*, укрепленной на фундаменте, на которую устанавливают роликовый приборчик *2* с навеской испытуемого ВВ. Падающий груз *3* копра специальным держателем *4* может быть закреплен на необходимой высоте между двумя направляющими рейками *5*, измеренной с помощью градуированной планки *6*. При дергании за рукоятку троса груз соскальзывает с держателя и, свободно па-

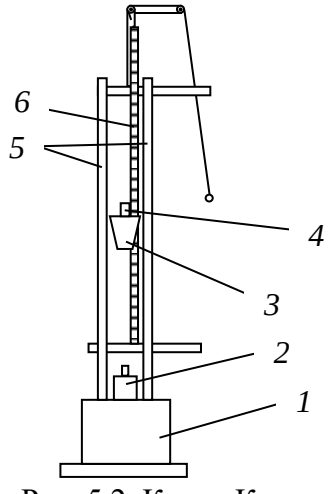


Рис. 5.2. Копер Каста

дая по направляющим, производит удар по навеске ВВ, находящейся между роликами прибора.

Роликовый приборчик (рис. 5.3) состоит из направляющей муфты *1* с гладкими внутренними стенками, поддона *2* и двух роликов *3* со снятыми фасками. Ролики свободно скользят внутри муфты, они имеют диаметр 10 мм, высоту 9,5 мм, высота муфты 16 мм. Все детали приборчика изготовлены из высококачественной стали. Каждую партию роликов для допуска к испытаниям проверяют на эталонном ВВ – тетриле, который должен дать частоту взрывов 48 ± 8 % из 100 опытов при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см. При подготовке к испытанию особое внимание уделяют чистоте торцевых поверхностей роликов, после каждого испытания их тщательно очищают от остатков ВВ и копоти.

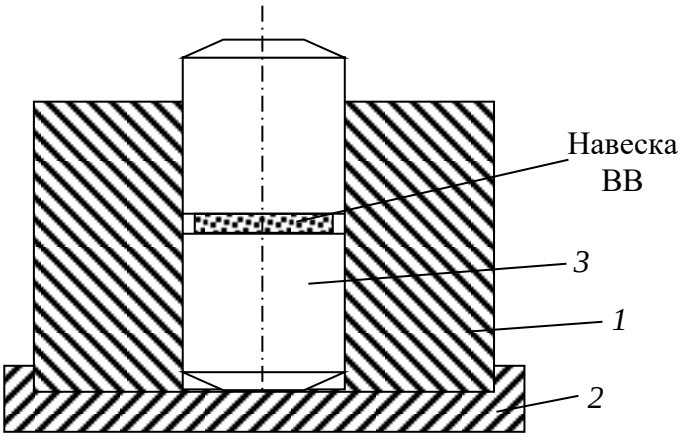


Рис. 5.3. Роликовый приборчик

В комплект прибора помимо роликовых приборчиков входят съемные грузы массой 2, 5 и 10 кг, высоту падения которых на копре можно изменять от 25 до 100 см при испытании ВВ различной чувствительности.

Существует несколько критериев оценки чувствительности ВВ к удару на копре. Наиболее распространен метод, по которому определяется частость взрывов в процентах из 25, 50 или 100 испытаний при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см.

Испытания на копре Каста выполняют следующим образом. Навеску твердого ВВ массой 0,05 г, взятую с точностью до 0,005 г, равномерно распределяют между соприкасающимися торцевыми поверхностями роликов в направляющей муфте приборчика, который затем помещают на наковальню копра в центрирующую его обойму. Груз массой 10 кг устанавливают на высоте 25 см и производят удар им по верхнему ролику приборчика. Результаты взрыва определяют по звуковому эффекту, вспышке и дымообразованию или по обследованию остатков навески ВВ на обугливание, если таковые имеются. Если удар не сопровождался перечисленными признаками, то считают, что взрыва не было. Такой опыт повторяют 25 раз, меняя роликовые приборчики с навесками, и вычисляют процент взрывов из всего числа испытаний. Если частость взрывов окажется равной 100 %, то груз копра уменьшают до 5 кг, а если окажется равной 0 %, то высоту падения увеличивают до 50 см и опыты повторяют в той же последовательности. При испытании ВВ с грузом 10 кг за эталон берут тетрил, а при испытании с грузом 5 кг – гексоген. Последний в таких условиях должен давать частость взрывов 48 ± 4 %.

Если при высоте падения 50 см груза массой 10 кг испытуемое ВВ не дает взрывов, то испытания прекращают и считают, что ВВ нечувстви-

тельно к удару, дальнейшее повышение высоты приводит к разрушению приборчиков от сильного удара.

Характеристики чувствительности к удару некоторых ВВ приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Чувствительность ВВ к удару

Взрывчатое вещество	Показатели чувствительности	
	минимальная высота падения груза массой 2 кг, при которой происходит взрыв, см	число взрывов при падении груза массой 10 кг с высоты 25 см
Гремучая ртуть	2	100
Азид свинца	3 – 4	100
Нитроглицерин	4	100
ТНРС	11	100
Динамиты	17	100
ТЭН	28	100
Гексоген	29	65 – 70
Тетрил	30	50 – 60
Аммониты	30 – 75	10 – 60
Тротил	60 – 70	2 – 8

По данным испытаний, приведенных в табл.5.2, можно характеризовать относительную чувствительность разных групп ВВ к удару.

5.2.3. Проба на чувствительность к трению

Испытание взрывчатых веществ на чувствительность к трению можно проводить на маятниковом копре К–44–III (чувствительность к скользящему удару) (рис. 5.4).

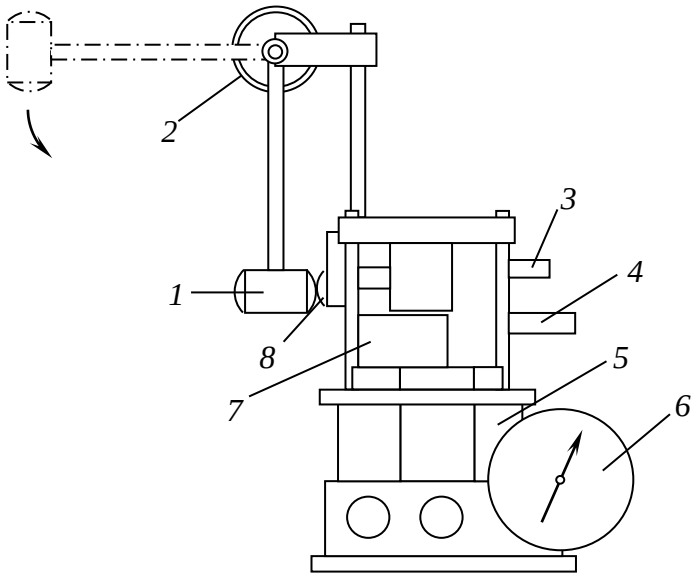


Рис. 5.4. Маятниковый копер К–44–III для определения
чувствительности ВВ к скользящему удару:
1 – груз; *2* – диск с угловыми делениями; *3* – съемник штемпельных приборов;
4 – рукоятка; *5* – масляный пресс; *6* – манометр; *7* – обойма; *8* – ударник

Навеска испытуемого ВВ массой 0,05 г сжимается между стальными трущимися поверхностями до 12000 кгс/см^2 с помощью гидравлического пресса. Рабочий узел копра схематически представлен на рис. 5.5. При боковом ударе падающего груза маятника по головке стержня верхний ролик сдвигается относительно нижнего, подвергая навеску ВВ действию трущегося сдвига.

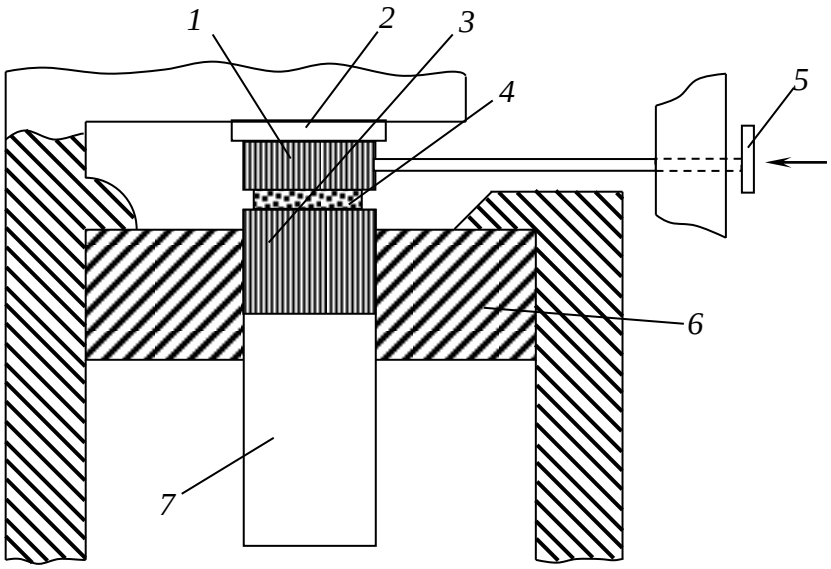


Рис. 5.5. Рабочий узел копра:
1 – выбивной ролик; *2* – упор; *3* – прижимной ролик; *4* – навеска ВВ;
5 – стержень с головкой, передающей удар; *6* – муфта;
7 – пуансон гидропресса

Вероятность взрыва зависит от величины сжатия навески между роликами. Изменяя эту величину, находят нижний, средний и верхний пределы чувствительности испытуемого ВВ, т.е. такие значения давлений, при которых частость взрывов равна 0, 50 и 100 %. Упрощенно определяют процент взрывов из 25 опытов под определенной сдавливающей нагрузкой, который и служит характеристикой чувствительности по сравнению с чувствительностью эталонного ВВ в таких условиях испытаний.

5.2.4. Проба на чувствительность к нагреванию

При поджигании в условиях свободного оттока продуктов горения большинство промышленных ВВ сгорает без взрыва. Исключение составляют пластичные динамиты, которые могут при поджигании взорваться. В замкнутом объеме (железнодорожных вагонах, трюмах судов, закрытых помещениях и др.), а также при горении больших масс ВВ горение про-

мышленных ВВ может перейти во взрыв, чему способствует нарастание давления в зоне горения.

Мерой чувствительности ВВ к нагреву служит температура вспышки ВВ, определяемая в специальном приборе (рис. 5.6).

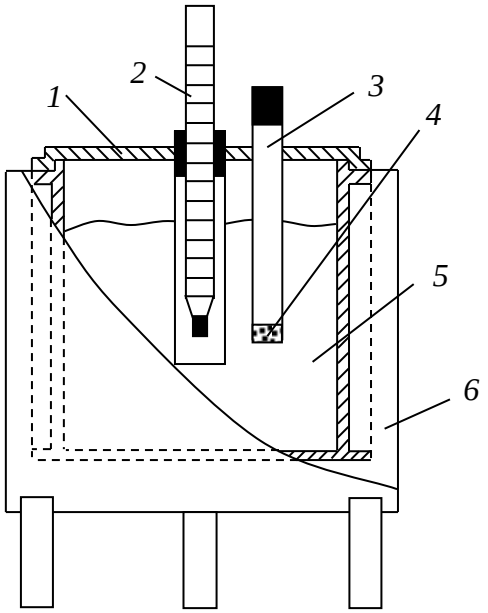


Рис. 5.6. Прибор для определения температуры вспышки:
1 – крышка; *2* – термометр; *3* – пробирка; *4*– навеска ВВ; *5* – корпус бани; *6* – футляр

Навеску ВВ (0,05 г) в пробирке помещают в металлическую баню, заполненную легкоплавким металлом (сплавом Вуда) или маслом (парафином) с высокой точкой кипения, предварительно нагретым до 100 ^{0}С. Нагревая баню со скоростью 20^0 в минуту, фиксируют температуру, при которой произошла вспышка.

Таблица 5.3

Температура вспышки некоторых ВВ

Взрывчатое вещество	Температура вспышки, ^{0}С	Взрывчатое вещество	Температура вспышки, ^{0}С
Тротил	290 – 300	ТНРС	275
Гексоген	215 – 230	Дымный порох	290
ТЭН	205 – 215	Аммониты	280 – 320
Нитроглицерин	200 – 205	Предохранительные	
Гремучая ртуть	175 – 180	аммониты	250 – 350
Азид свинца	230 – 340	Пироксилин	195

Температура вспышки характеризует термостойкость различных групп ВВ.

5.2.5. Проба на чувствительность к действию открытого пламени

Чувствительность к действию открытого пламени определяют следующим образом: навеску ВВ массой 1,0 г помещают в пробирку, в которую вводят отрезок огнепроводного шнура (ОШ) таким образом, чтобы его торцевая часть располагалась на расстоянии 1 см от навески ВВ, длина отрезка ОШ составляет 5 – 10 см (рис. 5.7).

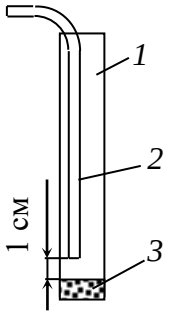


Рис. 5.7. Определение чувствительности ВВ к действию открытого пламени:
1 – пробирка; *2* – отрезок огнепроводного шнура; *3* – навеска ВВ

Навеска ВВ подвергается воздействию снопа искр от сгорания пороховой сердцевины ОШ, во время проведения опыта определяют, происходит или нет воспламенение испытуемого ВВ.

5.2.6. Проба на чувствительность к передаче детонации

Метод предназначается для контрольно-приемочных испытаний выпускаемых партий патронированных ВВ, а также в исследовательской практике для изучения детонационной способности некоторых непатронированных ВВ. Испытание основано на возбуждении детонации одного патрона взрывом другого, уложенных на грунте соосно на некотором расстоянии друг от друга (рис. 5.8). Определяется максимальное расстояние передачи детонации между ними, величина которого является одной из важнейших характеристик детонационной способности ВВ, она характеризует качество их изготовления.

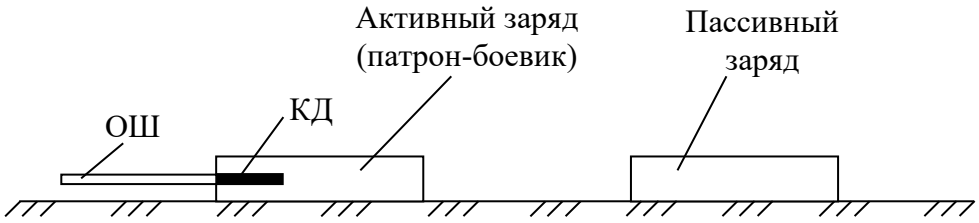


Рис. 5.8. Проба на чувствительность к передаче детонации

Испытание проводят следующим образом. От партии ВВ отбирают не менее шести пар патронов. В торец одного из каждой пары патронов помещают ЭД или КД с отрезком ОШ. Подготовленный таким образом патрон-боевик укладывают на твердом ровном грунте исследовательской

площадки полигона. На некотором расстоянии от противоположного его торца укладывают соосно второй, пассивный заряд. Между зарядами помещают один шаблон из имеющегося набора (измеритель расстояния с длиной 1, 2, 3, 4, 5 см и т. д.), к которому плотно прижимают их торцы и, не сдвигая с места патроны, шаблон вынимают. После этого производят взрыв. Первоначальное расстояние по шаблону устанавливают на основании имеющихся данных или предположения о способности испытуемого ВВ к передаче детонации.

О передаче детонации судят по отсутствию остатков ВВ и оболочки пассивного заряда и по наличию углубления и следов взрыва в грунте на месте расположения патронов. В зависимости от результатов первого взрыва взрывают следующие пары патронов, расстояние между которыми постепенно (на 1 – 2 см) увеличивают или уменьшают до тех пор, пока не найдут то максимальное расстояние, при котором в трех параллельных опытах будет зафиксирована полная детонация пассивного заряда. Это расстояние, измеренное в сантиметрах, и считается расстоянием передачи детонации патронов испытуемого ВВ.

Важность таких испытаний состоит в том, что при заряжании шпуров патронированными ВВ между патронами могут оставаться воздушные промежутки. При взрыве такого заряда детонационная волна на границе «ВВ»-«воздух» переходит в ударную волну, которая интенсивно затухает в воздухе. Если ВВ обладает нормальным качеством, то энергии ударной воздушной волны, прошедшей через существующий промежуток, будет достаточно для того, чтобы возбудить детонацию в торце следующего патрона. Взаимные переходы детонационной волны в ударную и обратно при передаче детонации на расстояние схематично показаны на рис. 5.9.

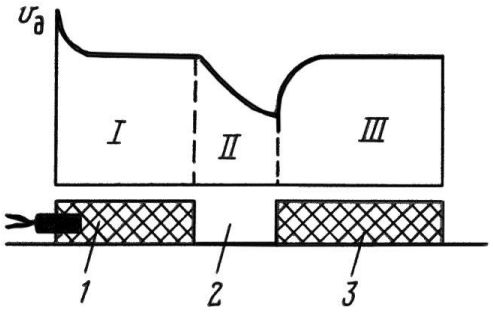


Рис. 5.9. Взаимные переходы детонационной волны в ударную и обратно при передаче детонации на расстояние:
1 – активный заряд; *2* – воздушный промежуток; *3* - пассивный заряд;
I – III – зоны распространения детонации

По изложенной методике на заводе испытывают каждую партию ВВ, выпускаемого в патронированном виде.

Партии ВВ, выпускаемого в непатронированном виде, на передачу детонации могут проверить потребители перед взрывными работами, если

такие работы должны выполняться патронами собственного изготовления (масса патрона 200 г, плотность 0,95 – 1,05 г/см^3) или шпуровыми насыпными зарядами малого диаметра.

Испытания на передачу детонации в некоторых случаях, например, при контрольных проверках на базисных складах, проводят по упрощенной методике. Вместо отыскания максимального расстояния три пары патронов поочередно взрывают с расстоянием между их торцами, соответствующим установленной норме для данного ВВ. Партия ВВ считается выдержавшей испытание, если в трех опытах установлена полная детонация пассивного заряда. При отказе детонации хотя бы в одном из опытов испытания повторяют в удвоенном количестве, результаты которых являются окончательными для решения вопроса годности ВВ.

5.3. Способы изменения чувствительности ВВ

Для изменения (повышения или уменьшения) чувствительности в состав ВВ вводятся специальные добавки.

Сенсибилизаторами называются добавки, повышающие чувствительность ВВ.

Существует два основных типа сенсибилизаторов.

К I типу относятся инертные вещества, температура плавления и твердость которых выше, чем у компонентов самого ВВ (мелкоизмельченное стекло, кварцевый песок, буровая пыль, металлическая стружка). На острых гранях частиц сенсибилизатора концентрируется энергия удара и трения, вызывающая локальные очаги воспламенения и взрыва. Например, примесь к тротилу 0,1–0,2 % кварцевого песка повышает его чувствительность в 3 – 5 раз.

Данный тип сенсибилизаторов ***не допускается*** для применения в промышленных ВВ из-за возможности неуправляемого повышения чувствительности в отдельных частях объема ВВ.

II тип сенсибилизаторов – это более мощные, более чувствительные к внешним воздействиям ВВ (жидкие нитроэфиры, гексоген и др.), которые в смеси с малочувствительными взрывчатыми (аммиачная селитра и др.) или невзрывчатыми веществами обеспечивают нормальную чувствительность смесевого ВВ к инициированию капсюлем-детонатором и одновременно повышают энергетические характеристики этого смесевого ВВ.

Флегматизаторами называют добавки, снижающие чувствительность ВВ к внешним воздействиям. В качестве флегматизаторов используются мягкие и легкоплавкие примеси, а также компоненты ВВ с высокой теплопоглащающей способностью (индустриальные масла, парафин и др.). Вода также оказывает флегматизирующее действие на взрывчатые вещества.

Действие флегматизаторов связано с затратой части тепловой энергии начального импульса на нагревание и плавление данных добавок.

Контрольные вопросы

1. Что такое начальный импульс? Перечислите его виды. Что называется инициированием?

2. Что понимается под чувствительностью ВВ? Укажите основные виды испытаний для оценки чувствительности.

3. В чем заключаются методики определения чувствительности ВВ к удару и трению?

4. Дайте краткое описание методики определения чувствительности ВВ к нагреванию и действию открытого пламени.

5. Охарактеризуйте метод испытания ВВ на передачу детонации. Что называется активным и пассивным зарядом ВВ?

6. Каким способом повышается (понижается) чувствительность ВВ к внешним воздействиям? Что называется сенсибилизатором, каковы его типы? Что называется флегматизатором?

Лекция 6

ФОРМЫ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕВРАЩЕНИЯ ВВ. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ДЕТОНАЦИИ

6.1. Формы химического превращения ВВ

Химическое превращение ВВ может протекать в различных формах, основными из которых являются:

1) медленное химическое превращение (термический распад);

2) горение;

3) взрывное горение;

4) детонация.

Медленное химическое превращение (термическое разложение) представляет собой процесс распада вещества в течение длительного времени и характеризуется тем, что все разлагающееся вещество находится при одинаковой температуре, практически равной температуре окружающей среды. Скорость реакции соответствует этой температуре и во всех точках одинакова. Закономерности медленного химического превращения ВВ принципиально не отличаются от закономерностей превращений невзрывчатых веществ.

Медленное химическое превращение ВВ возможно в процессе изготовления, хранения и даже в процессе применения ВВ. Обычно начало медленного химического превращения связано с неблагоприятными условиями для ВВ (повышенная температура, влажность, наличие примесей-катализаторов и др.).

Наиболее опасными с позиций термического разложения являются нитроэфирсодержащие ВВ, в процессе хранения которых возможно начало медленного химического превращения.

Современный ассортимент промышленных ВВ при условии правильного хранения является стойким в химическом отношении. В то же время при наличии неблагоприятных условий (повышенная температура, наличие кислотных вод) термическое разложение взрывчатых веществ возможно.

Горение ВВ (скорость от сантиметров до десятков метров в секунду) как форма химического превращения характерно для большинства промышленных ВВ. Горение происходит за счет внешнего кислорода, однако при больших количествах ВВ или при горении в замкнутых объемах из-за отсутствия оттока тепла возможно повышение температуры и переход во взрыв – высшие формы химического превращения ВВ.

Горение как форма химического превращения используется при уничтожении недоброкачественных ВВ.

При взрывном горении (скорость распространения от 400 до 1500 м/с) окисление горючих компонентов ВВ происходит за счет внутреннего кислорода взрывчатого вещества. Распространение реакции при взрывном горении происходит за счет теплопередачи, т. е. ранее прореагировавшие слои ВВ передают тепловую энергию (поджигают) следующим слоям.

В форме взрывного горения происходит взрыв черного дымного пороха, инициируемого тепловым начальным импульсом.

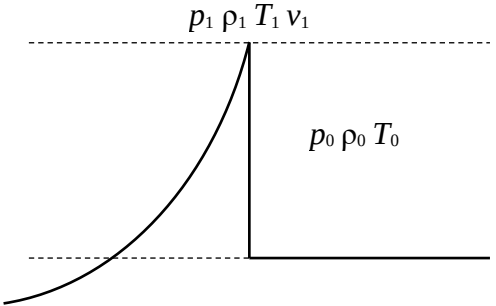
Детонация – распространение взрыва, обусловленное прохождением по заряду ВВ детонационной волны со сверхзвуковой скоростью. Детонация - это высшая форма химического превращения ВВ, протекающая с наибольшей скоростью (1500 – 9000 м/с) и максимальным выделением энергии.

Медленное химическое превращение (термический распад), горение, взрывное горение и детонация являются основными формами химического превращения взрывчатых веществ. Они могут переходить одна в другую. Так, например, медленное химическое превращение больших объемов ВВ при недостаточном теплоотводе может переходить в горение, а горение – в детонацию. Могут происходить и обратные процессы – при неправильных параметрах взрывных работ (в частности, из-за недостаточно эффективного инициирования зарядов) детонация может переходить во взрывное горение и горение (дефлаграция).

6.2. Основные положения теории детонации

6.2.1. Понятие о детонации

Детонация представляет собой процесс распространения по взрывчатому веществу со сверхзвуковой скоростью зоны химической реакции вслед за



ударной волной – областью сжатия с резким скачком давления, температуры и плотности на переднем фронте (рис. 6.1).

Рис. 6.1. Изменение параметров среды при прохождении ударной волны

Совокупность ударной волны *2* и зоны химической реакции *7* называется детонационной волной *1* (рис. 6.2). Под действием ударной волны происходит разрушение молекул ВВ, и освобожденные от первоначальных связей, нагретые до высокой температуры горючие элементы и кислород в пределах зоны химической реакции вступают в реакцию с выделением тепла и превращением ВВ в газообразные продукты взрыва. В зоне химической реакции распространяется фронт расширения продуктов взрыва *3*, а с периферии к центру заряда по наклонной к оси заряда плоскости распространяется фронт волны разрежения *4*. В центре зоны химической реакции в виде конуса формируется зона нерасширившихся газов *5*, от устойчивости которой зависит устойчивость процесса детонации в целом. Зона химической реакции ограничивается плоскостью Чепмена-Жуге.

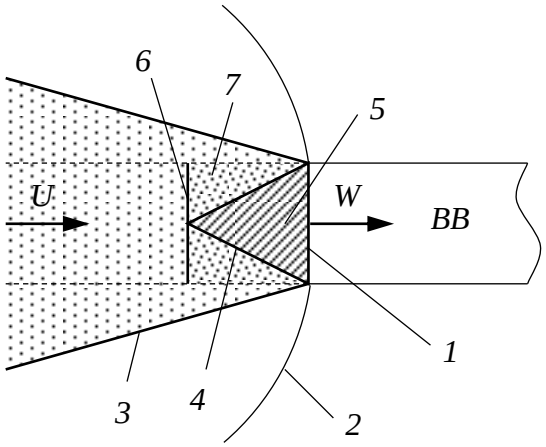


Рис. 6.2. Схема детонации открытого заряда:
1 – детонационная волна; *2* – ударная волна; *3* – фронт расширения продуктов взрыва; *4* – фронт волны разрежения; *5* – зона нерасширившихся газов; *6* – плоскость Чепмена-Жуге; *7* – зона химической реакции

Ширина волны сжатия в заряде не превышает длину свободного пробега молекулы, а ширина зоны химической реакции изменяется от 1 до 40 мм в зависимости от состава и дисперсности ВВ.

Характерные особенности детонационной волны:

1) скорость распространения детонационной волны *W* всегда выше скорости звука в данной среде;

2) на фронте детонационной волны происходит скачкообразное повышение давления, плотности и температуры вещества;

3) продукты взрыва смещаются вслед за ударной волной со скоростью *U*;

4) скорость ударной волны зависит от величины сохранившегося и поддерживаемого энергией зоны химической реакции давления на фронте волны.

Первые математические модели детонационной волны, опирающиеся на теорию ударных волн в газах, были созданы в виде гидродинамических теорий детонации в конце XIX века В. А. Михельсоном в России, Д. Л. Чепменом в Англии и Е. Жуге во Франции.

Рассмотрим диаграмму детонационной волны в координатах давление (p) – объем (V) (рис. 6.3). Исходное вещество с параметрами p_0V_0 (точка A) сжимается в фронте ударной волны до состояния p_1V_1 (точка B), при котором в результате адиабатического сжатия и разогрева возникает экзотермическая реакция взрывчатого превращения, заканчивающаяся в точке C, называемой точкой Чепмена-Жуге и лежащей на адиабате EC продуктов детонации (адиабате Гюгонио). Процесс превращения сопровождается расширением нагретых газообразных продуктов детонации, поэтому давление продуктов детонации в плоскости Чепмена-Жуге примерно в 2 раза ниже, чем в точке B, т. е. на фронте волны сжатия.

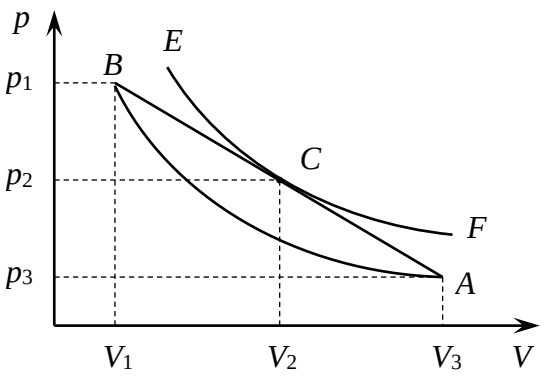


Рис. 6.3. Диаграмма детонационной волны

За плоскостью Чепмена-Жуге (точка C) по адиабате CF происходит дальнейший спад давления продуктов детонации вследствие их расширения. Прямая AB, являющаяся касательной к адиабате Гюгонио в точке Чепмена-Жуге, называется прямой Михельсона.

На профиле детонационной волны, построенном в координатах давление (p) – расстояние (x) (рис. 6.4), адиабатическому сжатию вещества соответствует прямая AB. Небольшой угол ее наклона к оси ординат свидетельствует о крайне малом времени пребывания вещества в волне и малой толщине сжимаемого слоя. Участок BC на кривой падения давления соответствует зоне химической реакции, а совпадающей с линией Михельсона – точке C перехода от линии Михельсона к адиабате Гюгонио соответствует плоскость Чепмена-Жуге. Участок кривой CF характеризует спад давления в расширяющихся продуктах детонации.

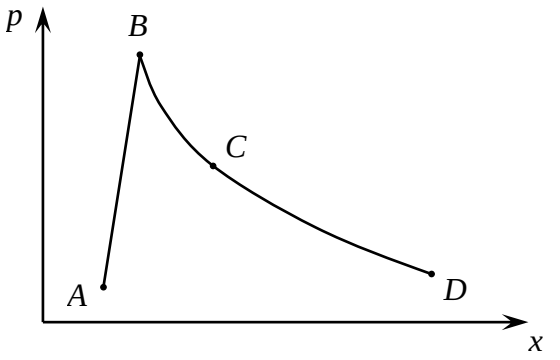


Рис. 6.4. Профиль детонационной волны

Вещество при сжатии переходит в состояние, описываемое уравнением

$$Ð_1 = Ð_0 + \frac{W^2(V_0 - V_1)}{V_0}. \qquad (6.1)$$

Если в зоне химической реакции выделяется определенное количество тепла, то изменяется и состояние вещества, описываемое уравнением другой адиабаты, проходящей выше адиабаты исходного вещества. При этом адиабата Гюгонио для конечных продуктов детонации должна располагаться выше всех промежуточных адиабат, так как к этому моменту выделится вся энергия.

Условие касания адиабаты Гюгонио с прямой Михельсона имеет вид:

$$\frac{P_2 - P_0}{V_0 - V_2} = -\left(\frac{dp}{dV}\right)_2. \qquad (6.2)$$

Головную часть волны химической реакции принято называть химическим пиком (участок *BC* на рис. 6.4). В зоне химического пика местная скорость звука в продуктах детонации, а, следовательно, и скорость распространения выделившейся теплоты, выше скорости детонационной волны относительно продуктов детонации. Благодаря этому происходит «подпитка» детонационной волны за счет выделившейся в химическом пике энергии, что обеспечивает ее устойчивость и самораспространение.

Основным условием устойчивости детонации заряда ВВ является преобладание количества энергии, выделившейся в зоне химического пика, над потерями энергии в этой зоне вследствие расширения продуктов детонации. И наоборот, детонация становится неустойчивой, и ее скорость снижается, если потери теплоты при расширении продуктов детонации превысят количество теплоты, выделившейся в зоне химического пика.

6.2.2. Параметры взрывчатого превращения

Основными параметрами взрыва являются:
скорость детонации *W*;
давление детонации *P*;
теплота взрыва *Q*;
температура взрыва *T*;
объем продуктов взрыва.

Скорость детонации ВВ в определенных условиях взрывания является величиной постоянной, но она может изменяться в широких пределах в зависимости от совокупного влияния различных факторов, таких как степень дисперсности ВВ, плотность и диаметр заряда, наличие прочной оболочки и др.

Скорость детонации в конкретных условиях взрывания зависит от энергии ВВ, а также от его плотности и может быть определена экспериментально или рассчитана по формуле

$$W = \sqrt{2Q_V(n-1)}\ , \qquad (6.3)$$

где Q_V – теплота взрыва при постоянном объеме;

n – показатель политропы, приблизительно равный 3.

Давление детонации пропорционально плотности ВВ и квадрату скорости его детонации и может быть приближенно посчитано по формуле:

$$P = \frac{\rho_0 W^2}{n+1}, \tag{6.4}$$

где ρ_0 – плотность ВВ.

Для промышленных ВВ давление изменяется от 5 до 25 МПа.

Теплотой взрыва называется количество тепла, выделяемое при взрывчатом превращении 1 кг или 1 моля ВВ. Теплота взрыва, являющаяся одной из основных, наиболее важных характеристик ВВ, определяет его мощность и может быть вычислена по формуле

$$Q_â = q_1 - q_2 , \tag{6.5}$$

где q_1 – теплота образования продуктов взрыва;

q_2 – теплота образования исходного ВВ или его составных частей.

Температурой взрыва называется максимальная температура, до которой нагреваются продукты взрыва за счет теплоты взрывчатого превращения. Температуру взрыва T (^{0}C) обычно определяют по формуле:

$$Ò = \frac{Q_V}{C_V} + 273, \tag{6.6}$$

где C_V – средняя теплоемкость продуктов взрыва.

Объем газообразных продуктов взрыва можно рассчитать, зная реакцию взрывчатого превращения, по формуле:

$$V = \frac{22{,}4 n_2 \cdot 1000}{NM} + 273, \tag{6.7}$$

где n_2 – число газообразных молекул в продуктах взрыва;

N – число молекул исходного вещества, участвующих в реакции;

M – молекулярная масса исходного вещества.

Для расчетов основных параметров детонации, в уравнения определения которых входит, как правило, по два неизвестных, экспериментально необходимо определить один из искомых параметров. Наиболее просто определяется скорость детонации.

Контрольные вопросы

1. В каких формах может протекать химическое превращение ВВ? Кратко охарактеризуйте каждое из них.

2. Представьте структуру детонационной волны, укажите ее характерные особенности. Что понимается под поверхностью Чепмена-Жуге?

3. Опишите процесс зарождения и движения детонационной волны по заряду ВВ, используя ее диаграмму. Чем характеризуется точка Жуге?

4. Что называется зоной химического пика? Сформулируйте условие устойчивости детонации заряда ВВ.

5. Перечислите основные параметры взрывчатого превращения ВВ. Что называется теплотой и температурой взрыва?

Лекция 7

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКОРОСТИ ДЕТОНАЦИИ. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СКОРОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ ДЕТОНАЦИИ

7.1. Экспериментальные методы определения скорости детонации

Методы определения скорости детонации, позволяющие измерять ее с необходимой точностью в зарядах сравнительно небольших размеров, можно подразделить на две группы:

методы, дающие возможность определить среднюю скорость на определенном участке длины заряда (метод Дотриша, осциллографические методы);

методы, дающие возможность определить скорость детонации в любой точке длины заряда (фотографические методы, в частности, метод скоростной киносъемки).

Метод Дотриша измерения скорости детонации с помощью детонирующего шнура (ДШ) (рис. 7.1) состоит в том, что неизвестная скорость испытуемого ВВ сравнивается в известной скоростью детонации ДШ.

Для проведения испытания используют бесшовную трубу *4*, изготовленную из стали 5 с внутренним диаметром 30 или 40 мм, толщиной стенок 3-4 мм и длиной 450 мм, закрытую с обоих концов завинчивающимися крышками *2*, в одной из которых по центру просверлено отверстие диаметром 7,5 мм под электродетонатор *1*. На поверхности трубы два таких же отверстия, отстоящие одно от другого на расстоянии 350 мм и от торца трубы со стороны крышки на расстоянии 60 мм, для пропуска в заряд концов *6* и *7* отрезков ДШ.

Для фиксации места встречи детонационных волн отрезков ДШ используют пластинку-фиксатор *8* из оцинкованной стали толщиной 0,7 мм, шириной 15 мм и длиной 600 мм. На пластинке перед укладкой концов ДШ наносят две поперечные риски *А* и *Б* на расстоянии 500 мм одна от другой. Под пластинку помещают стальную подкладку *9* толщиной 10 мм, шириной 20 мм и длиной 620 мм. Обмотанную спиралью с помощью ниток

пластинку с подкладкой и концами ДШ помещают в металлическую трубу *10*, защищающую фиксатор от осколков при детонации заряда.

Скорость детонации ДШ, применяемого для испытаний, должна быть не менее 6,5 км/с. Измерение ее (тарирование ДШ) производят заранее осциллографическим методом.

Для надежного возбуждения детонации в испытуемом заряде *5* используют промежуточный детонатор *3* – прессованную шашку плотностью 1,5 – 1,6 г/см^3.

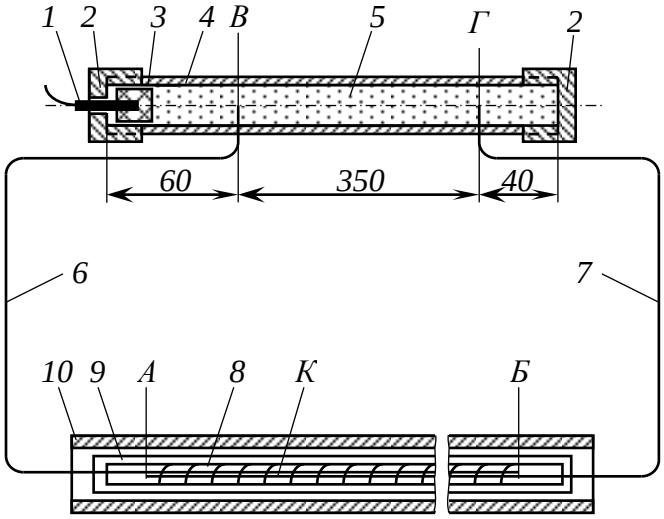


Рис.7.1. Схема определения скорости детонации по методу Дотриша:
1 – электродетонатор; *2* – завинчивающиеся крышки; *3* – промежуточный детонатор; *4* – бесшовная труба; *5* – заряд ВВ; *6, 7* – отрезки детонирующего шнура L_1 и L_2; *8* – пластинка-фиксатор; *9* – стальная подкладка; *10* – металлическая труба

Для монтажа фиксирующей системы берут два неравных отрезка ДШ, длину которых устанавливают в зависимости от ожидаемой скорости детонации испытуемого ВВ.

Подготовленный к испытанию заряд взрывают. Распространяющаяся по заряду детонационная волна в точке *В* вызывает детонацию в отрезке шнура *6* длиной L_1, затем в точке *Г* инициирует отрезок шнура *7* длиной L_2. Распространяющиеся по этим отрезкам детонационные волны встречаются в некоторой точке *К* и, создав мгновенное повышение давления, образуют на пластинке характерную вмятину, которая и служит для измерений при расчете скорости детонации.

После взрыва заряда извлекают из защитной трубы *10* оставшуюся пластинку-фиксатор *8*, разыскивают на ней отметку *К* и измеряют расстояние от этой отметки до рисок *А* и *Б*.

Скорость детонации определяется, исходя из равенства времени распространения детонационных волн по заряду и по отрезкам детонационного шнура до встречи

$$\frac{L_1 - КБ}{V_{дш}} = \frac{ВГ}{V_{вв}} + \frac{L_2 - АК}{V_{дш}}, \qquad (7.1)$$

где $V_{дш}$ – скорость детонации детонирующего шнура;

$V_{вв}$ - скорость детонации испытуемого ВВ.

По зависимости (7.1), считая скорость детонации ДШ $V_{дш}$ постоянной, находим скорость детонации ВВ.

Недостатком метода Дотриша является то, что с помощью него можно определить только среднюю скорость детонации ВВ по заряду (участок ВГ).

Осциллографический метод основан на способности продуктов детонации ионизироваться, замыкать в таком состоянии искровые промежутки датчиков, помещенных в заряд, и посылать на осциллограф электрические импульсы (рис. 7.2).

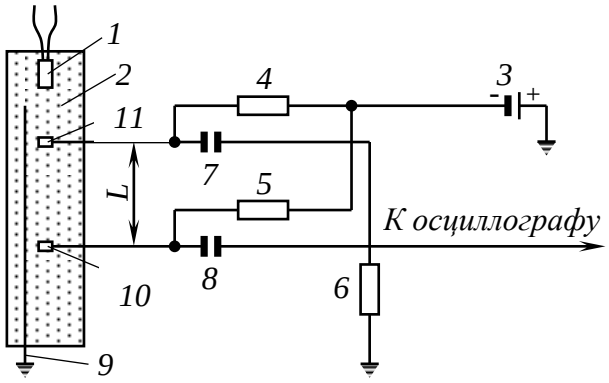


Рис.7.2. Схема осциллографического метода определения скорости детонации:
1 – электродетонатор; *2* – заряд ВВ; *3* – источник постоянного тока;
4, 5, 6 – сопротивления; *7, 8* – конденсаторы; *9* – заземленный электропровод;
10, 11 – датчики

Вдоль заряда *2* испытуемого ВВ располагают заземленный электропровод *9*. В поперечном положении в заряд вводят два датчика *10* и *11* на точно измеренном расстоянии между ними. Датчики не должны касаться заземленного провода, образуя с ним искровые промежутки, через которые до момента взрыва электрический ток не может проходить по ВВ, если оно не имеет электропроводности (для токопроводящих ВВ метод не пригоден).

Концы проводов датчиков подключают к электрическому блоку, состоящему из конденсаторов *7* и *8* малой емкости и сопротивлений *4, 5* и *6*. В блок поступает напряжение от источника постоянного тока *3*, заряжающего конденсаторы. Перед испытанием к блоку подключают осциллограф.

Заряд инициируют электродетонатором *1*. При прохождении детонационной волны вдоль заряда датчики поочередно замыкаются с заземленным электропроводом благодаря ионизации продуктов детонации. При замыкании датчика *10* разряжается конденсатор *7* и дает первый импульс в осциллограф, при замыкании датчика *11* разряжается конденсатор *8* и дает второй импульс. Оба последовательных импульса вызывают соответству-

ющие скачки напряжения, которые в виде всплесков святящейся кривой с большой точностью на экране электроннолучевой трубки осциллографа. С полученной осциллограммы определяют время прохождения детонационной волны между датчиками *t*, сравнивая расстояние между двумя скачками (пиками) кривой напряжения и имеющимися метками времени.

Среднюю скорость детонации на измеренном интервале можно определить по формуле:

$$W = \frac{L}{t}, \qquad (7.2)$$

где L – расстояние между датчиками.

Можно измерить скорость детонации на ряде участков заряда, если ввести в него соответствующее число датчиков. В зависимости от агрегатного состояния ВВ (сыпучее, твердое, жидкое и др.) могут применяться датчики различной конструкции (фольговые, игольчатые и др.).

Фотографический метод основан на фоторегистрации светящихся продуктов детонации за фронтом детонационной волны, распространяющихся вдоль заряда. Для выполнения этого метода наиболее широко применяется фоторегистр СФР с зеркальной разверткой, который выдает фотограмму с наклонным изображением (по отношению к координатным осям) следа свечения продуктов детонации в виде непрерывной линии.

На рис. 7.3 приведена принципиальная схема фоторегистра с зеркальной разверткой. Заряд ВВ *1* расположен перпендикулярно к плоскости чертежа. Объектив *2* проецирует изображение процесса детонации заряда в плоскости вертикальной регулируемой щели *3*, которая «вырезает» из этого изображения узкую полоску; объектив *4* с помощью вращающегося зеркала *5* фокусирует изображение этой полоски на фокальной поверхности, на которой располагается неподвижная фотопленка *6*.

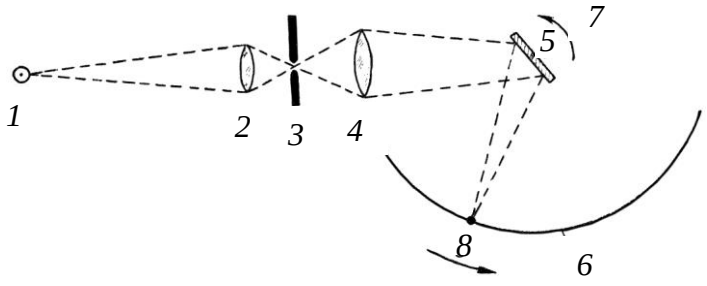


Рис. 7.3. Схема фоторегистра с зеркальной разверткой:
1 – заряд ВВ; *2* – объектив; *3* – щель; *4* – объектив; *5* – зеркало; *6* – фотопленка; *7* – направление вращения зеркала; *8* – направление перемещения изображения на пленке

При вращении зеркала световая полоска «вырезанная из изображения» процесса, перемещается вдоль фокальной поверхности, экспонируя

при этом пленку. Сочетание движения изображения по пленке с движением самого процесса дает на пленке линию, наклон которой определяет скорость детонации заряда ВВ.

Скорость детонации заряда ВВ можно определить по формуле

$$W = \frac{V}{\beta} \operatorname{tg} \varphi \ , \qquad (7.3)$$

где V – скорость развертки изображения;

β - коэффициент поперечного увеличения, равный отношению длины изображения на пленке к длине заряда;

φ - угол наклона касательной к кривой фотограммы.

Прибором СФР можно получить вместо непрерывной развертки процесса во времени серию отдельных снимков с частотой до $2 \cdot 10^6$ кадров в секунду.

7.2. Факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации

Устойчивой называется детонация заряда ВВ с постоянной, характерной для условий взрывания скоростью. Поэтому устойчивость детонации, как правило, характеризуется скоростью детонации.

Все факторы, влияющие на скорость и устойчивость детонации ВВ в заряде, можно разделить на две группы:

факторы, зависящие от состояния самого ВВ (дисперсность, чувствительность к начальному импульсу и др.);

факторы, зависящие от условий взрывания зарядов ВВ (плотность ВВ, диаметр заряда ВВ, наличие прочной оболочки; мощность начального импульса и др.).

Первая группа факторов нами рассматриваться не будет, поскольку в первую очередь их изменение зависит только от технологии изготовления ВВ.

Факторы, относящиеся ко второй группе, напротив, будут рассмотрены достаточно подробно, поскольку во многом именно от горных инженеров может зависеть правильный выбор этих параметров, обеспечивающих как необходимое качество, так и безопасность производства взрывных работ.

7.2.1. Влияние плотности заряда ВВ

Для каждого ВВ существует насыпная, оптимальная и критическая плотность. Скорость детонации в значительной мере зависит от изменения плотности ВВ в заряде (рис. 7.4). Так, с увеличением плотности индивидуальных ВВ скорость детонации возрастает до максимальных значений (кривая *1*), что объясняется увеличением концентрации энергии в единице объема.

Влияние плотности на скорость и устойчивость детонации смесевых ВВ значительно сложнее. При увеличении плотности смесевых ВВ от

насыпной $\rho_н$ до оптимальной $\rho_{опт}$ скорость детонации *W* возрастает до максимальной величины (точка *A* на кривой *2*), поскольку с уменьшением расстояния между частицами ВВ улучшаются условия теплопередачи от частицы к частице и пополнения энергией волны сжатия, распространяющейся по заряду, а также условия взаимодействия химических элементов, образовавшихся в процессе первичного превращения. При дальнейшем увеличении плотности до критического значения $\rho_{кр}$ уменьшается свободная, не контактирующая поверхность частиц ВВ, что затрудняет восприятие частицами теплоты. Также затрудняются процессы диффузионного смешивания продуктов первичного распада, необходимые для вторичных реакций с высоким тепловыделением. Кроме того, аммиачная селитра, входящая в состав большинства ВВ, при этих плотностях ведет себя как инертное вещество, поглощающее тепло и не поддерживающее окислительные реакции. Все вышеперечисленные факторы препятствуют распространению детонации по заряду ВВ.

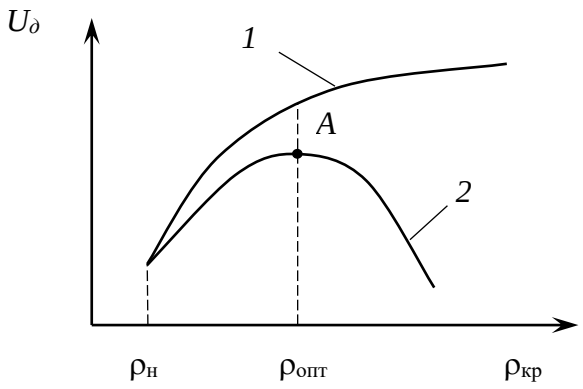


Рис. 7.4. Зависимость скорости детонации от плотности ВВ:
1 – для индивидуальных ВВ;
2 – для смесевых ВВ

В отечественной практике в настоящее время применяются порошкообразные смесевые ВВ только с насыпной плотностью. Путем механического прессования можно обеспечить плотность ВВ, приближающуюся к оптимальной (1,3-1,5 г/см^3), но опыт применения прессованных взрывчатых веществ показал их повышенную опасность по сравнению с обычными патронированными ВВ из-за высокой чувствительности к механическим воздействиям и сложности заряжания шпуров из-за возможности заклинивания.

Достичь критической плотности ВВ посредством механического воздействия на него нельзя. Обеспечить у заряда ВВ или его части плотность, приближающуюся к критической, возможно только с помощью взрывного импульса.

Основными причинами, которые могут привести к переуплотнению зарядов ВВ в шпурах до критической плотности и, вследствие этого, к их неполной детонации, являются:

Переуплотнение ударной воздушной волной, распространяющейся по промежутку между зарядом ВВ и стенками шпура (канальный эффект).

Между стенками шпура и патронами ВВ всегда проектируется кольцевой зазор величиной 10-15 мм, необходимый для обеспечения нормального процесса заряжания.

Экспериментальными исследованиями доказано, что в зазоре между зарядом и стенками шпура распространяется ударная воздушная волна, опережающая фронт детонации. Она возникает в результате сжатия воздуха в канале продуктами взрыва. Передний фронт продуктов детонации об-

разует своеобразный газовый поршень, примыкающий к фронту детонации, перемещающемуся со скоростью *W*. Возникающая в канале ударная волна по общим законам газодинамики должна характеризоваться большей скоростью, чем скорость газового поршня. На рис. 7.5 изображена схема деформации заряда при канальном эффекте.

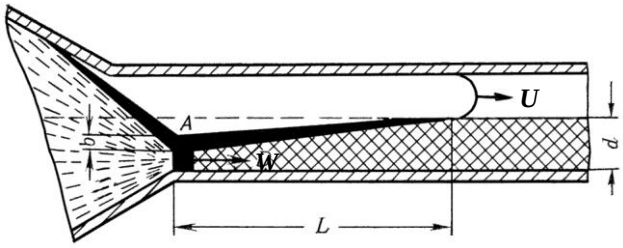


Рис. 7.5. Схема деформации заряда при канальном эффекте:
U – фронт ударной воздушной волны в зазоре; *W* – фронт детонационной волны;
d – диаметр заряда; *b* - толщина уплотненной зоны ВВ; *L* – длина зоны уплотненного ВВ

Первоначально канальный эффект исследовался только в предохранительных ВВ, имеющих малую критическую плотность и способных переуплотняться с затуханием детонации при прямом действии ударной воздушной волны.

Однако возможно за счет канального эффекта также переуплотнение и непредохранительных ВВ при значительной длине заряда ВВ (взрывание в крепких породах) в случае, когда ударная воздушная волна, опережающая фронт детонации, доходит до забоя шпура, отражается от него и накладывается на прямую ударную волну. Удвоенного давления в зоне фронта ударной воздушной волны достаточно, чтобы довести до критической плотности любое порошкообразное промышленное ВВ.

Переуплотнение ударной волной, распространяющейся по породе, от ранее взорванного заряда.

При одновременном взрывании зарядов вследствие разброса во времени срабатывания электродетонаторов мгновенного действия или применения короткозамедленного взрывания с минимальными интервалами замедления (15-25 мс) ранее взорвавшиеся шпуровые заряды предохранительных ВВ продуцируют в массиве пород волну сжатия. Заряды в невзорвавшемся шпуре могут переуплотняться за счет подвижки массива в районе шпура (рис. 7.6).

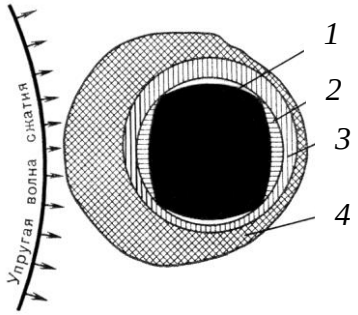


Рис. 7.6. Схема уплотнения заряда предохранительного ВВ при групповом взрывании:
1 – сечение заряда после уплотнения; *2* – первоначальное сечение заряда;
3 – первоначальное сечение шпура; *4* – разрушенная и уплотненная порода

Переуплотнение зарядов предохранительных ВВ газообразными продуктами взрыва, распространяющимися по трещинам от ранее взорванных зарядов.

Экспериментальными исследованиями, проведенных на угольных шахтах, установлено, что в сильнотрещиноватом массиве газообразные продукты детонации от ранее взорвавшегося заряда, распространяясь по трещинам, могут достигнуть при определенных условиях соседнего шпура и переуплотнить заряд предохранительного ВВ, что приведет или к затуханию детонации, или к переходу детонации в горение.

7.2.2. Влияние диаметра заряда ВВ

Каждое ВВ характеризуется двумя диаметрами заряда, определяющими скорость и устойчивость детонации, – критическим и предельным.

Критическим $d_{кр}$ называется диаметр заряда, при дальнейшем уменьшении которого детонация заряда ВВ становится неустойчивой, т. е. может происходить ее затухание (рис.7.7).

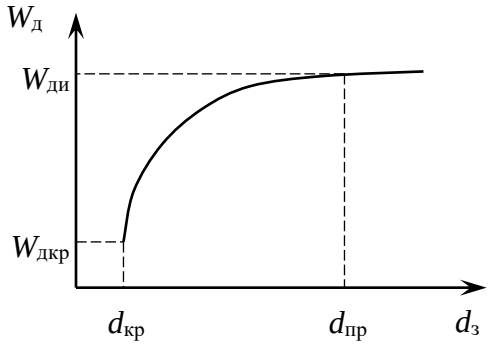


Рис. 7.7. Зависимость скорости детонации от диаметра заряда

Предельным $d_{пр}$ называется диаметр заряда, обеспечивающий максимальную скорость детонации ВВ, при дальнейшем увеличении которого скорость детонации заряда ВВ не увеличивается.

При увеличении диаметра заряда от критического до предельного скорость детонации возрастает до максимального значения.

Детонация может устойчиво распространяться по заряду только в том случае, если продолжительность реакции частиц ВВ в волне τ меньше времени выброса вещества в радиальном направлении за пределы заряда θ. В соответствии с этим условием минимальный диаметр заряда, при котором обеспечивается устойчивое распространение детонации (критический диаметр), может быть найден из условия совместного решения следующих уравнений: $\tau = a / (W - U)$; $\theta = d_з / (2\omega)$; $d_{кр} = 2\omega\tau$; где a – ширина зоны химической реакции; $d_з$ – диаметр заряда; U – массовая скорость веществ в

точке Чепмена-Жуге; ω - скорость волны разрежения, равная скорости звука в расширяющихся продуктах детонации (рис. 7.8).

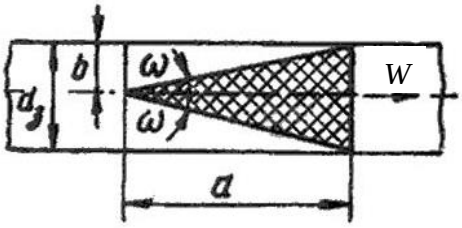


Рис. 7.8. К расчету критических параметров устойчивой детонации

При $\tau < \theta$ детонация в заряде затухает, так как волна разрежения проникает на глубину b (глубина проникновения волны разрежения в заряд) к оси заряда в пределах зоны химической реакции впереди плоскости Чепмена-Жуге, то есть расширение продуктов детонации начинается до завершения химической реакции. При $d_з = d_{кр}$ должно соблюдаться условие $\tau = \theta$.

7.2.3. Влияние прочной оболочки заряда ВВ

Прочная оболочка, окружающая заряд ВВ, затрудняет разлет продуктов детонации и препятствует формированию в них волны разрежения, движущейся к центру заряда. Наличие оболочки практически не оказывает влияния на скорость детонации зарядов индивидуальных ВВ большой плотности и, наоборот, в значительной степени определяет скорость и устойчивость детонации зарядов смесевых ВВ.

Прочная оболочка за счет сдерживания разлета продуктов детонации в зоне химической реакции позволяет уменьшить критический диаметр заряда ВВ, то есть обеспечить устойчивую детонацию при меньших диаметрах заряда (рис. 7.9).

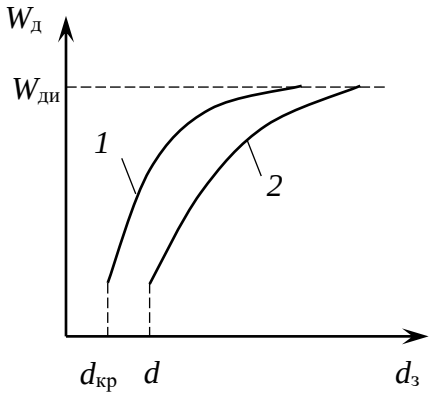


Рис. 7.9. Зависимость скорости детонации от наличия оболочки:
1 – без оболочки; *2* – с оболочкой

Исходя из приведенных выше сведений, рекомендуется тщательно заполнять шпуры взрывчатым веществом, чтобы горная порода выполняла

роль оболочки. Это позволит при прочих равных условиях повысить скорость детонации заряда ВВ.

7.2.4. Мощность начального импульса

Влияние мощности (скорости детонации) инициатора сказывается лишь на начальном участке развития детонации, где в зависимости от величины импульса может быть получена скорость детонации основного заряда выше или ниже характерной для данного диаметра заряда, но в любом случае на участке 1-2 диаметра заряда скорость стабилизируется (рис. 7.10).

С этой точки зрения для инициирования любого заряда ВВ необходимо применение промежуточного детонатора со скоростью детонации не ниже, чем у заряда основного заряда ВВ. При невыполнении данного условия детонация в заряде может затухнуть.

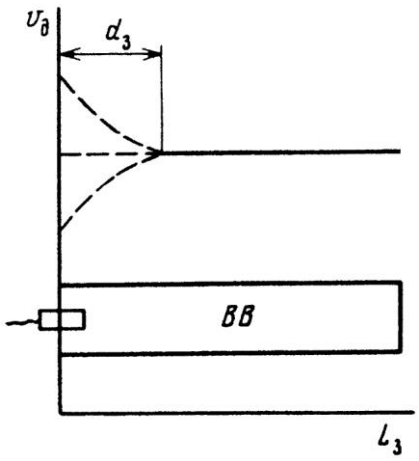


Рис. 7.10. Изменение скорости детонации заряда ВВ от мощности начального импульса

Контрольные вопросы

1. Какими методами можно экспериментально определить скорость распространения детонации по заряду ВВ? В чем заключается метод Дотриша?
2. Кратко охарактеризуйте сущность осциллографического и фотографического методов определения скорости детонации ВВ.
3. Какие факторы влияют на скорость и устойчивость детонации заряда ВВ? Какова роль плотности заряда ВВ ? Назовите основные причины, приводящие к его переуплотнению.
4. Что называется критическим и предельным диаметром заряда ВВ?
5. Как влияет наличие жесткой оболочки заряда на скорость и устойчивость детонации ВВ?
6. Влияет ли мощность начального импульса на скорость детонации основного заряда ВВ?

Лекция 8

РАБОТА ВЗРЫВА. ПРОБЫ НА БРИЗАНТНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ

8.1. Работа взрыва

Механическая работа взрыва совершается за счет потенциальной химической энергии, которой обладает любое взрывчатое вещество. **Потенци-**

альная химическая энергия переходит в механическую работу не прямо, а через тепловую (внутреннюю) энергию газообразных продуктов детонации.

Превращение потенциальной химической энергии в тепловую может быть в определенных условиях неполным. Возникают потери, которые называют химическими. **Химические потери** связаны, в первую очередь, с поверхностным слоем взрывчатого вещества, который разлагается не полностью или даже частично разбрасывается. Толщина разбрасываемого слоя ВВ пропорциональна его критическому диаметру.

Вычитая из потенциальной химической энергии ВВ величину химических потерь, получаем **полную тепловую энергию взрыва**. В свою очередь, превращение тепла в работу в любом реальном процессе связано с **тепловыми потерями** (остаточная теплота газообразных продуктов взрыва, нагревание окружающей среды).

Полная механическая работа взрыва реализуется в нескольких формах, которые можно разделить на две большие группы: формы **фугасного (общего)** действия взрыва и формы **бризантного (дробящего)** действия взрыва.

Схема баланса энергии взрыва, по проф. А. Ф. Беляеву, приведена на рис. 8.1.

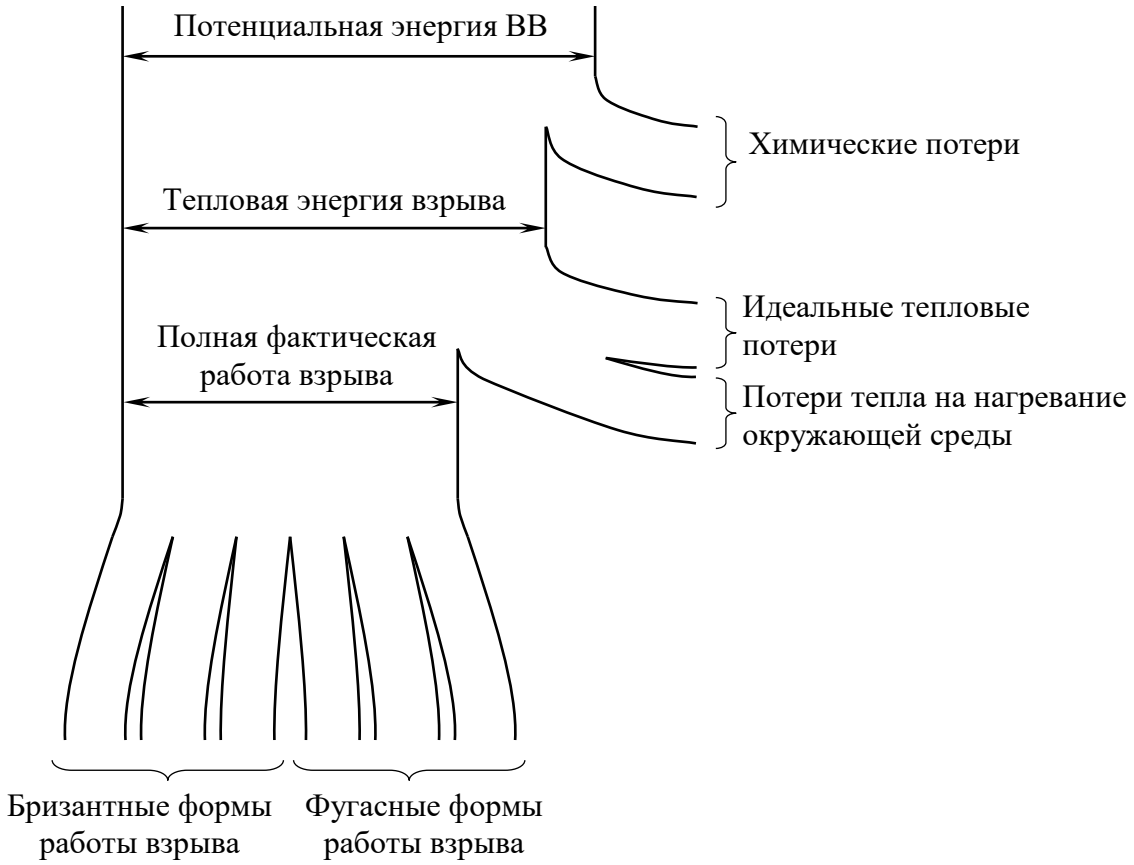


Рис. 8.1. Схема баланса энергии взрыва, по проф.А. Ф. Беляеву

Бризантность – это способность взрывчатого вещества к местному разрушительному действию, которое является результатом резкого удара продуктов детонации по окружающей заряд среде.

Бризантное (дробящее) действие взрыва заключается в интенсивном дроблении и деформации среды, непосредственно прилегающей к заряду, в результате резкого удара продуктов детонации, сжатых до высоких давлений. Бризантное действие взрыва связано с прохождением по породе ударной волны.

Основными формами проявления бризантного действия взрыва являются: переизмельчение горной породы в ближней от заряда зоне; развитие радиальных трещин, связанных с прохождением по породе ударной волны; сейсмические колебания массива пород.

Фугасное (общее) действие взрыва в горной породе связано, в первую очередь, с действием газообразных продуктов взрыва и проявляется на больших расстояниях от заряда, чем бризантные формы работы взрыва.

К фугасным формам работы взрыва в горной породе относят: разрушение породы по трещинам, созданным бризантным действием взрыва; перемещение отдельных кусков породы относительно друг друга; выброс горной породы; создание ударной воздушной волны.

8.2. Методы определения работоспособности и бризантности

8.2.1. Методы определения работоспособности (фугасности)

Для экспериментальной оценки работоспособности ВВ на практике нашли наибольшее распространение следующие методы:

- метод свинцовой бомбы (проба Трауцля);
- метод баллистического маятника;
- метод баллистической мортиры;
- определение объема воронки выброса грунта.

8.2.1.1. Метод свинцовой бомбы (проба Трауцля)

Данный метод является самым простым и самым распространенным в практике определения относительной работоспособности ВВ. В соответствии с международным и российским стандартом (ГОСТ 4546-81) испытания ВВ проводят в бомбе Трауцля, представляющей собой массивный свинцовый цилиндр с осевым отверстием (рис. 8.2). На дно отверстия (канала) помещают заряд исследуемого ВВ массой 10 г в бумажной гильзе. В качестве забойки поверх заряда насыпают сухой кварцевый песок. Заряд инициируют электродетонатором ЭД-8-Э. В результате работы взрыва происходит вздутие свинцовой бомбы.

В качестве меры относительной работоспособности ВВ принимают объем ΔV (см^3) образовавшейся грушевидной полости за вычетом начального объема канала и расширения, производимого электродетонатором (30 см^3). Объем полости определяют по количеству вместившейся туда воды.

Для получения сопоставимых результатов необходимо строго выдерживать стандартные условия эксперимента и изготовления бомб. Каждую партию свинцовых бомб перед испытаниями тарируют по эталонному ВВ – тротилу. На результаты определений влияют множество различных факторов. Так, повышение температуры бомбы приводит к возрастанию пластичности свинца, что сопровождается увеличением объема полости при тех же условиях взрыва. Стандартной считается температура 10 ^{0}С. При уменьшении температуры до 0 ^{0}С объем измеренной полости увеличивают на 5 %, при + 30 ^{0}С – уменьшают на 6 %. При одинаковой массе заряда испытываемого ВВ объем полости зависит от его геометрии – заряды большей высоты легче деформируют свинец и дают большее расширение канала бомбы.

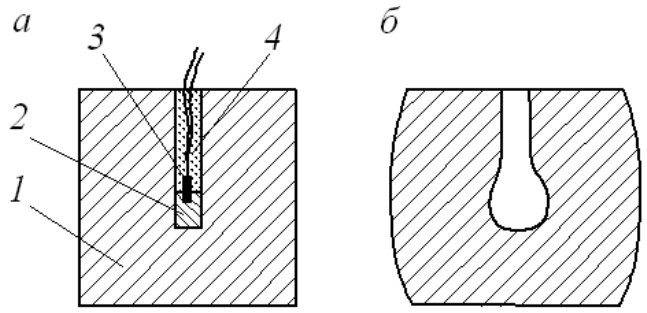


Рис. 8.2. Определение работоспособности ВВ в свинцовой бомбе (метод Трауцля):
а – до взрыва: *1* – свинцовый цилиндр, *2* – заряд ВВ,
3 – детонатор, *4* – забойка; *б* – после взрыва

Все условия опыта должны строго учитываться. Но даже и в этом случае испытания одного и того же ВВ дают большой разброс данных, порядка ± 30 см^3. Кроме того, опыты показывают, что объем расширения полости не пропорционален работоспособности ВВ. Так, при увеличении расширения в 2 раза работоспособность ВВ возрастает лишь в 1,7 раза. Это связано с уменьшением доли энергии, расходуемой на выброс забойки, и образованием ударной волны, а также с тем, что при увеличении расширения свинцовой бомбы ее стенки становятся тоньше и меньше сопротивляются давлению ПВ. Поэтому данный метод дает только относительную (сравнительную) оценку работоспособности ВВ, т. е. позволяет лишь ранжировать ВВ по данному показателю. Иногда для получения количественных значений работоспособности используют метод эквивалентных зарядов. Сущность метода заключается в определении эквивалентной массы аммонита № 6 ЖВ, производящей такое же расширение, как исследуемый заряд ВВ.

8.2.1.2. Метод баллистического маятника

Основой баллистического маятника является груз, подвешенный на жестких тягах к неподвижной опоре. Под воздействием на маятник потока продуктов взрыва он получит импульс и отклонится на некоторый угол α.

Техническая реализация эксперимента и конструкция маятника могут быть самыми различными. Наиболее распространенной является схема, когда заряд ВВ взрывают в стальной мортире (рис. 8.3), которая на специальной тележке подкатывается вплотную к маятнику. Преимуществом такой схемы является возможность взрывания больших (до 200 г) зарядов ВВ.

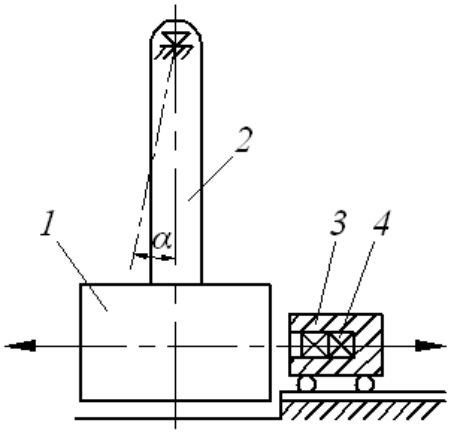


Рис. 8.3. Определение работоспособности: с помощью баллистического маятника:
1 – маятник; *2* – подвеска; *3* – мортира; *4* – заряд ВВ

Практическое использование метода баллистического маятника дает большие погрешности. Это обусловлено невозможностью учесть потери давления продуктов на контакте заряда и маятника, характером взаимодействия прямой и отраженной ударных волн и др. В этой связи обычно определяют не непосредственно работу взрыва, а массу заряда исследуемого ВВ, который дает отклонение маятника, равное отклонению его при взрыве заряда стандартного ВВ (обычно тротила массой 200 г).

8.2.1.3. Метод баллистической мортиры

Идея метода состоит в том, что во избежание указанных выше недостатков заряд ВВ взрывается непосредственно в мортире, массивный корпус которой подвешен на тросах в виде маятника (рис. 8.4).

В корпусе имеется взрывная камера объемом $V_{взр}$, в которой взрывается заряд ВВ, и расширительная камера объемом $V_р$, в которую перед взрывом раз-

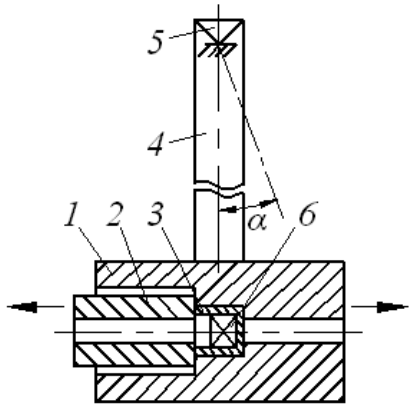


Рис. 8.4. Определение работоспособности в баллистической мортире:
1 – мортира; *2* – снаряд; *3* – вкладыш; *4* – подвеска; *5* – опора; *6* – заряд ВВ

мещают массивный стальной поршень-снаряд. Энергия взрыва по этой схеме испытаний расходуется на выталкивание (метание) поршня-снаряда. При этом потери энергии минимальны. В момент вылета снаряда (когда его задний торец пройдет сечение среза мортиры) продукты взрыва вырвутся на воздух и работа в системе мортира – снаряд прекратится.

Одним из недостатков метода баллистической мортиры является то, что конструктивно объем взрывной камеры делается достаточно большим, иначе мортира быстро разрушится. Но в этом случае за счет расширения продуктов взрыва их давление даже в начальной стадии относительно мало. Кроме того, из-за больших размеров камеры расположение заряда ВВ трудно фиксировать, и в различных опытах его положение относительно поршня-снаряда меняется, что существенно сказывается на величине угла отклонения маятника α и, следовательно, на результатах определения работоспособности ВВ.

8.2.1.4. Оценка работоспособности ВВ по воронке выброса

Метод основан на твердо установленном факте, что при прочих равных условиях объем воронки выброса пропорционален работоспособности взрывчатого вещества. Достоинством метода является то, что он может быть реализован для зарядов большой массы, в частности, промышленных ВВ (гранулированных, водосодержащих и др.), имеющих большой критический диаметр, для которых многие лабораторные методы непригодны.

Процедура экспериментального определения относительной работоспособности ВВ состоит в следующем. В песчаном грунте производится взрывание сосредоточенных зарядов испытываемого и эталонного ВВ (обычно аммонита № 6ЖВ). Длина заряда не должна превышать двух его диаметров ($h \leq 2d$). Глубина заложения заряда подбирается так, чтобы при взрыве получить воронку нормального выброса ($n = R/W \approx 1$). После взрыва заряда испытываемого ВВ измеряют объем воронки выброса. Затем путем опытных взрывов подбирают такой заряд эталонного ВВ, который обеспечивает тот же объем и геометрию воронки.

Данный метод ценен тем, что он позволяет испытывать заряды значительной массы в условиях их практического использования. К недостаткам следует отнести низкую точность метода, которая обусловлена невозможностью создания идентичных условий взрывания эталонного и исследуемого ВВ в реальных условиях породного массива. Кроме того, представляет известные трудности точное определение объема воронки выброса. Действительно, объем выброшенного грунта определяется по измеренным линейным размерам воронки, а поскольку объем пропорционален кубу линейных размеров, то даже небольшая ошибка в их измерении может дать значительную ошибку в оценке объема. Более того, реальная воронка выброса может иметь конфигурацию, отличную от идеального конуса. Все это вызывает необходимость в достаточно большом числе опытных взрывов, что связано со значительной трудоемкостью испытаний. Поэтому метод воронок по существу является ито-

говым полевым испытанием; ему должны предшествовать предварительные опыты с использованием свинцовой бомбы или другого лабораторного метода.

8.2.2. Методы определения бризантности ВВ

Наиболее простым и распространенным методом испытания на бризантность является проба на обжатие свинцовых столбиков или проба Гесса. Схема испытательного устройства представлена на рис. 8.5. Для испытаний применяют свинцовый столбик, деформация которого при взрыве и является мерой бризантности ВВ. Высота столбика 60 мм, диаметр 40 мм. На столбике размещают стальную пластину толщиной 10 мм и заряд ВВ. В соответствии со стандартом масса заряда составляет 50 г. Испытываемое ВВ помещают в цилиндрический бумажный патрон и подпрессовывают до плотности 1 г/см^3 с одновременным образованием гнезда для капсюля-детонатора. Свинцовый столбик с пластиной и зарядом располагают на массивной стальной подставке.

Об относительной бризантности судят по величине абсолютной продольной деформации столбика после взрыва Δh, мм. Величина деформации сильно зависит от консистенции и степени измельчения ВВ, поэтому проба Гесса используется в качестве испытательной приемочной пробы при изготовлении промышленных ВВ. Например, тетрил должен иметь бризантность Δh = 20-22 мм, аммонит № 6ЖВ - Δh = 14-15 мм. Если при испытаниях изготовленного ВВ его бризантность не укладывается в эти интервалы, делается вывод о несоответствии взрывчатого вещества стандарту.

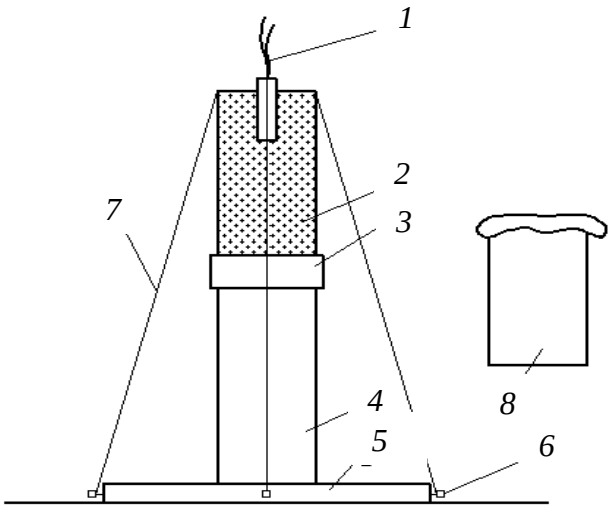


Рис. 8.5. Испытания ВВ на бризантность (метод Гесса):
1 – электродетонатор; *2* – заряд ВВ; *3* – стальной диск; *4* – свинцовый цилиндрик до взрыва; *5* – стальная плита; *6*– винт; *6* – растяжка;
8 – свинцовый цилиндрик после взрыва

Исключительная простота пробы Гесса обусловливает ее широкое применение. Однако ей присущи известные недостатки. Так, процесс детонации, который определяет бризантность ВВ, существенно зависит от

критического диаметра заряда ВВ, условий его работы в шпуре или скважине и т. п., что никак не учитывается в пробе Гесса.

Проба Гесса используется для испытаний промышленных ВВ. Высокобризантные, например инициирующие ВВ, разрушают стальную пластину в установке Гесса, что, в свою очередь, ведет к сильнейшему разрушению свинцового столбика, который превращается в изорванную бесформенную массу. В этом случае для испытаний применяют пробу Каста (рис. 8.6).

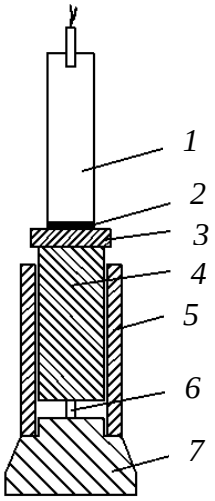


Рис. 8.6. Схема подготовки опыта для оценки бризантного действия по пробе Каста: *1* – заряд ВВ; *2* – свинцовая пластинка; *3* – стальная пластинка; *4* – цилиндрический поршень; *5* – направляющая муфта; *6* – медный крешер; *7* – подставка;

Здесь действие взрыва заряда ВВ передается через массивный стальной поршень медному столбику (крешеру), вызывая его деформацию. Величина этой деформации, так же как в пробе Гесса, принимается за меру бризантности ВВ. При испытаниях используют заряды диаметром 21 мм и высотой 80 мм.

Для оценки бризантности ВВ на практике применяют и некоторые другие способы. Например, оценку дробящего действия взрыва можно получить из данных о величине вмятин в свинцовых плитах, по пробиванию стальных пластин и т. д. При этом результаты испытаний носят сугубо качественный характер.

Контрольные вопросы

1. Опишите этапы перехода потенциальной химической энергии взрыва в его полную механическую работу. Раскройте сущность химических и тепловых потерь.
2. В чем заключается бризантное и фугасное действие взрыва?
3. Перечислите основные методы определения работоспособности ВВ. Кратко охарактеризуйте каждый из них.
4. Охарактеризуйте метод Гесса: его назначение и сущность.

Лекция 9

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЯ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ

9.1. Основные положения теории предохранительных ВВ

9.1.1. Горючие газы и пыль в шахтной атмосфере

При разработке некоторых полезных ископаемых в подземных выработках встречаются горючие газы и пыль, которые, смешиваясь с воздухом рудничной атмосферы, образуют газовые и пылевоздушные взрывчатые смеси. Так, в угольных шахтах выделяется метан и образуется взрывчатая угольная пыль, в калийных шахтах – метан и водород, в медноколчеданных шахтах – взрывчатая сульфидная пыль.

Поскольку наиболее актуальной проблемой является предотвращение или локализация взрывов опасной атмосферы на угольных шахтах, в дальнейшем будем, в первую очередь, рассматривать характеристики метановоздушной и пылевоздушной среды.

Смесь метана с воздухом дает наиболее мощный взрыв при содержании метана CH_4 – 9,46 % и, соответственно, воздуха – 90,54 % по объему. При этом горение метана в кислороде воздуха идет по следующей реакции: $9{,}46CH_4 + 90{,}54 \cdot 20{,}9O_2 + 90{,}54 \cdot 0{,}791N_2 = 9{,}46CO_2 + 18{,}92H_2O + 71{,}62N_2 + Q$, где 90,54 – количество воздуха, кмоль; 9,46 – количество метана, кмоль; 0,209 (20,9 %) – содержание в воздухе кислорода; 0,791 (79,1 %) – содержание в воздухе азота, аргона и других газов.

Взрывная реакция идет без изменения объема газов. Теплота взрыва, приходящаяся на 1 кмоль метановоздушной смеси, составляет 18090 ккал, а на 1 $м^3$ – 806 ккал, что соответствует теплоте взрыва 1 кг аммонита ПЖВ-20.

При изменении соотношения между метаном и кислородом взрыв будет менее мощным, так как избыточный компонент, не участвуя во взрыве, поглощает часть тепла на собственное нагревание. Взрывоопасные концентрации получаются при содержании в воздухе 4-15 % метана.

Угольная пыль особенно интенсивно образуется при работе машин и механизмов в процессе обуривания забоев и механизированной отбойке угля, при взрывных работах, при транспортировании отбитого угля. Пыль оседает и скапливается в больших количествах на стенках и почве выработок.

Взрывоопасность угольной пыли обычно оценивают по содержанию в угле летучих веществ – продуктов газификации, образуемых нагревом угля без доступа кислорода при температуре 850 °С. Их выражают в процентах по массе, отнесенных к высушенному углю, за вычетом золы.

Угольные шахты относятся к опасным по пыли, если содержание летучих веществ в угле превышает 10 %.

Взрывоопасные концентрации угольной пыли составляют от 10 до 600 г/м^3.

Наличие в атмосфере шахт горючих газов и пыли создает опасность их взрывов. Взрыв может произойти от различных источников воспламенения: электрической или фрикционной искры, от луча огня, от высокотемпературных продуктов взрыва ВВ и др. Статистический анализ показывает, что примерно в 40 % случаев воспламенения и взрывов газа и пыли в угольных шахтах происходит при взрывных работах, около 50 % – в результате искрения электрооборудования и фрикционного искрения механизмов, по прочим причинам – около 10 %. При взрывных работах 30-50 % случаев происходит при поджигании взрывоопасной среды продуктами детонации, 18-33 % – следствие выгорания ВВ.

В целях уменьшения вероятности воспламенения метановоздушной атмосферы в состав ***предохранительных, или антигризутных (устаревшее), взрывчатых веществ, предназначенных для угольных и сланцевых шахт, опасных по взрывам газа или пыли,*** рекомендуется вводить следующие добавки:

пламегасители – вещества, снижающие температуру вспышки зарядов ВВ;

ингибиторы – вещества, увеличивающие период индукции (время от начала теплового воздействия до момента воспламенения опасной атмосферы при данной температуре).

9.1.2. Основные гипотезы (теории) воспламенения горючих шахтных сред взрывным импульсом

Гипотеза антигризутности Малляра и Ле-Шателье

Исследуя процесс самовоспламенения смесей горючих газов (смеси водорода, метана с воздухом и др.), а также условия воспламенения метановоздушной смеси зарядами гурдинамита, ученые Маляр и Ле-Шателье предположили, что действие взрыва ВВ зависит прежде всего от температуры продуктов взрыва. Метановоздушная смесь будет воспламеняться всегда, если температура продуктов взрыва превышает 2200 °С, и не будет воспламеняться, если температура продуктов взрыва будет меньше 650 °С. При всех промежуточных значениях температуры продуктов взрыва воспламенение может произойти или нет в зависимости от того, успеют ли продукты взрыва охладиться ниже температуры вспышки за время, меньшее, чем задержка вспышки, соответствующая данной температуре.

Эти соображения легли в основу первой гипотезы антигризутности, известной под названием «термической». В соответствии с этой гипотезой ***вероятность воспламенения метановоздушной смеси зависит от тем-***

пературы продуктов взрыва, которая определяет задержку вспышки, и от условий охлаждения продуктов взрыва.

На основании результатов, полученных Маляром и Ле-Шателье, французская антигризутная комиссия, приблизительно оценив степень охлаждения продуктов детонации при взрывании реальных шпуровых зарядов, приняла решение, что ВВ, используемые при взрывании по породе, должны иметь температуру взрыва не более 1900 ºС, а ВВ, применяемые в угольных забоях, – не более 1500 ºС.

Но необходимо отметить, что и при применении предохранительных ВВ, удовлетворяющих температурному критерию, все же происходили аварии, связанные с воспламенением опасной атмосферы.

Гипотеза Е. Одибера

Существенный вклад в развитие представлений о механизме воспламенения метановоздушной смеси при взрывных работах внес французский ученый Е. Одибер. В своих исследованиях он исходил из следующих соображений. Любой взрывчатый состав можно сделать предохранительным, если к нему добавить достаточное количество инертных добавок. Согласно Е. Одиберу, введение инертных добавок в состав ВВ приводит к уменьшению общей энергии взрыва Q или удельной энергии, приходящейся на единицу объема продуктов взрыва q. Поэтому можно предположить, что воспламенение газовой смеси зависит либо от общей энергии, заключенной в продуктах взрыва, либо от удельной энергии, приходящейся на единицу объема газообразных продуктов взрыва.

На основании результатов своих опытов Е. Одибер предложил следующий механизм процесса воспламенения метана при взрыве заряда ВВ (этот механизм известен как «механизм воспламенения путем смешивания»). При взрыве заряда ВВ продукты взрыва, имеющие высокую температуру, смешиваются с метановоздушной смесью. ***Если в процессе разбавления продуктов взрыва метановоздушной смесью (но еще при составе, способном к распространению горения, будет достигнута температура вспышки, то произойдет воспламенение метановоздушной смеси.***

Опыты Е. Одибера показали, что ВВ с положительным или отрицательным кислородным балансом являются опасными в отношении воспламенения метана. Наименьшую опасность имеют составы с кислородным балансом, близким к нулю.

Чтобы ВВ удовлетворяли критерию Е. Одибера, они должны содержать в своем составе большое количество инертных добавок. Как правило, все предлагаемые составы содержали в своем составе большое количество хлористого натрия.

Гипотеза С. Бейлинга

В 20-х годах XX века Е. Лемер, фотографируя в темноте пламя взрыва зарядов, помещенных в канал мортиры, обнаружил следы искр, которые он приписал твердым частицам ВВ, выбрасываемым из канала мортиры. В эти же годы Е. Одибер также проводил исследования, направленные на выявление роли твердых частиц при воспламенении метана в опытном штреке.

Данные исследования были продолжены ученым К. Бейлингом, который, анализируя явления, происходящие перед каналом мортиры при взрывании в ней заряда ВВ, рассматривал четыре фактора возможного воспламенения атмосферы: ударная волна, волна сжатия, газообразные продукты взрыва, твердые частицы.

Базируясь на своих исследованиях и умозаключениях, К. Бейлинг отмел все причины воспламенения, кроме дефлагрирующих (горящих) твердых частиц, попадающих в опасную атмосферу. ***Эти горящие частицы имеют высокую температуру, при которой задержка вспышки настолько мала, что она (вспышка) успевает произойти даже при большой скорости полета частиц.***

В заключение обзора гипотез, объясняющих механизм воспламенения метановоздушной среды взрывным импульсом, необходимо отметить, что в настоящее время отсутствует общепринятая единая теория (гипотеза), в рамках которой можно принимать все необходимые меры, касающиеся безопасного проведения взрывных работ в угольных шахтах.

На практике ведения взрывных работ в угольных шахтах применяются рекомендации из всех рассмотренных выше гипотез, в частности:

- уменьшение температуры взрыва (применение пламегасителей);
- увеличение периода индукции – времени нахождения теплового высокотемпературного источника в газовой атмосфере до момента ее воспламенения (применение ингибиторов);
- взрывание с забойкой, водяные завесы – изменение условий смешивания газообразных продуктов взрыва с атмосферой;
- запрещение применение ВВ с добавкой металлов (алюминия); запрещение обратного инициирования зарядов – предупреждение выброса в атмосферу горящих частиц ВВ.

9.2. Методы испытания предохранительных ВВ (III-VII классы)

Все предохранительные ВВ в зависимости от области и условий применения испытывают на безопасность по газу и (или) пыли по стандартным методикам. Каждая партия любого предохранительного ВВ при выпуске с завода-изготовителя подвергается обязательным приемочным испытаниям на предохранительные свойства.

Испытания проводят в так называемом опытном штреке (рис. 9.1) – стальной трубе 9 эллиптического или круглого сечения диаметром 1500--2000 мм длиной 10-30 м, укрепленной на бетонном основании, закрытой с одного конца толстым днищем и открытой с другого конца.

В днище вырезан люк *2* диаметром 0,3-0,4 м, т.е. несколько меньшим диаметра мортиры *1* (см. рис. 9.2), установленной на рельсовой тележке и подкатываемой вплотную к люку во время испытаний. На некотором расстоянии от днища в трубе имеется рама *8*, закрываемая бумажной диафрагмой для образования взрывной камеры *4* объемом 10-11 м^3. Для перемешивания газов в камере имеется лопастная мешалка *6*, а для пыли – продольные полки *7*. При некоторых испытаниях пыль вбрасывают во взрывную камеру с помощью специальной мортиры *10* длиной 500-700 мм и диаметром 150-200 мм, установленной перед камерой трубы и направленной под углом 20^o к днищу штрека. За пределами взрывной камеры в трубе с противоположных сторон сделаны окна *11* для визуального наблюдения за воспламенением газа или пыли. Газ из баллонов подают по газопроводу *5*. Газообразные продукты взрыва отсасывают после каждого испытания через вентиляционную трубу *3*.

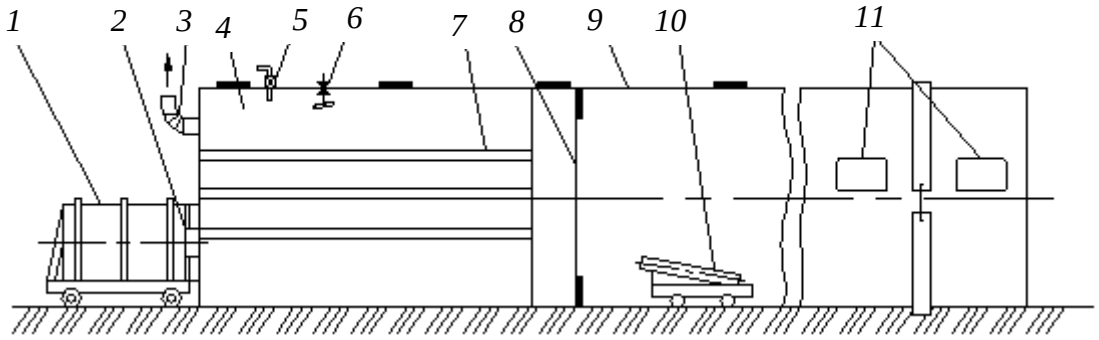


Рис. 9.1. Устройство опытного штрека:
1 – мортира; *2* – люк; *3* – вентиляционная труба; *4* – взрывная камера; *5* – газопровод; *6* – лопастная мешалка; *7* – продольные полки для угольной пыли;; *8* – рама; *9* – стальная труба; *10* – специальная мортира для вбрасывания пыли; *11* – окна

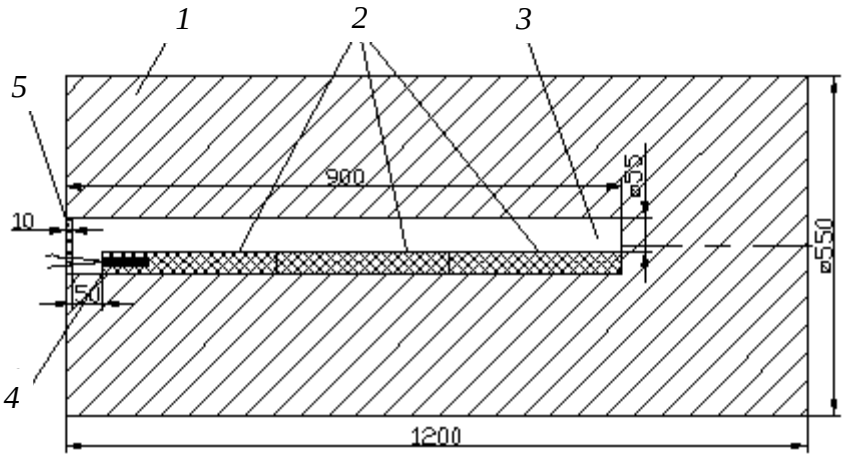


Рис. 9.2. Мортира с зарядом ВВ:
1 – толстостенный стальной цилиндр; *2* – патроны ВВ; *3* – осевой канал; *4* – патрон-боевик; *5* – забойка

В соответствии с классификацией Единых правил безопасности при взрывных работах предохранительные ВВ относятся к III-VII классам по условиям применения, причем с повышением класса увеличивается степень предохранительных свойств ВВ, т.е. их можно применять в более опасных условиях.

9.2.1. Проведение испытаний предохранительных ВВ на воспламенение метана

Для взрывчатых веществ III и IV классов испытания по метану проводят в следующей последовательности. В канал мортиры заряжают вплотную до его дна патроны испытываемого ВВ общей массой 600 г. Конструкция заряда показана на рис. 9.2. В устье канала помещают заподлицо забойку длиной 10 мм, изготовленную из 4 частей сухой глины и 1 части воды. Заряженную мортиру подкатывают вплотную к люку днища штрека. После этого на раму взрывной камеры наклеивают бумажную диафрагму и приступают к заполнению камеры метаном до получения 8-10% -ной концентрации. Для испытания используют природный газ с содержанием метана не менее 90 %. После установления в камере необходимой концентрации, что регистрируется дистанционным газоанализатором, заряд в мортире взрывают с помощью взрывной машинки и наблюдают за появлением пламени в окнах и открытом конце трубы штрека.

ВВ V и VI классов, предназначенные для взрывания в особо опасных условиях угольных шахт, подвергают штрековым испытаниям по метану в более жестких условиях. Их заряды взрывают в свободно подвешенном состоянии во взрывной камере штрека. При таких испытаниях предохранительные ВВ V класса не должны воспламенять метановоздушную смесь зарядом массой 200 г, а VI класса – зарядом массой 1000 г.

Для ВВ VI класса дополнительно предусматриваются испытания в уголковой мортире с отражательной стенкой (рис. 9.3), которая располагается в центре взрывной камеры.

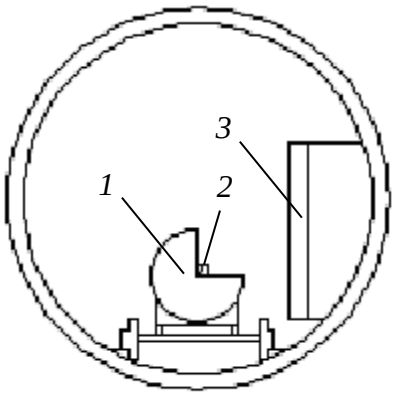


Рис. 9.3. Уголковая мортира с отражательной стенкой:
1 – уголковая мортира; *2* – заряд ВВ; *3* – отражательная стенка

Для размещения заряда мортира имеет боковой паз с шириной граней по 100 мм. Вертикальная грань паза должна отстоять от отражательной стенки на расстояние 600 мм. Заряд инициируют предохранительным электродетонатором мгновенного действия. При данном испытании на метановоздушную смесь одновременно действуют раскаленные газы, пламя взрыва и усиленные отражением ударные волны.

Партия предохранительных ВВ считается выдержавшей испытания, если ни в одном из запланированных опытов (до 20) не было зарегистрировано вспышки или взрыва газа.

9.2.2. Проведение испытаний предохранительных ВВ на воспламенение пыли

Испытания на воспламенение угольной пыли в соответствии с условиями применения проводятся для предохранительных ВВ IV-VI классов. Для испытания применяют угольную пыль стандартного состава по дисперсности, содержанию летучих компонентов, золы и влаги. Количество угольной пыли для испытания составляет 6,0 кг из расчета получения в опытном штреке взрывоопасной концентрации пылевоздушной смеси (400-600 г/м^3 воздуха). Всю угольную пыль или ее основную массу (около 5,0 кг, если опытный штрек имеет полки) засыпают в канал вспомогательной мортиры, установленной на расстоянии 8-11 м от днища штрека. На дно канала предварительно помещают заряд того же испытуемого ВВ массой 50 г с электродетонатором мгновенного действия. После подготовки зарядов мортиры устанавливают на свои места. Заряд во вспомогательной мортире взрывают на 5-10 с раньше основного заряда для образования в штреке облака пыли.

Масса заряда в основной мортире составляет 700 г. При испытании внутреннюю забойку не применяют, но в половине опытов делают подсыпку 100 г пыли в устье мортиры. Взрывную камеру штрека диафрагмой не отгораживают.

Для ВВ VI класса предусматривается дополнительное испытание на воспламенение пылевоздушной среды в уголковой мортире (см. рис. 9.3).

Число опытов по воспламенению пыли принимается в соответствии с техническими условиями на ВВ (до 10 опытов). Ни в одном из них не должно произойти воспламенения среды.

Контрольные вопросы

1. Кратко охарактеризуйте основные газовые и пылевоздушные смеси, представляющие опасность взрыва. Укажите их состав и концентрацию.

2. Сформулируйте основные гипотезы воспламенения горючих шахтных сред взрывным импульсом.

3. Чем предохранительные ВВ отличаются от обычных? Укажите область их применения.

4. Что называется пламегасителями, с какой целью их вводят в состав предохранительных ВВ?

5. Какими методами производят испытания предохранительных ВВ? Кратко опишите их сущность.

Лекция 10

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАРЯДОВ ВВ. ДЕЙСТВИЕ ВЗРЫВА СОСРЕДОТОЧЕННОГО ЗАРЯДА В ТВЕРДОЙ ОДНОРОДНОЙ БЕЗГРАНИЧНОЙ СРЕДЕ И ПРИ НАЛИЧИИ ОБНАЖЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ. ВОРОНКА ВЗРЫВА И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАРЯДОВ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ДЕЙСТВИЯ ВЗРЫВА. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ЗАРЯДОВ

10.1. Классификация зарядов ВВ

Зарядом ВВ называется определенное количество взрывчатого вещества, размещенное определенным образом в зарядной камере (шпур, скважина, камера, наружный заряд и др.) и подготовленное к взрыву (т. е. с введенным в ВВ средством инициирования).

По расположению относительно разрушаемого объекта заряды разделяют на **наружные** и **внутренние**. В горном деле преимущественно применяют внутренние заряды, размещаемые в шпурах, скважинах, камерах и др., обеспечивающие более полный переход энергии ВВ в полезные формы механической работы взрыва.

По своей форме заряды делятся на сосредоточенные и удлиненные. **Сосредоточенными** называют заряды, имеющие относительно изометрическую форму (шар, куб и др.), для которых отношение максимального линейного размера $L_З$ к минимальному $d_З$ $L_З/ d_З \leq 3$. **Удлиненными** называют заряды, для которых $L_З/ d_З > 3$.

По конструкции заряды делятся на сплошные и рассредоточенные. **Сплошной заряд** не разделяется на отдельные части промежутками, тогда как в **рассредоточенном заряде** между отдельными его частями находится воздух или инертный материал.

По характеру своего действия на твердую среду заряды ВВ делятся на заряды камуфлета, заряды рыхления и заряды выброса (рис.10.1).

а *б* *в*

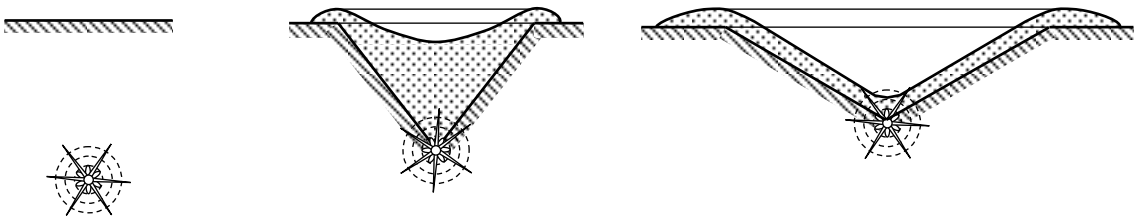


Рис.10.1. Схема действия взрыва различных зарядов:
а - заряд камуфлета; *б* – заряд рыхления; *в* – заряд выброса

Действие **заряда камуфлета** приводит только к разрушению массива породы вокруг заряда, но не проявляется на обнаженной поверхности (см. рис.10.1, *а*).

Действие **заряда рыхления** проявляется в дроблении и вспучивании горной породы в пределах воронки взрыва (без образования видимой воронки) от центра заряда до обнаженной поверхности (см. рис.10.1, *б*).

Заряд выброса вызывает дробление и выброс горной породы за пределы воронки взрыва (см. рис.10.1, *в*).

Изменение характера действия заряда может быть достигнуто как уменьшением глубины заложения W заряда постоянной величины, так и увеличением массы заряда Q при постоянной глубине его заложения.

10.2. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде

При взрыве сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде на значительном удалении от обнаженной поверхности (заряд камуфлета) разрушение происходит в результате совместного действия ударной волны и газообразных продуктов взрыва (рис. 10.2).

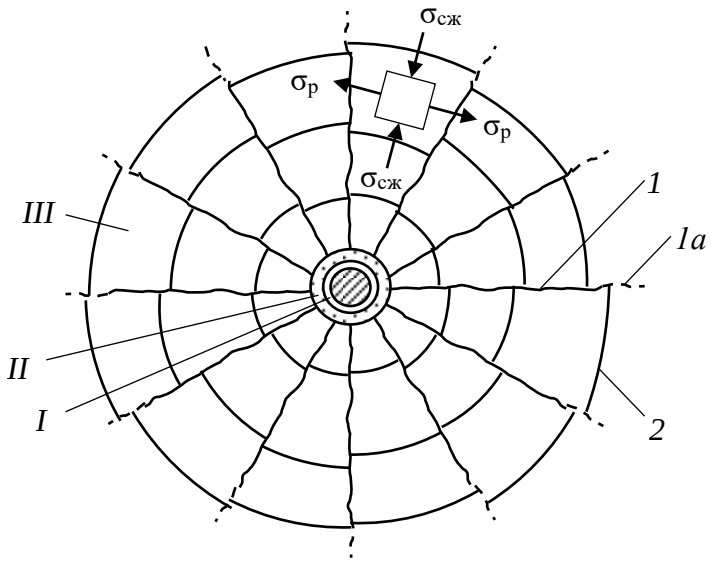


Рис.10.2. Схема действия взрыва заряда в твердой однородной безграничной среде:

I – зона вытеснения; *II* – зона раздавливания; *III* – зона трещинообразования; *IV* – зона упругих деформаций; *1* – радиальные трещины, возникающие за счет действия растягивающих напряжений во фронте волны напряжений; *1а* – развитие трещин в результате действия газообразных продуктов взрыва; *2* – кольцевые (сферические) трещины, возникающие при смещении пород в сторону зарядной камеры при падении в ней давления

На поверхности раздела «заряд – порода» детонационная волна переходит в ударную волну, которая вызывает сильное измельчение породы, находящейся в условиях всестороннего неравномерного сжатия (II – зона раздавливания). Под действием высокого давления продуктов детонации прилегающие к заряду участки горной породы происходит вытеснение измельченной породы с некоторым увеличением зарядной камеры (I – зона вытеснения). Зоны вытеснения и раздавливания распространяются в скальной горной породе на величину, не превышающую радиуса заряда r_o.

По мере удаления от заряда амплитуда и скорость распространения ударной волны резко снижается, и на расстоянии 5-6 радиусов заряда ударная волна превращается в волну напряжения, скорость которой равна скорости звука в породе.

Под действием прямой волны напряжений в ее фронте в радиальном направлении возникают сжимающие напряжения, действие которых уже не может произвести разрушение в условиях всестороннего сжатия. В тангенциальном направлении возникают растягивающие напряжения, которые и вызывают появление радиальных трещин в породе, поскольку предел прочности породы на растяжение, как правило, в 5 – 10 раз меньше, чем на сжатие.

Дальнейшее распространение волны напряжений, не приводящее к разрушению породы, определяет зону упругих деформаций (зону сотрясения) IV.

Газообразные продукты взрыва, распространяющиеся по радиальным трещинам, возникшим за счет действия волн напряжения, производят развитие данных трещин на определенное расстояние, зависящее от величины давления газообразных продуктов взрыва и прочностных характеристик горной породы. Зона, характеризующаяся развитием радиальных трещин, называется зоной трещинообразования III. Ее размер обычно составляет 40 – 50 радиусов заряда r_o.

При взрывании заряда на значительном расстоянии от обнаженной поверхности продукты взрыва, обладая достаточно высокими энергетическими характеристиками, уже не могут совершить дальнейшей механической работы по разрушению породы. За счет теплообмена с горными породами продукты взрыва охлаждаются, происходит разгрузка и смещение пород в сторону зарядной камеры, в результате чего образуются кольцевые (сферические) трещины. Данные трещины могут располагаться только в промежутке между ранее образованными радиальными трещинами.

10.3. Действие взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной среде при наличии обнаженной поверхности

Если расстояние от обнаженной поверхности до заряда ВВ соизмеримо с размером зоны трещинообразования, то общая картина разрушения существенно меняется (рис. 10.3).

Волна напряжений, достигшая обнаженной поверхности, отражается от границы раздела двух сред с разными плотностями. Наложение прямой и обратной волны приводит к увеличению амплитуды, а следовательно, и величины растягивающих напряжений, за счет которых происходит развитие трещин от поверхности, аналогичных радиальным трещинам, идущим от заряда.

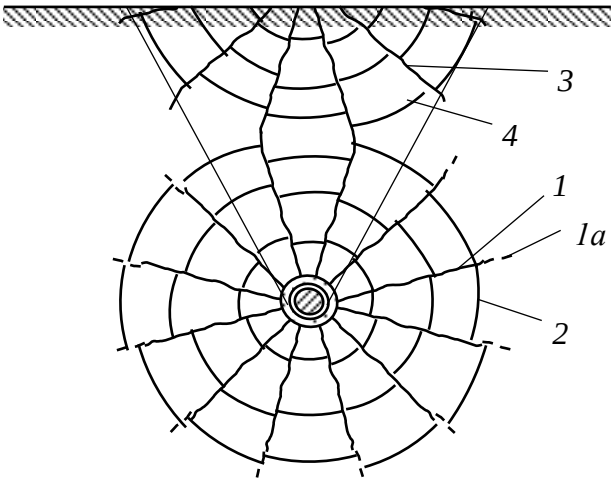


Рис.10.3. Схема действия взрыва заряда в твердой однородной среде при наличии обнаженной поверхности:
1 – радиальные трещины, возникающие за счет действия растягивающих напряжений во фронте волны напряжений; *1а* – развитие трещин в результате действия газообразных продуктов взрыва; *2* – кольцевые (сферические) трещины, возникающие при смещении пород в сторону зарядной камеры при падении в ней давления; *3* – трещины, возникающие в результате совместного действия прямой и отраженной волны напряжений; *4* – откольные трещины

Кроме того, при отражении волны от обнаженной поверхности возникает волна растяжения, в результате чего вблизи поверхности возникают откольные трещины.

10.4. Воронка взрыва и ее элементы. Классификация зарядов по показателю действия взрыва

Форма воронки взрыва зависит от свойств взрываемой среды. При расчетах одиночных сосредоточенных зарядов для упрощения расчетов форму воронки взрыва принимают в виде опрокинутого конуса вращения с вершиной в центре заряда.

Различают следующие элементы воронки взрыва (рис.10.4):

линия наименьшего сопротивления (л.н.с.) W – кратчайшее расстояние от центра заряда до ближайшей обнаженной поверхности;

радиус воронки взрыва r;

угол раствора воронки взрыва α;

радиус действия взрыва заряда R.

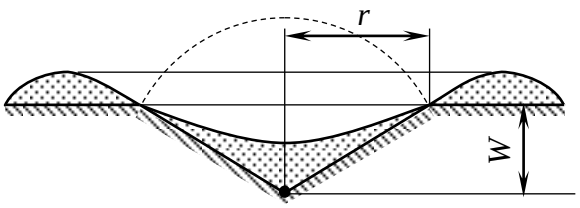


Рис.10.4. Элементы воронки взрыва заряда

Характер действия взрыва заряда в среде, кроме того, определяется показателем действия взрыва

$$n = \frac{r}{W}. \qquad (10.1)$$

В зависимости от величины показателя действия взрыва различают:

заряды нормального выброса (n = 1);

заряды усиленного выброса (n > 1);

заряды уменьшенного действия (n < 1).

При $n \approx 0{,}7$ видимой воронки от взрыва заряда не образуется и по действию он является зарядом рыхления. При $n \approx 0{,}5$ (заряд камуфлета) данный показатель теряет физический смысл, поскольку воронки взрыва не образуется.

10.5. Принципы расчета сосредоточенных зарядов

Расчет массы заряда ВВ, необходимого для получения воронки выброса, основан на принципе пропорциональности, согласно которому масса заряда Q прямо пропорциональна объему взрываемой горной массы V

$$Q \sim V. \qquad (10.2)$$

Для зарядов нормального выброса (n = 1) при взрыве образуется конусообразная воронка, угол при вершине которой составляет 90^0. Объем такой воронки равен объему конуса:

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 W \ . \qquad (10.3)$$

Учитывая, что при n = 1 $r = W$, и приняв $\pi \approx 3$, получим

$$V \approx W^3. \qquad (10.4)$$

Коэффициентом пропорциональности q между массой заряда Q и объемом взрываемой горной массы является **удельный расход ВВ**. Удель-

ный расход ВВ характеризует массу ВВ, необходимую для разрушения 1 м^3 горной породы. Таким образом, масса сосредоточенного заряда определится по формуле:

$$Q \approx qW^3 \ . \qquad (10.5)$$

При показателе взрыва n, отличного от единицы, расчет величины сосредоточенных зарядов производится по формуле М. М. Борескова:

$$Q \approx \left(0{,}4 + 0{,}6n^3\right)qW^3 . \qquad (10.6)$$

При значении л.н.с. более 25 м формула М. М. Борескова дает заниженные результаты. В этом случае расчет ведется по формуле Союзвзрывпрома:

$$Q \approx \left(\frac{W}{25}\right)^{0,5}\left(0{,}4 + 0{,}6n^3\right)qW^3 \ . \qquad (10.7)$$

Введение дополнительного коэффициента объясняется необходимостью придать центру тяжести массы выбрасываемого грунта скорость, достаточную для выброса его из пределов контура воронки взрыва.

Контрольные вопросы

1. На какие виды подразделяются заряды ВВ в зависимости от условий их применения? Дайте краткую характеристику каждого из них.
2. Чем отличаются основные закономерности действия взрыва сосредоточенного заряда в твердой однородной безграничной среде и в условиях наличия обнаженной поверхности?
3. Опишите элементы воронки взрыва. Что называется показателем действия взрыва? Укажите его физический смысл.
4. Что называется удельным расходом ВВ? Укажите принципы расчета массы заряда ВВ в зависимости от показателя действия взрыва.

Лекция 11

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВВ

11.1. Классификация промышленных взрывчатых веществ

Промышленные ВВ классифицируются по ряду признаков: по характеру воздействия на окружающую среду, по чувствительности к

начальному импульсу, по химическому составу, по агрегатному состоянию, по условиям применения и т. д.

По характеру воздействия на окружающую среду или по форме химического превращения промышленные ВВ условно подразделяют на высокобризантные ВВ (скорость детонации W = 4500-7000 м/с), бризантные (W = 3000-4500 м/с), низкобризантные (W = 2000-3000 м/с) и метательные – пороха (скорость взрывного горения 100- 400 м/с).

По чувствительности к простым формам начального импульса ВВ подразделяют на первичные (инициирующие) и вторичные. **Первичные ВВ** при поджигании малых масс (долей грамма) детонируют, точнее – возникающее горение очень быстро переходит в детонацию. Детонация легко возбуждается в них и при механических воздействиях (ударе, наколе, трении). **Во вторичных ВВ** детонацию возбуждают с помощью ударно–волновой нагрузки, обычно создаваемой контактным взрывом некоторой массы первичного ВВ, помещенного в капсюль-детонатор. Именно поэтому первичные ВВ называют инициирующими. К ним относятся гремучая ртуть, тринитрорезорцинат свинца (ТНРС), азид свинца.

Первичные инициирующие ВВ инициируют более мощные вторичные инициирующие ВВ, к которым относятся тетрил, гексоген, ТЭН. Взрыв вторичного инициирующего ВВ, находящегося в средствах инициирования (капсюле-детонаторе, электродетонаторе) вызывает взрыв заряда промышленного ВВ или промежуточного детонатора, от которого производится инициирование заряда промышленного ВВ.

По физическому состоянию промышленные ВВ подразделяют на порошкообразные, гранулированные, чешуированные, прессованные, литые, пластичные, водосодержащие и эмульсионные.

ВВ подразделяют на индивидуальные соединения, в которых процесс химического превращения протекает в одну стадию в форме реакции мономолекулярного распада (например, тротил), и механические взрывчатые смеси (например, аммониты – смесь аммиачной селитры с тротилом).

По химическому составу промышленные взрывчатые вещества подразделяют на следующие группы:

1) нитросоединения – содержат одну или несколько нитрогрупп (NO_2); наиболее известные ВВ этой группы: тротил, тетрил, гексоген;

2) аммиачно-селитренные ВВ – механические смеси аммиачной селитры с другими ВВ или с горючими невзрывчатыми материалами. Во взрывчатых веществах этой группы аммиачная селитра, имея отрицательный кислородный баланс, выполняет роль окислителя. К наиболее распространенным ВВ этой группы можно отнести аммониты, аммоналы, гранулиты и др;

3) нитроэфирсодержащие (нитроглицериновые) ВВ – содержат в своем составе определенное количество жидких нитроэфиров (нитроглицерина, нитрогликоля, динитрогликоля). К этой группе относятся такие ВВ как детонит М, ряд предохранительных ВВ;

4) пороха (дымные и бездымные);

5) хлоратные и перхлоратные ВВ – смеси окислителей и горючих веществ с различными добавками. В качестве окислителей используют хлораты или перхлораты щелочных металлов или перхлорат аммония ($KClO_3$, $NaClO_3$, NH_4ClO_3), горючий компонент: воск, парафин, вазелин, нитроглицерин, нитросоединения, порошки металлов и ферросплавов, бензол, нитробензол и др;

6) оксиликвиты – изготавливаются путем пропитки жидким кислородом или смесью его с 15-30 % жидкого азота патронов из измельченных углеродистых материалов с большой удельной поверхностью (древесный уголь, сажа) или целлюлозных поглотителей типа мха, сфагнума, торфа и т. д. Оксиликвиты быстро меняют свои взрывчатые свойства из-за испарения жидкого кислорода из патронов. В настоящее время в России не применяются.

По условиям применения все промышленные взрывчатые материалы в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах подразделяются на классы (табл. 11.1).

Таблица 11.1

Классификация взрывчатых веществ по условиям применения

Класс взрывчатых веществ	Группа взрывчатых веществ	Вид взрывчатых веществ И условия применения	Цвет отличительной полосы или оболочек патронов
1	2	3	4
I	-	Непредохранительные взрывчатые вещества для взрывания только на земной поверхности	Белый
II	-	Непредохранительные взрывчатые вещества для взрывания на земной поверхности и в забоях подземных выработок, в которых либо отсутствует выделение горючих газов или взрывчатой угольной (сланцевой) пыли, либо применяется инертизация призабойного пространства, исключающая воспламенение взрывоопасной среды при взрывных работах	Красный
III	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания только по породе в забоях подземных выработок, в которых имеется выделение горючих газов, но отсутствует взрывчатая угольная (сланцевая) пыль	Синий
IV	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания: по углю и (или) породе или горючим сланцам в забоях подземных выработок, опасных по взрыву угольной (сланцевой) пыли при отсутствии выделения горючих газов; по углю и (или) породе в забоях подземных выработок, проводимых по угольному пласту, в которых имеется выделение горючих газов, кроме выработок с повышенным выделением	Желтый

		горючих газов; для сотрясательного взрывания в забоях подземных выработок угольных шахт	
V	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания по углю и (или) породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда исключен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпур трещинах массива горных пород, либо в выработке	Желтый

Окончание табл. 11.1

1	2	3	4
VI	-	Предохранительные взрывчатые вещества для взрывания: по углю и (или) породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых в условиях, когда возможен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпур трещинах горного массива, либо в выработке; в угольных и смешанных забоях восстающих (более 10º) выработок, в которых выделяется горючий газ, при длине выработок более 20 м и проведении их без предварительно пробуренных скважин, обеспечивающих проветривание за счет общешахтной депрессии	Желтый
VII	-	Предохранительные взрывчатые вещества и изделия из предохранительных взрывчатых веществ V-VI классов для ведения специальных взрывных работ (водораспыление и распыление порошкообразных ингибиторов, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли, ликвидация зависания горной массы в углеперепускных выработках, дробление негабаритов) в забоях подземных выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной пыли	Желтый
Специальный (С)	-	Непредохранительные и предохранительные взрывчатые вещества и изделия их них, предназначенные для специальных взрывных работ, кроме забоев подземных выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной (сланцевой) пыли	
	1	Взрывные работы на земной поверхности: импульсная обработка металлов; инициирование скважинных и сосредоточенных зарядов, контурное взрывание для заоткоски уступов; разрушение мерзлых грунтов; дробление негабаритных кусков горной массы; сейсморазведочные работы в скважинах; создание заградительных полос при локализации лес-	Белый

		ных пожаров, другие специальные работы	
	2	Взрывные работы в забоях подземных выработок, не опасных по газу и (или) угольной (сланцевой) пыли; взрывание сульфидных руд; дробление негабаритных кусков горной массы; контурное взрывание, другие специальные работы	Красный
Специальный (С)	3	Прострелочно-взрывные работы в разведочных, нефтяных, газовых скважинах	Черный
	4	Взрывные работы в серных, нефтяных и других шахтах, опасных по взрыву серной пыли, водорода и паров тяжелых углеводородов	Зеленый

Условия применения взрывчатых веществ могут уточняться разрешениями Ростехнадзора. Ящики, мешки, пакеты и патроны с ВВ должны иметь отличительные по цвету признаки в виде оболочек и специальных полос (см. табл. 11.1).

11.2. Основные компоненты промышленных взрывчатых веществ

В состав промышленных ВВ входят горючие компоненты, окислители и добавки, придающие взрывчатому веществу определенные свойства.

Все горючие компоненты ВВ можно подразделить на твердые и жидкие.

В качестве твердых горючих компонентов наиболее широко применяются: нитросоединения с отрицательным кислородным балансом (тротил, гексоген), алюминий, ферросилиций, силикокальций, угольный порошок, древесная мука.

Тротил $C_7H_5(NO_2)_3$ является самым распространенным из однокомпонентных (индивидуальных) ВВ и представляет собой кристаллы желтого цвета с температурой плавления 80,2 °С. В порошке имеет насыпнную плотность 0,9 г/см^3. Тротил хорошо прессуется под давлением около 400 МПа до плотности 1,6 г/см^3. Температура вспышки тротила 310 °С. Переход горения в детонацию наблюдается только в замкнутом пространстве или в очень больших количествах.

Тротил почти нерастворим в воде, имеет высокую химическую стойкость. Может применяться в порошкообразном, прессованном, чешуированном, гранулированном виде, а иногда в виде кусков и литых шашек.

В составе аммиачно-селитренных ВВ тротил является сенсибилизатором и активной горючей добавкой. Теплота взрыва 3450 КДж/кг. Кислородный баланс составляет 74 %. Критический диаметр 5-10 мм. Токсичен.

Алюминий – широко применяется в качестве металлической горючей добавки в виде пудр и порошков, которые повышают теплоту взрыва за счет большого количества тепла, выделяемого при окислении алюминия, и повышают объемную концентрацию энергии ВВ благодаря увеличению плотности ВВ.

Дефицитный и достаточно дорогой алюминий в составе ВВ можно при определенных условиях заменить более дешевыми ферросплавами, содержащими кремний, ферросилиций и силикокальций.

Ферросилиций содержит кремний (20-80 %), алюминий (1-3 %), хром (0,2-0,4 %) и марганец (0,2-0,6 %).

Силикокальций содержит кальций (10-30 %), алюминий (1-2 %), железо (6-25 %). Энергетические показатели ВВ при замене алюминия на ферросплавы снижаются не более чем на 5-10 %.

Древесная мука, угольный порошок, торф – органические вещества, вводимые в состав ВВ в качестве горючего компонента, а также для повышения технологических свойств ВВ, снижения слеживаемости при хранении.

Таблица 11.2

Характеристики горючих добавок

Горючая добавка	Теплота взрыва, КДж / кг	
	сухая	водосодержащая
Алюминий	6150	5400
Кремний	6160	5400
Силикокальций СК-25	5800	4750
Ферросилиций ФС-75	5750	4450

В качестве жидких горючих компонентов, применяемых для изготовления промышленных взрывчатых веществ, в частности, на местах производства взрывных работ, наиболее широко используются **дизельное топливо** и **минеральные масла**.

Наиболее распространенным окислителем в составе промышленных ВВ является аммиачная селитра (азотнокислый аммоний).

Аммиачная селитра NH_4NO_3 представляет собой белое кристаллическое вещество, получаемое путем взаимодействия аммиака с азотной кислотой:

$$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3 .$$

Аммиачная селитра выпускается в виде порошка, гранул, чешуек или кристаллов. Плотность кристаллов зависит от их формы и находится в пределах 1,56-1,74 г/см^3. В зависимости от формы и размеров частиц насыпная плотность аммиачной селитры составляет 0,8-0,9 г/см^3.

Аммиачная селитра хорошо растворяется в воде со значительным поглощением тепла, с повышением температуры ее растворяемость в воде увеличивается.

Для изготовления водоустойчивых аммиачно-селитренных ВВ изготавливается специальный сорт водоустойчивой аммиачной селитры ЖВ. Способ изготовления такой селитры состоит во введении в концентрированный сплав аммиачной селитры в небольшом количестве водного раствора

сернокислого железа и последующей обработки кристаллов или гранул ожелезненной селитры смесью жирных кислот и парафина в соотношении 1:1.

Безводная аммиачная селитра плавится при температуре 169,4 ºС.

В кристаллическом виде аммиачная селитра обладает высокой гигроскопичностью. При повышенной влажности воздуха она слеживается, превращаясь в камнеобразную массу, что создает определенные сложности в процессе ее обработки и изготовления ВВ. Для уменьшения слеживаемости аммиачную селитру выпускают в виде крупных чешуек или гранул. Заметно меньшей слеживаемостью обладает селитра марки ЖВ.

Аммиачная селитра обладает положительным кислородным балансом (+20 %) – при взрывном разложении выделяет избыточный кислород.

Аммиачная селитра активно реагирует с серой, сульфидами, азотной, фосфорной кислотами, а также с металлами (медь, цинк, магний). Примеси азотной кислоты приводят к самовоспламенению селитры.

Аммиачная селитра является взрывоопасным веществом. В настоящее время известны ее взрывчатые характеристики и условия ее безопасного использования (транспортирования, хранения, применения). Однако в XX веке произошло значительное количество катастроф, связанных с взрывами аммиачной селитры и ее смесей.

На заводе в г. Оппау (Германия) производилась лайна-селитра (удобрение, состоящее из смеси 50% сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$ и 50 % нитрата аммония NH_4NO_3). Как продукт сезонного потребления она накапливалась за заводских складах в больших количествах и за время длительного хранения слеживалась в сплошную камнеобразную массу. Дробление этой массы механическими способами оказалось неэффективным, и было решено прибегнуть к взрывному методу. Для выяснения способности лайна-селитры к детонации предварительно были проведены опыты, давшие отрицательный результат. После этого рыхление взрывным способом применяли длительное время – было проведено более 20000 взрывов, пока, наконец, утром 21 сентября 1921 г. склад лайна-селитры, а вместе с ним и завод не взлетели на воздух. На месте склада образовалась воронка длиной 165 м, шириной 96 м и глубиной 18,5 м (рис.11.1). При взрыве погибло свыше 500 человек и было ранено около 2000.

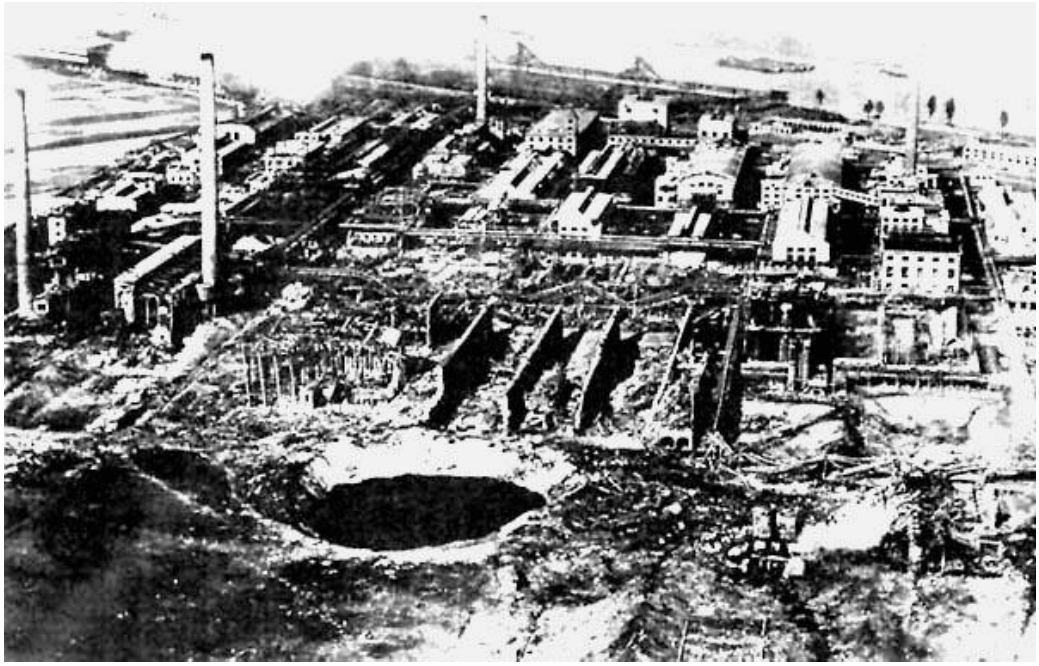


Рис. 11.1. После взрыва на заводе в г. Оппау (Германия)

16 апреля 1947 года в Техас-Сити (США) произошел взрыв аммиачной селитры в грузовом отсеке корабля, масса груза 2300 т. Инициирующим событием послужил начавшийся в трюме пожар, для тушения которого капитан задраил все палубные люки и впускал пар в грузовой отсек. В результате взрыва погибло более 200 человек, в т. ч. 32 человека команды и люди, столпившиеся в порту и наблюдавшие за пожаром.

В США около г. Трасквуд в 1960 г. произошло крушение товарного поезда. Один из вагонов был загружен аммиачной селитрой в мешках, а другой – аммиачной селитрой навалом. При аварии возник сильный пожар, при котором взорвалась селитра, упакованная в мешки.

Также в США имели место случаи перехода горения во взрыв аммиачной селитры на производствах, осуществляющих технологические операции с ней (1973 г. – штат Оклахома, 1974 г. – фирма «Атлас Паудер»).

Аварийный взрыв аммиачной селитры в районе г. Сасово Рязанской области произошел 12 апреля 1989 года. Селитра массой 100 т, упакованная в бумажные мешки, складировалась навалом с автотранспорта на поле, покрытое черноземом. Прямая причина взрыва не установлена. Перед взрывом было отмечено появление сильного запаха аммиака, что могло свидетельствовать о реакции, происходящей в массиве селитры. Кроме того, по метеоусловиям не отрицается возможность активизации атмосферного электричества. При взрыве никто не пострадал. Образовалась воронка диаметром 28 м и глубиной 4 м.

Загорание селитры возможно от открытого огня, искр, сильных разрядов электричества, в результате взаимодействия с некоторыми легко окисляемыми и агрессивными материалами. При загорании селитра пла-

вится и растекается по полу помещения, причем опасность возникновения взрыва расплавленной селитры выше, чем кристаллической.

Переходу горения во взрыв во многих случаях способствует замкнутость объема, в котором происходит пожар, когда удаление продуктов горения затруднительно и давление газов повышается. Особенно опасно загорание селитры в трюмах судов, цельнометаллических вагонах, в металлических контейнерах и др.

В свое время аммиачная селитра применялась как малочувствительное ВВ при массовых взрывах. При этом для возбуждения взрыва необходим мощный промежуточный детонатор. Условием устойчивого распространения реакции взрывчатого превращения аммиачной селитры является достаточно большой диаметр заряда. Критический диаметр для зарядов из аммиачной селитры может быть различным в зависимости от влажности, степени измельчения и плотности селитры.

Теплота взрывчатого превращения селитры составляет 1600 кДж/кг. Скорость детонации измельченной селитры в зависимости от диаметра заряда изменяется от 1,4 до 2,7 км/с.

Среди многочисленных добавок, вводимых в состав взрывчатых веществ (сенсибилизаторы, флегматизаторы, стабилизаторы, загустители, структурирующие добавки – сшивки, пламегасители и др.), в первую очередь, рассмотрим **сенсибилизирующие добавки**, предназначенные для повышения чувствительности и мощности промышленных ВВ.

Гексоген $C_3H_6(NO)_6$ представляет собой белый кристаллический порошок с плотностью кристаллов 1,8 г/см^3. В насыпном состоянии плотность 1,1 г/см^3. В воде не растворяется, ядовит. Температура плавления 203 ^{0}C. В небольших количествах сгорает без взрыва. Обладает высокой чувствительностью к механическим воздействиям. Применяется только во флегматизированном виде (парафин). Обладает высокой химической стойкостью. Теплота взрыва 5450 кДж/кг. Скорость детонации 8,4 км/с при плотности 1,7 г/см^3.

Нитроглицерин $C_3H_5(ONO_2)_3$ является бесцветной масляной жидкостью с плотностью 1,6 г/см^3. Это мощное ВВ с теплотой взрыва 6040 кДж/кг, скорость детонации 7,6 км/с. Ядовит. Жидкий нитроглицерин затвердевает при температуре +13,2 ^{0}C с резким повышением чувствительности, поэтому при изготовлении ВВ его смешивают с труднозамерзающими нитроэфирами (нитрогликоль, динитрогликоль). Обладает низкой химической стойкостью, в связи с этим нитроэфирсодержащие взрывчатые вещества имеют относительно небольшой гарантийный срок хранения.

Флегматизаторы представляют собой индифферентные по отношению к ВВ легкоплавкие твердые вещества или масла, имеющие высокую теплоемкость и температуру вспышки. Эти вещества снижают чувствительность ВВ к механическим воздействиям, что обеспечивает более безопасные условия применения ВВ. В качестве флегматизаторов в составе ВВ могут использоваться вазелин, воск, минеральные масла, тальк, вода и др.

Загустители – вещества, вводимые в состав ВВ для загущения растворов аммиачной селитры в водосодержащих ВВ. В качестве загустителей применяют натриевую соль карбоксилметилцеллюлозы (КМЦ), полиакриламид, гуаргам.

Структурообразующие добавки (сшивки) – вещества, вводимые в состав ВВ для создания поперечной связи макромолекул загущающих полимеров. Для этой цели применяют сульфат хрома, бихромат натрия, сернокислый алюминий, буру, калиевые квасцы хрома и др.

Пламегасители – вещества, вводимые в состав предохранительных взрывчатых веществ для снижения температуры взрыва.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются промышленные ВВ?
2. На какие группы подразделяются промышленные ВВ по химическому составу и по условиям применения?
3. Какие основные компоненты могут входить в состав промышленных ВВ? Укажите основные характеристики тротила и аммиачной селитры.
4. Какие вещества используются в качестве сенсибилизаторов, флегматизаторов и загустителей?

Лекция 12

СОВРЕМЕННЫЙ АССОРТИМЕНТ НЕПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ВВ. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА I КЛАССА ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ

Все непредохранительные взрывчатые вещества относятся к I и II классам по условиям применения (см. табл. 11.1). По составу и структуре эти ВВ можно разделить на следующие группы: нитросоединения; аммиачно-селитренные ВВ (смеси аммиачной селитры с нитросоединениями); нитроэфирсодержащие ВВ (смесь аммиачной селитры с жидкими нитроэфирами); водосодержащие; эмульсионные; конверсионные.

Кроме того, все непредохранительные промышленные ВВ можно подразделять на ВВ заводского изготовления и ВВ, изготавливаемые на местах производства взрывных работ. Сведения об ассортименте непредохранительных промышленных ВВ приведены в табл. 12.1.

12.1. Требования к ВВ, применяемым на открытых горных разработках

В настоящее время на открытых горных разработках основной объем горной массы разрушается зарядами, размещенными в вертикальных и наклонных скважинах диаметром 100-320 мм.

Взрывчатые вещества, применяемые на карьерах, должны отвечать следующим требованиям:

1. ВВ должны иметь относительно большой критический диаметр (не менее 100 мм). К таким взрывчатым веществам относятся грубодисперсные гранулированные смеси с широкой зоной химической реакции, которые обеспечивают более равномерное дробление породы при взрыве за счет уменьшения зоны переизмельчения вблизи заряда.

2. Для ВВ, применяемых для взрывания только на земной поверхности (I класс), нормативными документами в области промышленной безопасности вид кислородного баланса не регламентируется, т. е. может быть любым – положительным, отрицательным, нулевым.

В то же время при взрывании в глубоких карьерах рекомендуется применение ВВ с нулевым кислородным балансом, поскольку при взрывании взрывчатых веществ с кислородным балансом, отличным от нулевого, в атмосферу выбрасывается значительное количество ядовитых газов, что заметно ухудшает условия проветривания района взрыва и может отрицательно сказываться на экологической обстановке в районе расположения карьера.

Таблица 12.1

Современный ассортимент непредохранительных ВВ

Характеристика ВВ	I класс по условиям применения		II класс по условиям применения	
	заводского изготовления	изготавливаемые на местах производства работ	заводского изготовления	изготавливаемые на местах производства работ
1. Нитросоединения (гранулированные)	Гранулотол Алюмотол	Нет	Нет	Нет
2. Смесь аммиачной селитры с нитросоединениями (гранулированные)	Граммониты (30/70, 50/50, 82/18 и др.)	Нет	Граммонит 79/21 Граммонит М Граммонит ТМ Граммотол марок 10, 15, 20	Нет
3. Смесь аммиачной селитры с нитросоединениями (патронированные, порошкоообразные)	Нет	Нет	Аммонит № 6 ЖВ Аммонал. Аммонал М-10 Аммонал скальный № 1 Аммонал скальный № 3	Нет
4. Смесь аммиачной селитры с жидкими нитроэфирами	Нет	Нет	Детонит М	Нет
5. Смесь аммиачной селитры с невзрывчатыми компонентами	Гранулиты (АП, АС-6М, АС-8ПР, С-6М, УП и др.)	Гранулиты (АК, АС-Д, ВК, УП и др.)	Гранулиты (М, АС-4, АС-4В, АС-8, АС-8В, АФ-7, АФ-12, МГ-10 и др.)	Гранулиты (А6, Д5, игданит, игданит П, ПС)
6. Водосодержащие	Селипор (патронированный)	Акватолы Карбатолы	Нет	Акванит АРЗ-8 Акванал АРЗ-8Н
7. Эмульсионные	Порэмит П (патронированный) Эмульсолит П (патронированный)	Порэмиты (1, 1А, В, М) Гранэмит-И50 Сибириты (1000, 1200)	Нет	Нет
8. Конверсионные	Гранипоры (БП-1, БП-2, ФМ). Дибазит Нитропор. Тротил У (УД, УГ)	Нет	Нет	Нет

3. ВВ должны обладать хорошей сыпучестью, минимальной слеживаемостью при хранении, минимальным пылением при пересыпке и быть малочувствительными к механическим воздействиям, в частности к трению, чтобы работы по заряжанию скважин могли выполняться механизированным способом (с применением зарядных машин), резко увеличивающим производительность труда.

4. ВВ должны сохранять стабильными свои свойства при нахождении в скважинах в течение длительного времени (5-10 суток и более), обладать минимальным агрессивным воздействием на средства инициирования (детонаторы, детонирующий шнур), промежуточные детонаторы и вмещающие породы.

5. Значительная часть ассортимента ВВ должна быть водоустойчивой и иметь плотность выше 1 г/см^3 , чтобы при заряжании обводненных скважин ВВ хорошо тонуло в воде. Взрывчатые вещества, заряженные в обводненные скважины, должны устойчиво детонировать.

6. ВВ должны иметь низкую стоимость, поэтому одним из основных направлений развития их ассортимента является разработка составов, изготавливаемых на местах производства взрывных работ, в том числе с использованием местных компонентов.

12.2. Гранулированные тротилсодержащие ВВ I класса по условиям применения заводского изготовления

Гранулотол - гранулированный тротил с размером гранул 3-5 мм предназначен для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании скважин любой степени обводненности. Гранулотол абсолютно водоустойчив, хорошо тонет в воде, имеет хорошую сыпучесть и в сухом, и во влажном состоянии. При хранении не слеживается, обладает высокой стабильностью взрывчатых свойств. Его заряды могут продолжительное время находиться в воде, в том числе в проточной без потери взрывчатых свойств. Для инициирования скважинных зарядов гранулотола необходим мощный промежуточный детонатор, так как ВВ недостаточно чувствительно к обычным средствам инициирования.

Гранулотол рекомендуется применять в водонаполненном состоянии, так как вода, заполняя промежутки между гранулами, увеличивает плотность заряжания до 1,3-1,35 г/см^3, за счет чего повышается скорость детонации и улучшается эффект взрыва. Кроме того, вода, испаряясь, увеличивает объем газообразных продуктов, но необходимо учитывать, что на ее испарение затрачивается определенное количество тепла, из-за чего несколько снижается общая энергия взрыва водонаполненного тротила. Применение гранулотола в сухих скважинах нерационально, так как из-за малого объема газообразных продуктов взрыва эффект разрушения оказывается ниже, чем у граммонитов.

Алюмотол – взрывчатое вещество, предназначенное для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании скважин любой степени обводненности, представляющее собой гранулированный сплав, со-

стоящий из 85 % тротила и 15 % алюминиевой пудры с гранулами серого цвета размером до 5 мм.

Алюмотол, как и гранулотол, абсолютно водоустойчив, хорошо сыпуч в сухом и влажном состоянии, не слеживается, обладает стабильностью взрывчатых свойств и высокими энергетическими характеристиками.

Граммониты 30/70 и 50/50 – двухкомпонентные взрывчатые вещества, предназначенные для производства взрывных работ при ручном и механизированном заряжании сухих и ограниченно обводненных (с непроточной водой) скважин, состоят из смеси гранул аммиачной селитры и тротила. Числитель дроби в марке ВВ обозначает процентное содержание аммиачной селитры, а знаменатель – процентное содержание тротила. Внешне граммониты представляют собой смесь гранул размером 2-3 мм.

Граммониты имеют хорошую сыпучесть, не пылят, не слеживаются. От порошкообразных аммонитов они отличаются меньшей чувствительностью к механическим воздействиям и к начальному импульсу. Скважинный заряд граммонита взрывается от промежуточного детонатора массой 200-400 г (аммонит № 6ЖВ, тротиловые шашки).

Основные взрывчатые характеристики гранулотола, алюмотола, граммонитов 30/70 и 50/50 приведены в табл. 12.2.

Таблица 12.2

Основные характеристики ВВ заводского изготовления
I класса по условиям применения

Показатели	Гранулотол	Алюмотол	Граммонит 30/70	Граммонит 50/50
Теплота взрыва, кДж/кг	3450*/4100	5200*/5600	3450	3700
Работоспособность, $см^3$	290	430	380	450
Объем газов, л/кг	750*/1945	675*/815	800	870
Бризантность в стальном кольце (в водонаполненном состоянии), мм	32-34	Разрушение	24-27	23-25
Критический диаметр, мм	5-10	5-10	40-60	40-50
Скорость детонации в стальной трубе, км/с	5,5-6,5	5,5-6,0	5,2-5,6	3,6-4,2
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,95-1,0	0,95-1,0	0,85-0,9	0,85-0,9
Кислородный баланс, %	- 74,0	- 76,2	- 45,9	- 27,2

* Числитель – в сухом, знаменатель – в водонаполненном состоянии.

Необходимо отметить, что все ВВ I класса имеют отрицательный кислородный баланс, и их можно применять только для взрывания на земной поверхности.

12.3. Гранулированные бестротиловые ВВ I класса

Гранулиты – простейшие бестротиловые ВВ, состоящие из гранулированной аммиачной селитры, омасленной минеральным маслом и опудренной твердой тонкодисперсной горючей добавкой. Гранулиты могут быть заводского изготовления или приготавливаться в соответствии с технологическими регламентами на местах производства взрывных работ. Состав и основные характеристики некоторых гранулитов, относящихся к I классу по условиям применения, приведены в табл. 12.3, 12.4.

Таблица 12.3

Состав гранулитов I класса по условиям применения

Компоненты	Гранулиты				
	АП	АС-С (Б)	С-6М	Ж	УП-1
Селитра аммиачная гранулированная	92,0	84,0	74,5-59,5	90,0	93,0
Селитра аммиачная порошкообразная	-	-	20,0-35,0	-	-
Жидкий нефтепродукт (масло индустриальное, приборное, соляровое и др.)	3,0	3,0	5,5	5,5	3,5
Жир животный технический	-	-	-	10,0	-
Концентрат железа и его оксидов	5,0	-	-	-	-
Хлористый натрий	-	10,0	-	-	-
Угольный порошок	-	3,0	-	-	3,5
Вермикулит, сверх 100 %	-	-	-	1,5	-

Таблица 12.4

Основные характеристики гранулитов I класса по условиям применения

Компоненты	Гранулиты				
	АП	АС-С (Б)	С-6М	Ж	УП-1
Теплота взрыва, кДж/кг	3020	3400	3350	3760	3600
Объем газов, л/кг	980	860	980	840	980
Бризантность в стальном кольце, мм	22-23	18-20	15-20	н/д	11
Критический диаметр, мм	40 (в стальной оболочке)	120-140	70 (в стальной оболочке)	160	200
Скорость детонации, м/с	3000-3200	3600	3600-3800	4500-4600	3600-4200
Насыпная плотность, г/см^3	1,0-1,05	0,9-0,95	0,9-0,95	0,85-1,0	0,85-0,95
Кислородный баланс, %	+9,6	-1,6	-0,13	-5,0	-2,5

Основные преимущества гранулитов перед другими типами ВВ:

1. Гранулиты характеризуются весьма низкой чувствительностью к механическим воздействиям, а, следовательно, намного безопаснее в обращении в сравнении с другими типами ВВ.

2. Изготовление гранулитов, как правило, сводится к простому перемешиванию твердой и жидкой фаз, для чего пригодны простые по устройству лопастные смесители, применяемые как в стационарных установках, так и на передвижных зарядно-смесительных машинах.

3. Благодаря низкой стоимости исходных компонентов и малым производственным затратам гранулиты имеют низкую стоимость и являются одними из наиболее экономичных промышленных ВВ.

4. Гранулиты применяются как на открытых, так и на подземных горных работах. В подземных условиях применяется пневмозаряжание шпуров и скважин, обеспечивающее высокую плотность заряда благодаря хорошей уплотняемости гранулитов, содержащих жидкую фазу.

Недостатки гранулитов:

1. Гранулиты неводоустойчивы, под воздействием воды при содержании влаги более 5 % они теряют детонационную способность.

2. Некоторые гранулиты являются недостаточно физически стабильными. При длительных сроках заряжания жидкий нефтепродукт может частично стекать в нижнюю часть скважины.

3. Большинство гранулитов имеет недостаточно высокие энергетические характеристики для разрушения трудновзрываемых горных пород.

12.4. Водосодержащие ВВ I класса

Акватолы – группа водосодержащих ВВ, представляющих собой плотные нерасслаивающиеся суспензии, твердой фазой которых служит смесь гранулированной аммиачной селитры с гранулотолом или алюмотолом. Жидкая фаза суспензии представлена насыщенным раствором аммиачной селитры, целиком заполняющим межгранульное пространство.

Наиболее распространен акватол Т-20 (ифзанит) с модификациями (табл. 12.5).

Таблица 12.5

Основные характеристики ифзанитов

Компоненты и показатели	Модификации ифзанита		
	Т-20	Т-60	Т-80
1	2	3	4
Химический состав, % по массе			
Селитра аммиачная	66	72	74
Тротил	20	20	20
Вода	14	8	6

Окончание табл. 12.5

1	2	3	4
Технический состав, % по массе			
Селитра аммиачная гранулированная	40	40	40
Тротил гранулированный или чешуйчатый	20	20	20
Раствор аммиачной селитры	40	40	40
Технические характеристики раствора			
Концентрация раствора, %	64	80	86
Температура раствора, ^{o}C	20	60	80
Плотность раствора, г/см^3	1,3	1,368	1,372
Характеристики ВВ			
Кислородный баланс, %	-1,6	-0,4	0
Плотность, , г/см^3	1,34-1,38	1,48-1,52	1,52-1,56
Теплота взрыва, кДж/кг	3324	3789	3894
Объем газов, л/кг	937	920	913
Скорость детонации, км/с	4,2-4,5	4,5-5,0	4,5-5,0
Критический диаметр, мм	100-120	100-110	90-100

Для придания водоустойчивости раствор аммиачной селитры загущают солью карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ) или полиакриламидом, а также дополнительно структурируют сшивающими добавками с образованием геля.

Карбатолы – водосодержащие горячельющиеся ВВ, изготавливаемые из низкотемпературного эвтектического расплава аммиачной селитры и карбамида с добавками гранулотола и 3-5 % воды. Плотности расплава и гранулотола примерно равны, что исключает расслоение смеси. Отсутствует необходимость в применении загустителя, так как смесь при охлаждении быстро твердеет.

В карбатоле ГЛ-15Т в качестве сенсибилизатора используется гранулотол, а в карбатоле ГЛ-10В вместе с гранулотолом используется алюминиевый порошок. Основные компоненты и показатели карбатолов приведены в табл. 12.6.

Таблица 12.6

Основные характеристики карбатолов

Компоненты и показатели	Марки карбатола	
	ГЛ-15Т	ГЛ-10В
Селитра аммиачная	67,0	57,0
Карбамид	13,0	13,0
Тротил	15,0	10,0
Порошок алюминиевый	-	15,0
КМЦ	1,0	1,0
Вода	4,0	4,0
Теплота взрыва, кДж/кг	3427	5684
Скорость детонации, м/с	4,5-4,8	4,5-5,0
Плотность, г/см^3	1,4-1,6	1,5-1,6

В настоящее время акватолы и карбатолы применяются достаточно редко. На смену им пришли бестротиловые эмульсионные ВВ.

12.5. Эмульсионные ВВ

Эмульсионные ВВ изготавливаются путем обработки горячего раствора селитры (смеси аммиачной, кальциевой и натриевой селитр) и индустриального масла при температуре 80 °С с добавкой эмульгатора в аппарате эмульгирования, за счет чего образуется обратная эмульсия. При этом раствор селитры диспергируется до капель микронного размера, которые обволакиваются пленкой масла. При этом получается абсолютно водоустойчивая обратная эмульсия сметанообразной консистенции.

Для повышения детонационной способности эмульсии в нее вводят газовые пузырьки, например, в виде микросфер или стекла или, используя газогенерирующую добавку (ГГД), – нитрит натрия. В таком состоянии эмульсия становится взрывчатым веществом – **порэмитом** – с достаточно высокой чувствительностью к взрывному начальному импульсу и имеет сравнительно малую величину критического диаметра.

В порэмитах достигается высокая поверхность контакта между окислителем (раствором селитры) и горючим компонентом (индустриальные масла). В зависимости от содержания жидкой фазы они могут обладать как текучими, так и пластическими свойствами. Для повышения энергетических характеристик эмульсионных ВВ в их состав вводят тонкодисперсный алюминий.

Характеристики основных эмульсионных ВВ, применяемых в России и в развитых зарубежных странах, приведены в табл. 12.7.

Технологический процесс производства эмульсии порэмита заключается в приготовлении на отдельных линиях водного раствора окислителя (смесь аммиачной и кальциевой селитр) и раствора эмульгатора в углеводородном горючем (индустриальное масло), их дозировании в заданном соотношении в блок эмульгирования и приемки матричной эмульсии в бункер зарядно-смесительной машины.

Зарядно-смесительная машина доставляет эмульсию на подготовленный блок и заряжает скважины, совмещая операцию транспортирования эмульсии с введением в нее компонента, обеспечивающего образование в эмульсии газовых пузырьков, т. е. собственно превращение эмульсии во взрывчатое вещество порэмит. Обычно в качестве газогенерирующей добавки (ГГД) используется водный раствор нитрита натрия. В результате взаимодействия ГГД с аммиачной селитрой выделяются микропузырьки азота, которые и сенсибилизируют эмульсию.

Гранэмит – это эмульсионное ВВ, состоящее из смеси порэмита и гранулита-игданита. В настоящее время разработаны три состава гранэмита – И-30, И-50 и И-70, где 30, 50, 70 – процентное содержание игданита.

Таблица 12.7

Основные характеристики эмульсионных ВВ

Характеристики	Россия		Швеция	Чехия	Финляндия	Испания	США
	порэмит 1	порэмит М	эмулиты	эмсит	кемит	эмульсин	ирэгель
1. Компонентный состав, %							
Аммиачная селитра	62	59	62	67	65	28-59	62
Натриевая селитра	16	15	16	12	-	10-12	12
Кальциевая селитра	(16)	(15)	-	-	14	4-5	-
Вода	15	14	15	12	13	9-12	16
Минеральное масло	5	5	5,8	2	7	6,2	6
Эмульгатор	2	2	1,1	3	-	1,3-2,3	1
Алюминий	-	4	до 4,5	-	8	до 4,9	-
Сенсибилизатор	0,5-1,5	2,5	3	3	2-3	3	1
2. Консистенция, упаковка	Пластичная льющаяся			Пластичная, патроны		Пластичная льющаяся	
3. Плотность заряда, г/см^3	1,2-1,3	1,25-1,35	1,2-1,3	1,1-1,2	1,0-1,3	1,15-1,35	1,2
4. Теплота взрыва, кДж/кг	2860	4370	2900-4240	2860	3150-4200	3080-4400	3020
5. Скорость детонации, км/с	4,2-4,4	4,6-5,3	4,7-5,0	4,5-5,0	4,0-5,0	4,5-5,0	4,4-4,5
6. Критический диаметр, мм	30-40	20-30	15-50	65	32-50	н.д.	н.д.

12.6. Конверсионные ВВ

Извлекаемые из боеприпасов, у которых закончился установленный срок хранения, пороха и другие ВВ могут после определенной переработки использоваться как промышленные ВВ.

В настоящее время в России наиболее часто применяются следующие конверсионные ВВ: гранипоры, дибазит, тротил-У.

Гранипоры – промышленные ВВ I класса, изготавливаемые из пироксилиновых порохов с размером частиц от 5 до 20 мм с добавкой жидкого нефтепродукта. Предназначены для производства взрывных работ при ручном заряжании сухих и обводненных скважин. В скважинах с непроточной водой заряды гранипора могут находиться до 6 суток.

Дибазит – водоустойчивое промышленное ВАВ I класса, изготавливаемое на основе баллиститных порохов. Предназначен для взрывных работ при ручном заряжании скважин любой степени обводненности, в том числе с проточной водой. Внешний вид дибазита – таблетки или гранулы произвольной формы и цвета размером до 40 мм.

Тротил У – промышленное ВВ I класса, изготавливаемое из тротила, извлеченного из боеприпасов при расснаряжении. Предназначен для взрывных работ при ручном заряжании скважин любой степени обводненности, в том числе с проточной водой.

Тротил У выпускается двух марок – УД и УГ.

Тротил марки УД (дробленый) представляет из себя куски тротила нерегламентированной формы размером до 45 мм от светло-желтого до коричневого цвета.

Тротил марки УГ (гранулированный) представляет собой гранулы тротила размером 3-4 мм от светло-желтого до коричневого цвета.

Характеристики основных конверсионных ВВ приведены в табл. 12.8.

Таблица 12.8

Характеристики конверсионных ВВ

Показатели	Гранипоры		Дибазит	Тротил-У
	БП-1	БП-2		
Кислородный баланс, %	-50	-50	-30…-45	-74
Теплота взрыва, кДж/кг	3350-3770	3350-3770	3350-3770	3640-4060
Объем газов, л/кг	800-850	850-900	850-900	710
Температура вспышки, ^{o}C	170-180	170-180	140-145	295-305
Скорость детонации, км/с: в безводном состоянии	3,4-3,6	3,7-3,9	2,8-3,5	4,0-4,6
в водонаполненном состоянии	5,3-5,5	5,9-6,2	5,8-6,0	5,0-5,5
Работоспособность, см^3	270-300	270-300	280-300	285-295
Чувствительность к удару, %	12-24	12-24	6-12	0-20
Насыпная плотность, г/см	0,8-0,85	0,85-0,90	0,85-0,95	0,75-1,0

Применение конверсионных ВВ носит ограниченный характер, поскольку объем их производства относительно невелик. Кроме того, вышеперечисленные ВВ допущены только к ручному заряжанию скважин, а значит, применяются только на карьерах с невысокой производственной мощностью.

Контрольные вопросы

1. На какие группы подразделяются промышленные ВВ по своему составу и структуре?
2. Каким требованиям должны отвечать взрывчатые вещества, применяемые на карьерах?
3. Укажите основные ВВ I класса заводского изготовления, а также изготавливаемые на местах производства взрывных работ, их состав и характеристики.
4. Какие взрывчатые вещества называются конверсионными? Укажите те из них, которые используются в горном деле.

Лекция 13

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА II КЛАССА ПО УСЛОВИЯМ ПРИМЕНЕНИЯ. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА III-VII КЛАССОВ

13.1. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым в подземных горных выработках

Условия взрывания в подземных рудниках можно разделить на две группы:
- взрывные работы при отбойке руд скважинами диаметром 75-150 мм;
- взрывные работы при проходке выработок и отбойке руд методом шпуровых зарядов (диаметр шпуров 40-75 мм).

13.1.1. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым при скважинной отбойке в подземных условиях

1. Взрывчатые вещества должны иметь нулевой кислородный баланс.
2. ВВ должны быть гранулированными, пригодными для пневматического транспортирования, пневмозаряжания и способными удерживаться в восходящих скважинах.
3. ВВ должны иметь относительно небольшой критический диаметр и устойчиво детонировать в зарядах диаметром более 60 мм любой длины, в т. ч. при добавлении в заряд до 3-4 % воды. Вода добавляется в гранулированные ВВ с целью снижения пыления и электризации при пневмозаря-

жании, а также для получения эффекта слипания гранул в восстающих скважинах для надежного удержания в них заряда.

4. Чувствительность ВВ должна обеспечивать их надежное инициирование с помощью промежуточного детонатора массой 200 г и больше.

5. ВВ должны содержать минимальное количество мелких пылевидных фракций, так как пыль попадает в рабочую зону взрывников, создавая опасность вспышки и ухудшая санитарно-гигиенические условия работы.

6. ВВ должны обладать возможно меньшей склонностью к электризации при пневмозаряжании.

13.1.2. Требования к непредохранительным ВВ, применяемым при шпуровой отбойке в подземных условиях

1. Взрывчатые вещества должны иметь нулевой кислородный баланс.

2. ВВ должны обладать высокой энергией взрыва (4000-5000 кДж/кг), иметь малый критический диаметр 10-12 мм и устойчиво детонировать от стандартных детонаторов (капсюль-детонатор, электродетонатор и др.)

3. Целесообразно выпускать патронированные ВВ в патронах разного диаметра (32, 36, 45 мм) с учетом разнообразия условий ведения взрывных работ.

4. Часть ВВ (до 10-15 %) должны выпускаться в специальных патронах уменьшенного диаметра (26-28 мм) для контурного взрывания.

5. Наиболее чувствительные гранулированные ВВ (гранулит АС-8 В и др.) могут использоваться для создания шпуровых зарядов, при этом их инициирование должно осуществляться патроном штатного ВВ.

13.2. Промышленные взрывчатые вещества II класса по условиям применения

13.2.1. Гранулированные ВВ II класса по условиям применения заводского изготовления

13.2.1.1. Тротилсодержащие ВВ

Граммониты II класса и граммотол предназначены для производства взрывных работ в карьерах, рудниках и шахтах, не опасных по газу или пыли в породах средней крепости и крепких при ручном и механизированном заряжании сухих и ограниченно обводненных (с непроточной водой) скважин.

Граммонит 79/21 – двухкомпонентное взрывчатое вещество, состоящее из смеси гранул аммиачной селитры и чешуек тротила. Числитель дроби в марке ВВ обозначает процентное содержание аммиачной селитры, а знаменатель – процентное содержание тротила.

Граммонит М – взрывчатое вещество, состоящее из гранулотола (гранулированного тротила), гранулированной аммиачной селитры и угольного порошка. Компонентный состав граммонита М приведен в табл. 13.1.

Таблица 13.1

Состав граммонита М

Наименование компонента	Марка			
	5	10	15	21
Гранулотол	5,0	10,0	15,0	21,0
Аммиачная селитра	89,6	86,3	82,9	79,0
Угольный порошок	5,4	3,7	3,1	-

Граммонит ТМ – взрывчатое вещество, состоящее из гранулотола (15,0 %), нефтепродукта (1,7 %), гранулированной (79,3 %) и водоустойчивой (4,0 %) аммиачной селитры.

Граммотол – взрывчатое вещество, состоящее гранулотола, нефтепродукта и гранулированной аммиачной селитры. Компонентный состав граммотола приведен в табл. 13.2.

Таблица 13.2

Состав граммотола

Наименование компонента	Марка			
	5	10	15	20
Гранулотол	5,0	10,0	15,0	20,0
Аммиачная селитра	90,8	87,0	83,0	79,0
Жидкий нефтепродукт	4,2	3,0	2,0	1,0

Основные характеристики граммонитов II класса и грамотолов приведены соответственно в табл. 13.3 и 13.4.

Таблица 13.3

Основные характеристики граммонитов II класса по условиям применения

Показатели	Граммонит 79/21	Граммонит ТМ	Граммонит М (марки)			
			5	10	15	21
1	2	3	4	5	6	7
Теплота взрыва, кДж/кг	4291	3938	3910	4058	4224	4290
Работоспособность, $см^3$	360	н/д	330-340	330-340	340-355	360-370
Объем газов, л/кг	895	854	907	907	898	895
Бризантность в стальной оболочке, мм	22-26	23	н/д	н/д	н/д	н/д
Критический диаметр, мм	50-60	19	н/д	н/д	н/д	н/д

Окончание табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7
Скорость детонации, км/с	3,5-3,7	2,2-3,5	2,7-3,0	2,9-3,2	3,0-3,2	3,2-3,5
Насыпная плотность, г/см^3	0,85-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	+0,02	-0,36	-0,04	-0,02	-0,13	-0,02

Таблица 13.4

Основные характеристики граммотола

Показатели	Граммотол марки			
	5	10	15	20
Теплота взрыва, кДж/кг	3872	3968	4037	4106
Объем газов, л/кг	955	938	926	914
Критический диаметр, мм	100-110	90-110	80-100	70-100
Скорость детонации открытого заряда, км/с	2,7-3,1	2,8-3,2	2,9-3,3	3,1-3,4
Насыпная плотность, г/см^3	0,85-0,9	0,85-0,9	0,8-0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	-0,12	-0,42	-1,45	-2,47

13.2.1.2. Гранулированные безтротиловые ВВ II класса по условиям применения

Гранулит-игданит (игданит), представляющий из себя простейшую сбалансированную по кислороду бинарную смесь гранулированной аммиачной селитры (94,5±0,5 %) и дизельного топлива (5,5±0,5 %), получил наибольшее распространение среди гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства работ.

Игданит отличается от гранулитов заводского производства простотой изготовления и невысокой стоимостью. Как правило, игданит изготавливается в специальных зарядно-смесительных машинах (установках). При использовании для изготовления ВВ пористой селитры игданит является достаточно стабильным (не происходит вытекания жидкого компонента из гранул аммиачной селитры).

Игданит сыпуч, хорошо транспортируется по пневмомагистралям, не пылит и мало электризуется, хорошо уплотняется при пневмозаряжании, вследствие чего удерживается в восстающих скважинах.

Недостатками инданита являются:

низкая, как у большинства гранулитов, степень водоустойчивости (возможность применения при заряжании сухих или осушенных шпуров и скважин);

относительно низкие энергетические характеристики, недостаточные для взрывания крепких горных пород.

К гранулитам II класса, изготавливаемым на местах производства работ, также относятся:

гранулит А-6 (состав: аммиачная селитра – 90,0 %, алюминий или силикоалюминий дисперсный – 6,0 %, нефтепродукт – 4,0 %);

гранулит Д-5 (состав: аммиачная селитра – 94,0 %, дизельное топливо – 2,0 %, угольный порошок, изготавливаемый из каменных углей, – 4,0 %);

гранулит ПС-1 (состав: аммиачная селитра – 93,4 %, карбонат кальция – 0,6 %, нефтепродукт – 6,0 %).

Основные характеристики гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства работ, приведены в табл. 13.5.

Таблица 13.5

Основные характеристики гранулитов II класса, изготавливаемых на местах производства взрывных работ

Показатели	Гранулит-игданит	Гранулит А-6	Гранулит Д-5	Гранулит ПС-1
Теплота взрыва, кДж/кг	3760	4600	3788	3855
Работоспособность, $см^3$	320-360	400-410	н/д	н/д
Объем газов, л/кг	980-990	860-880	980	990
Бризантность в стальном кольце (в водонаполненном состоянии), мм	15-20	н/д	22	н/д
Критический диаметр, мм	120-150	100-120	120	н/д
Скорость детонации в стальной трубе, км/с	2,2-2,7	4,2-5,0	не менее 3,0	н/д
Насыпная плотность, $г/см^3$	0,8-0,85	0,90-0,95	0,8-0,9	0,85-0,9
Кислородный баланс, %	+0,12	- 1,2	+1,2	- 1,0

К гранулитам II класса по условиям применения заводского изготовления относятся следующие взрывчатые вещества:

гранулит М (состав: аммиачная селитра – 94,5 %, масло приборное или соляровое – 5,5 %);

гранулит АС-4 (аммиачная селитра – 91,8 %, алюминиевая пудра – 4,0 %, масло индустриальное – 4,2 %);

гранулит АС-8 (аммиачная селитра – 89,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, масло индустриальное – 3,0 %);

гранулит АС-4В (аммиачная селитра – 91,8 %, алюминиевая пудра – 4,0 %, гидрофобный восковый состав – 4,2 %);

гранулит АС-8В (аммиачная селитра – 89,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, гидрофобный восковый состав – 3,0 %);

гранулит АФ-7 (аммиачная селитра – 89,0 %, ферросилиций – 7,2 %, масло индустриальное – 3,8 %);

гранулит АФ-12 (аммиачная селитра – 85,0 %, ферросилиций – 11,5 %, масло индустриальное – 3,5 %);

гранулит МГ-10 (аммиачная селитра – 87,0 %, металлическое горючее – 10,0 %, нефтепродукт – 3,0 %).

Основные характеристики гранулитов II класса по условиям применения заводского изготовления приведены в табл. 13.6.

Таблица 13.6

Основные характеристики гранулитов II класса заводского изготовления

Показатели	М	АС-4, АС-4В*	АС-8, АС-8В*	АФ-7	АФ-12	МГ-10
Теплота взрыва, кДж/кг	3852	4522	5225	4885	5737	4190
Объем газов, л/кг	980	907	847	873	829	800
Бризантность в стальном кольце), мм	н/д	22-24	24-28	н/д	н/д	20-26
Критический диаметр, мм	80-100	100-120	80-100	150	150	40-60**
Скорость детонации, км/с	2,5-3,8	2,6-3,5	3,0-3,6	3,0-3,5	2,9-3,6	2,5
Насыпная плотность, г/см^3	0,8-0,85	0,8-0,85	0,95	0,9	0,9	0,8-0,9
Кислородный баланс, %	+0,14	+0,41	+0,34	-0,15	-0,39	-2,58

* Водоустойчивое ВВ.

** В стальной трубе.

13.2.2. Патронированные ВВ

К патронированным ВВ II класса по условиям применения относятся следующие взрывчатые вещества:

аммонит 6ЖВ (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 79,0 %, тротил – 21,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36, 45, 90 мм);

аммонал (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –80,5 %, тротил – 15,0 %, алюминиевая пудра – 4,5 %, выпускается в патронах диаметром 32 мм);

аммонал М-10 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –76,0 %, тротил – 14,0 %, алюминиевая пудра – 10,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36 мм);

аммонал скальный № 1 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 66,0 %, тротил – 5,0 %, гексоген – 24,0 %, алюминиевая пудра – 5,0 %, выпускается в патронах диаметром 32, 36, 45 мм);

аммонал скальный № 3 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 72,0 %, тротил – 6,0 %, гексоген – 14,0 %, алюминиевая пудра – 8,0 %, выпускается в патронах диаметром 45, 60, 90 мм);

детонит М (состав: аммиачная селитра водоустойчивая –78,0 %, нитроэфиры – 10,0 %, алюминиевая пудра – 10,7 %, стеарат кальция или цинка – 1,0 %, коллоидный хлопок - 0,3 %, выпускается в патронах диаметром 28, 32, 36 мм).

Основные характеристики патронированных ВВ II класса приведены в табл. 13.7.

Таблица 13.7

Основные характеристики патронированных ВВ

Показатели	Аммонит 6ЖВ	Аммонал	Аммонал М-10	Скальный аммонал № 1 ЖВ	Скальный аммонал № 3 ЖВ	Детонит М
Теплота взрыва, кДж/кг	4312	4940	5662	5409	5700	5786
Объем газов, л/кг	895	845	791	830	820	832
Работоспособность, $см^3$	375	410	425	460	450	450
Бризантность, мм	14	16	16	18	18	18
Критический диаметр, мм	10-13	12-14	8-10	5-7	10	8-10
Скорость детонации, км/с	3,6-4,8	4,0-4,5	3,8-4,8	4,8-5,3 / 6,0-6,5*	4,5-4,7	4,2-5,0
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,0-1,2	0,95-1,15	1,0-1,15	н/д	0,95-1,1	0,95-1,3
Кислородный баланс, %	-0,53	+0,18	-4,82	-0,79	-0,78	+0,18

* В числителе – для порошкообразного ВВ, в знаменателе – для прессованного ВВ.

13.3. Предохранительные ВВ III-VII классов

Предохранительные взрывчатые вещества предназначены для производства взрывных работ в угольных шахтах, опасных по взрыву газа или пыли.

К III классу предохранительных ВВ (см. табл. 11.1) относится **аммонит АП-5ЖВ**, в состав которого входят: аммиачная селитра водоустойчивая – 70,0 %, тротил – 18,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 12,0 %.

К IV классу предохранительных ВВ относятся:

аммонит ПЖВ-20 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 64,0 %, тротил – 16,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 20,0 %);

аммонит Т-19 (состав: аммиачная селитра водоустойчивая – 61,0 %, тротил – 19,0 %, пищевая поваренная соль или технический хлористый калий – 20,0 %).

Предохранительные аммониты выпускаются в патронах диаметром 36 мм.

Основные характеристики предохранительных аммонитов приведены в табл. 13.8.

Угленит Э-6 относится к предохранительным ВВ V класса, в его состав входят следующие компоненты:

нитроэфиры – 14,0 % ;

хлористый калий или хлористый натрий – 7,0 %;
хлористый аммоний – 29,0 % ;
азотно-кислый натрий – 46,3 % ;
стеарат кальция или цинка – 1,0 % ;
коллоидный хлопок – 0,2 % ;
древесная мука – 2,5 % ;
сода кальцинированная (сверх 100 %) – 0,2 %.

Угленит Э-6 является ионообменным ВВ, сенсибилизированным жидкими нитроэфирами. В результате ионообменной реакции между хлористым аммонием и натриевой селитрой при взрыве угленита образуется хлористый натрий в ультрадисперсном состоянии. Кроме ионообменной пары, угленит Э-6 содержит в своем составе небольшое количество хлористого калия в качестве дополнительного пламегасителя. ВВ характеризуется достаточно высокой детонационной способностью, которая обеспечивается значительным содержанием жидких нитроэфиров.

Таблица 13.8

Основные характеристики предохранительных аммонитов

Показатели	АП-5ЖВ	ПЖВ-20	Т-19
Теплота взрыва, кДж/кг	3797	3404	3408
Объем газов, л/кг	787	717	724
Работоспособность, $см^3$	320	265	267
Бризантность, мм	14-17	14-16	15-17
Критическая плотность, $г/см^3$	1,30-1,35	1,30-1,35	1,30-1,35
Скорость детонации, км/с	3,6-4,6	3,5-4,0	3,6-4,3
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,05-1,15	1,05-1,20	1,05-1,20
Кислородный баланс, %	-0,02	+0,32	-2,47

Угленит 12ЦБ, относящийся к предохранительным ВВ VI класса, является селективно-детонирующим ВВ, сенсибилизированным жидкими нитроэфирами. В углените 12ЦБ содержится смесь карбамида и натриевой селитры, которая при взрыве в замкнутой камере реагирует с образованием углекислого газа, воды и азота. Для усиления предохранительных свойств в состав угленита дополнительно вводится небольшое количество хлористого калия.

Ионит – предохранительное ВВ VII класса, представляющее собой типичное ионообменное ВВ, в состав которого входят:
жидкие нитроэфиры – 10 %;
азотнокислый натрий – 54 %;
хлористый аммоний – 33,7 %;
натрийкарбоксиметилцеллюлоза – 1,0 %;
тальк – 0,8 %;
стеарат кальция – 0,5 %;

хлопок коллоидный (сверх 100 %) – 0,14 %;

сода кальцинированная (сверх 100 %) – 0,2 %.

Как и при взрыве угленита Э-6, в результате ионообменной реакции образуется тонкодисперсный хлористый натрий.

Основные характеристики предохранительных ВВ V-VII классов по условиям применения приведены в табл. 13.9.

Таблица 13.9

Основные характеристики предохранительных ВВ V-VII классов

Показатели	Угленит Э-6	Угленит 12ЦБ	Ионит
Теплота взрыва, кДж/кг	2680	2300	1930
Объем газов, л/кг	560	520	580
Работоспособность, $см^3$	130	95	90
Бризантность, мм	7-11	7-9	5-6
Скорость детонации, км/с	2,1-2,5	1,9-2,0	1,6-1,8
Плотность в патроне, $г/см^3$	1,15-1,30	1,20-1,35	1,10-1,30
Кислородный баланс, %	+0,53	0,00	+6,47

Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляются к непредохранительным ВВ, применяемым при скважинной отбойке в подземных условиях?

2. Какие требования предъявляются к непредохранительным ВВ, применяемым при шпуровой отбойке в подземных условиях?

3. Перечислите основные промышленные ВВ II класса заводского изготовления, используемые для взрывания в открытых и подземных условиях. Охарактеризуйте их состав.

4. Перечислите основные промышленные ВВ II класса, изготавливаемые на местах производства взрывных работ. Охарактеризуйте их состав.

5. Какие взрывчатые вещества относятся к предохранительным III-VII классов? Перечислите основные марки и укажите их состав.

Раздел III. МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ

Лекция 14

МЕТОДЫ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ, ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ. РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК: СУЩНОСТЬ МЕТОДА ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ВЫРАБОТОК, ГРУППЫ ШПУРОВ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

14.1. Методы взрывных работ, их преимущества и недостатки

Основные методы взрывных работ, применяемые на горных предприятиях, классифицируются по типу зарядной камеры, предназначенной для размещения зарядов ВВ:

- метод шпуровых зарядов (в качестве зарядной камеры используются шпуры; определение см. в п. 2.1);
- метод скважинных зарядов (в качестве зарядной камеры используются скважины; определение см. в п. 2.1);
- метод камерных зарядов (в качестве зарядной камеры используется подземная выработка – шурф, штольня и др.);
- метод наружных зарядов.

14.1.1. Метод шпуровых зарядов

Метод шпуровых зарядов применяется:

1) *на подземных горных работах:*

- при проведении подземных горных выработок;
- при разработке маломощных крутопадающих жильных месторождений полезных ископаемых;
- при разработке пластовых месторождений (бокситы, уголь, соляные месторождения и др.);
- при разработке особо ценных руд;
- при дроблении негабарита.

2) *на открытых горных работах:*

- на мелких карьерах с высотой уступа 2-3 м;
- при селективной выемке особо ценных сортов руды;
- при добыче штучного камня;
- при производстве строительных работ (проходка канав, траншей, разрушение пород под фундаменты и др.);
- при дроблении негабарита.

Преимуществами метода шпуровых зарядов являются:

- универсальность (возможность применения в любых горно-геологических и горнотехнических условиях);
- высокое качество дробления горной породы;
- минимальные потери полезного ископаемого и разубоживание;
- относительно невысокая нарушенность законтурного массива взрывными работами;
- минимальное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва).

Недостатки метода:

- низкие технико-экономические показатели по сравнению с методом скважинных зарядов;
- повышенная опасность метода (применяются патронированные ВВ с малым критическим диаметром, которые обладают повышенной чувствительностью к внешним воздействиям – удар, трение и др.).

14.1.2. Метод скважинных зарядов

Метод скважинных зарядов применяется:

1) *на открытых горных работах:*

- при взрывных работах на карьерах,
- при производстве строительных работ (проходка траншей, выемок под фундаменты и др.);

2) *на подземных горных работах:*

- при разработке мощных месторождений руд средней ценности и малоценных,
- при проходке подземных горных выработок (восстающие, углубка вертикальных стволов).

Преимуществами метода шпуровых зарядов являются:

- высокие технико-экономические показатели по сравнению с методом шпуровых зарядов;
- относительная безопасность метода (применяются гранулированные и эмульсионные ВВ с большим критическим диаметром, которые обладают низкой чувствительностью к внешним воздействиям).

Недостатки метода:

- невысокое качество дробления горной породы (наличие негабарита);
- большие потери полезного ископаемого и разубоживание;
- относительно высокая нарушенность законтурного массива взрывными работами;
- значительное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва) в связи с тем, что одновременно взрывается большое количество ВВ.

14.1.3. Метод камерных зарядов

Метод камерных зарядов применяется:

- на открытых горных разработках при взрывных работах на верхних уступах карьеров в гористой местности (при невозможности или нецелесообразности размещения буровых станков в условиях неблагоприятного рельефа местности);
- в строительстве (взрывы на выброс и сброс).

Преимуществом метода камерных зарядов является возможность одновременного взрыва большого количества горной массы.

Недостатки метода:

- низкое качество дробления (значительный выход негабарита);
- большой объем подготовительных горнопроходческих работ;
- значительное отрицательное воздействие взрыва на людей и окружающие объекты (разлет кусков, ударная воздушная волна, сейсмическое действие взрыва).

14.1.4. Метод наружных зарядов

Метод наружных зарядов применяется на открытых и подземных работах для дробления негабаритных кусков горной массы.

Кроме того, на подземных горных работах метод используют для ликвидации зависаний при выпуске руды из дучек.

Преимуществом метода по сравнению со шпуровым является его простота (оперативность) – не нужно готовить технику и бурить шпуры для помещения зарядов ВВ.

Недостатками метода являются:

- повышенный расход ВВ на дробление негабарита (в 5-10 раз больше, чем при шпуровом методе);
- увеличенный по сравнению с методом шпуровых зарядов разлет кусков породы (в 1,5 раза).

14.2. Разрушение горных пород при проведении подземных выработок: сущность метода шпуровых зарядов, группы шпуров по назначению

14.2.1. Сущность метода шпуровых зарядов при проведении выработок

При проведении подземных горных выработок применяется метод шпуровых зарядов, сущность которого заключается в том, что в сечении сооружаемой выработки бурят комплект шпуров определенной длины, размещают в них заряды ВВ и взрывают. В результате взрыва забой выработки перемещается на величину уходки (заходки), которая, как правило, несколько меньше длины шпуров.

Шпуры, размещаемые в забое выработки, разделяют на три группы (рис. 14.1).

Врубовые шпуры размещают обычно в центральной части сечения выработки и обуривают по специальным схемам. Врубовые шпуры имеют глубину на 0,2-0,5 м больше, чем остальные шпуры комплекта с соответствующим увеличением массы заряда. Врубовые шпуры взрывают первыми с целью образования врубовой полости – создания дополнительной свободной поверхности для работы последующих шпуров. От результата взрыва врубовых шпуров зависит эффективность работы остальных шпуров (рис. 14.2). Величина удельного расхода ВВ в зоне вруба в 5 – 10 раз превышает величину удельного расхода ВВ по забою в целом.

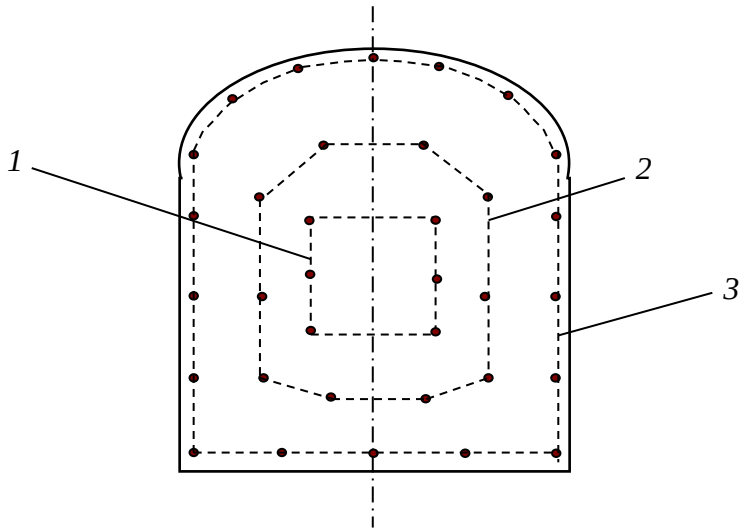


Рис. 14.1. Группы шпуров:
1 – врубовые; *2* – отбойные (вспомогательные); *3* – оконтуривающие

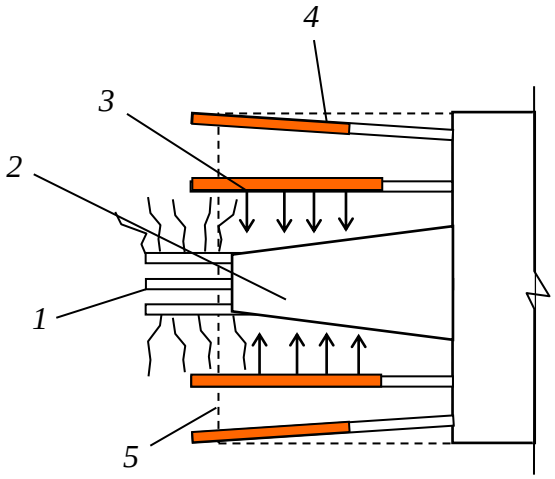


Рис. 14.2. Работа комплекта шпуровых зарядов:
1 – врубовые шпуры (часть, оставшаяся после взрыва); *2* – врубовая полость (образовалась в результате взрыва врубовых шпуров); *3* – отбойные (вспомогательные) шпуры; *4* – оконтуривающие шпуры, *5* – подвигание забоя после взрыва всего комплекта шпуров

Отбойные (вспомогательные) шпуры, работая на боковую свободную поверхность, образованную врубовой полостью, разрушают основной объем породы за взрыв. Отбойные шпуры размещают параллельно или под небольшим углом к поверхности врубовой полости. В выработках малого поперечного сечения отбойные шпуры могут отсутствовать.

Оконтуривающие шпуры взрывают последними с целью получения проектного контура выработки. Устья оконтуривающих шпуров размещают по контуру сооружаемой выработки, отступая от него на расстояние 150 – 250 мм, и бурят под углом 83 - 87° так, чтобы концы шпуров выходили на линию проектного контура при заданной длине уходки (см. рис. 16.2). Наклон оконтуривающих шпуров следует устанавливать экспериментально с расчетом обеспечения минимальных переборов. В слабых и нарушенных породах концы оконтуривающих шпуров могут отстоять от линии контура на 100-150 мм. В каждом углу выработки для получения заданной формы выработки следует размещать оконтуривающий шпур. Расстояние между оконтуривающими шпурами обычно составляет 600-700 мм, изменяясь в зависимости от коэффициента крепости в довольно широких пределах (от 350-400 до 1000-1200 мм).

Величина зарядов ВВ оконтуривающих шпуров принимается равной величине зарядов отбойных шпуров или на 10-20 % меньше. От правильно выбранных параметров заложения шпуров (величина заряда, расстояние между шпурами, расстояние до свободной поверхности) зависит точность оконтуривания выработки и сохранность законтурного массива (рис.14.3).

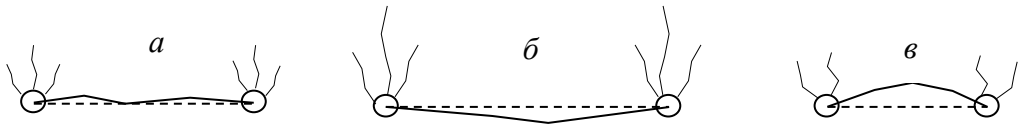


Рис. 14.3. Результат взрыва смежных оконтуривающих шпуров:
а – оптимальное расстояние; *б* – завышенное расстояние; *в* – заниженное расстояние

На сохранность законтурного массива после взрыва влияет расстояние между оконтуривающими шпурами и отбойными шпурами предконтурного ряда. Завышенная величина ЛНС оконтуривающих шпуров приводит к увеличению зоны образования трещин (рис. 14.4).

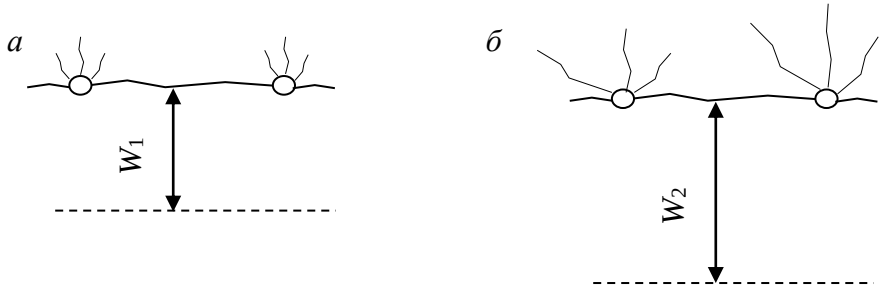


Рис. 14.4. Результат взрыва оконтуривающих шпуров при различной линии наименьшего сопротивления (ЛНС): *а* – оптимальная ЛНС; *б* – завышенная ЛНС

Технология проведения подземных горных выработок предусматривает последовательное выполнение основных и вспомогательных операций проходческого цикла. В состав операций проходческого цикла входят: приведение забоя в безопасное состояние, уборка породы, бурение шпуров, возведение крепи, заряжание и взрывание, наращивание коммуникаций и т. д. Буровзрывной комплекс работ занимает от 30 до 60 % общего времени проходческого цикла в зависимости от горнотехнических условий. После каждого цикла забой выработки перемещается на величину уходки.

Буровзрывные работы при проведении подземных горных выработок выполняют по паспортам БВР, которые составляются для каждой выработки и утверждаются руководителем организации.

Тип бурильной машины выбирается в зависимости от коэффициента крепости горных пород, глубины шпуров и необходимой производительности машины при выполняемом объёме буровых работ. При бурении переносными перфораторами и ручными электросверлами глубина шпуров обычно составляет 1,6-1,8 м, при применении бурильных установок, оснащенных мощными пневматическими и гидравлическими перфораторами, глубина шпуров увеличивается до 3-4 м. Диаметр шпуров обычно составляет 39-46 мм.

В качестве ВВ при проведении выработок не опасных по газу или пыли, применяют непредохранительные ВВ 2 класса. Наиболее широкое распространение получили патронированные ВВ: аммонит № 6ЖВ и аммоналы; в последние годы наметилась тенденция применения на проходческих работах гранулированных ВВ и механизированного заряжания шпуров. Инициирование зарядов ВВ производится с применением систем неэлектрического взрывания или электродетонаторов.

Огневое и электроогневое взрывание зарядов **запрещается** применять в угольных и сланцевых шахтах, в рудниках, опасных по газу или пыли, а огневое – во всех подземных горных выработках, включая шахты и рудники, не опасные по газу или пыли.

В выработках, в которых имеются выделения горючих газов или взрывчатой пыли, применяют предохранительные патронированные ВВ 3-7 классов.

Конструкция шпуровых зарядов предусматривает возможность применения прямого и обратного инициирования (рис. 14.5).

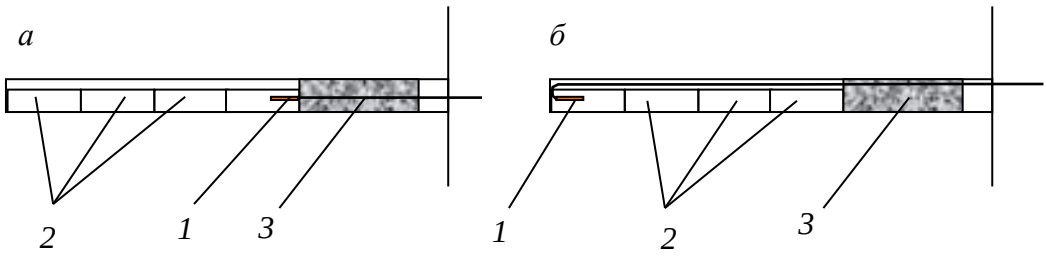


Рис. 14.5. Конструкции шпуровых зарядов:
1 – патрон-боевик; *2* – патроны ВВ; *3* - забойка
а – прямое инициирование; *б* – обратное инициирование

При прямом инициировании патрон-боевик располагают первым от устья шпура. При этом электродетонатор (капсюль-детонатор) необходимо помещать в ближайшей к устью торцовой части патрона-боевика так, чтобы дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено ко дну шпура.

При заряжании без применения средств механизации допускается обратное инициирование, когда патрон-боевик располагают первым от дна шпура. В этом случае дно гильзы электродетонатора (капсюля-детонатора) было направлено к устью шпура. В угольных и сланцевых шахтах такое расположение в шпуре патрона-боевика с электродетонатором допускается только при отсутствии газовыделения и взрывчатой пыли, а также при наличии электродетонаторов с длиной проводов, превышающей глубину шпуров не менее 0,6 м.

Перед заряжанием шпуры должны быть очищены от буровой мелочи. При ручном заряжании досылка патронов в шпуры и уплотнение ВВ в зарядах производится забойниками, которые изготавливаются только из материалов, не дающих искр. Длина забойника должна быть больше длины шпура.

Запрещается пробивать застрявший патрон-боевик. Если извлечь застрявший боевик не представляется возможным, заряжание шпура следует прекратить; боевик взорвать вместе с другими зарядами.

Если во время заряжания часть заряда будет пересыпана, шпур необходимо дозарядить и взорвать вместе с другими зарядами.

При механизированном заряжании разрешается применять зарядно-транспортное оборудование и взрывчатые вещества, допущенные для этой цели в установленном порядке. Для заряжания шпуров применяют пневмозарядные устройства эжекторного или порционного действия, работающие с помощью сжатого воздуха под давлением 0,5 МПа. При пневмозаряжании алюмо- и тротилосодержащими рассыпными гранулированными взрывчатыми веществами необходимо добавлять во взрывчатые вещества воду или смачивающие растворы в количестве 3-5 % от веса ВВ для предотвращения электризации и пылеобразования. При механизированном заряжании применяют граммонит 79/21, гранулит АС-4, гранулит АС-8, гранулит-игданит. При невмозаряжании увеличивается плотность заряжания ВВ и вместимость шпура и, соответственно, уменьшается количество шпуров по сравнению с вариантом, предусматривающим применение патронированных ВВ.

В горизонтальных и наклонных выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, забойка горизонтальных шпуров, как правило, не применяется.

На шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, взрывание зарядов без забойки **запрещается**.

В выработках, опасных по газу или пыли, при взрывании по углю и по породе величина забойки должна быть не менее 0,5 м при глубине шпуров более 1 м и не менее половины глубины шпура при глубине шпуров 0,6 – 1,0 м.

В качестве забойки применяются глина, смесь глины с песком, гидрозабойка в шпурах в сочетании с запирающей забойкой из глины или из смеси глины с песком или иные материалы, допущенные Ростехнадзором

России. **Запрещается** применение забойки из кусковатых и горючих материалов. Заполнять шпуры забоечным материалом следует осторожно. При этом электрический провод, детонирующий шнур и волноводы должны иметь слабину.

При взрывании шпуровых зарядов в забое количество серий следует принимать максимальным с целью исключения повышенного разброса породы и обеспечения компактного навала породы, снижения действия воздушных и сейсмических волн.

Контрольные вопросы

1. По какому признаку и на какие виды подразделяются методы взрывных работ?
2. Охарактеризуйте метод шпуровых зарядов, область применения.
3. Охарактеризуйте метод шпуровых зарядов, преимущества и недостатки.
4. Охарактеризуйте метод скважинных зарядов, область применения.
5. Охарактеризуйте метод скважинных зарядов, преимущества и недостатки.
6. Охарактеризуйте метод камерных зарядов, преимущества, недостатки и область применения.
7. Охарактеризуйте метод наружных зарядов, преимущества, недостатки и область применения.
8. Для чего предназначены группы шпуров при проведении подземных горных выработок.
9. Что такое прямое и обратное инициирование шпуровых зарядов?

Лекция 15

КЛАССИФИКАЦИЯ ВРУБОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК. КОНСТРУКЦИИ ВРУБОВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

15.1. Классификация врубов при проведении подземных выработок

Врубовые шпуры взрывают первыми, они работают в наиболее трудных условиях – при одной обнаженной поверхности. От глубины и размеров образованной при взрыве врубовых шпуров полости зависит величина уходки всего комплекта шпуров.

Все врубы можно разделить на три основные группы: наклонные, прямые и комбинированные (рис. 15.1).

Наклонные врубы образуют шпуры, пробуренные наклонно к плоскости забоя выработки. Принцип работы наклонного шпура показан на рис.15.2.

Угол наклона шпуров к плоскости забоя α зависит от крепости пород и составляет обычно 55 - 75°, уменьшаясь с увеличением коэффициента крепости пород. Общим достоинством наклонных врубов является простота разметки шпуров и обуривания забоя, а также уменьшение объема буро-

вых работ по сравнению с прямыми врубами. Основной недостаток – длина шпуров ограничивается размерами выработки.

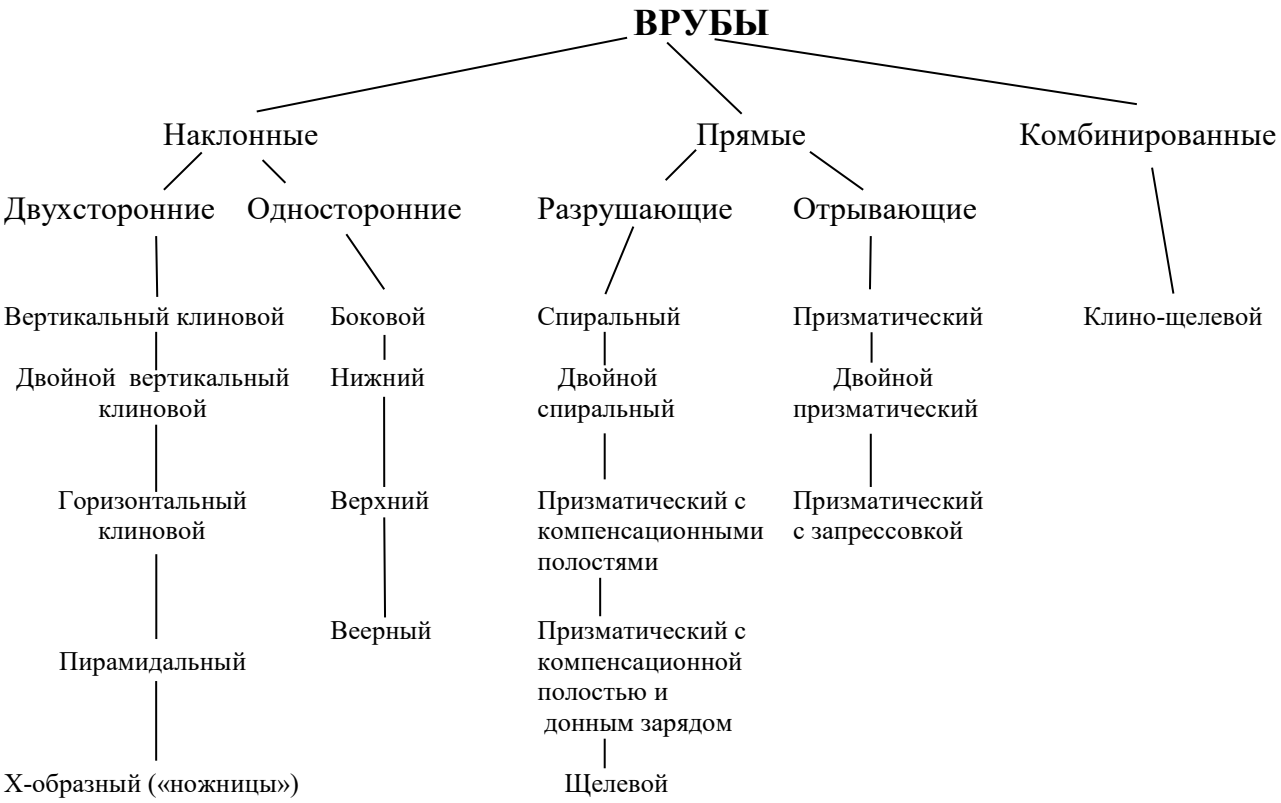


Рис. 15.1. Основные группы и типы врубов

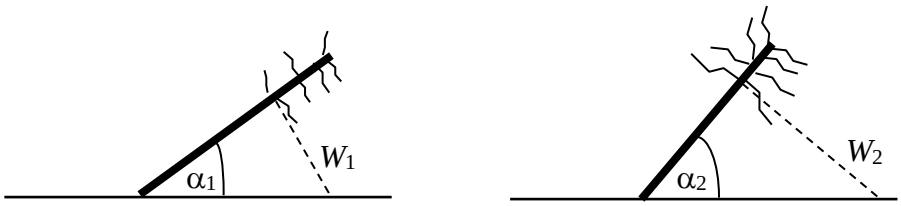


Рис.15.2. Схема работы шпура наклонного вруба

Конструкции двухсторонних наклонных врубов представлены на рис. 15.3. Комплект врубовых шпуров в зависимости от прочностных свойств взрываемых пород и характера залегания может включать от одной до трех-четырех и более пар шпуров. Наибольшее распространение при проведении горизонтальных капитальных и подготовительных выработок с применением переносных перфораторов и буровых кареток получил вертикальный клиновой вруб (*а*), доля которого на многих рудниках составляет до 70-90 %. Пары смежных шпуровых зарядов инициируют одновременно. Глубина комплекта шпуров в выработках сечением 10-15 м^2 обычно не превышает 1,5-1,8 м, так как ширина выработок не позволяет выдерживать требуемый угол наклона врубовых шпуров к плоскости забоя.

В выработках большого поперечного сечения с целью увеличения длины уходки может применяться двойной клиновой вруб, что позволяет полнее использовать возможности современной буровой техники.

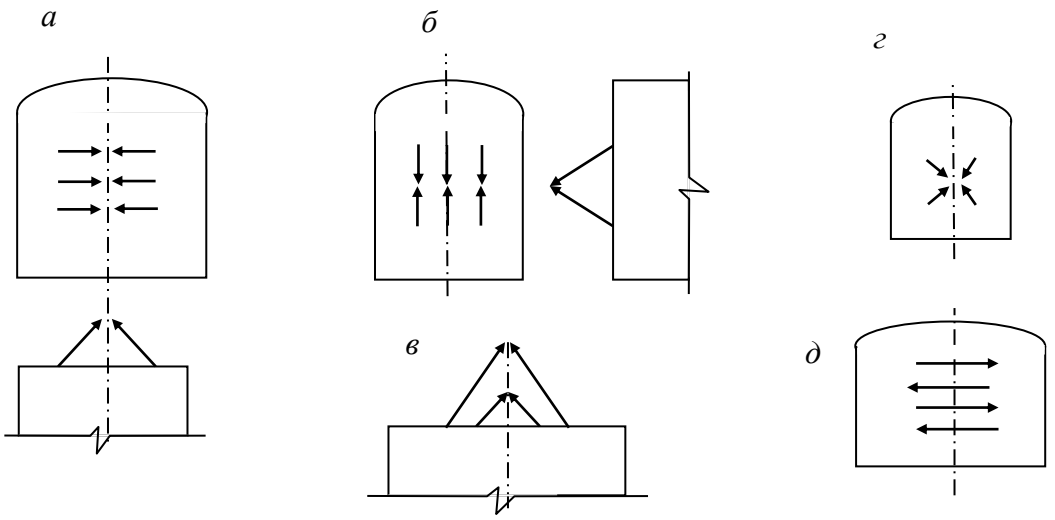


Рис. 15.3. Конструкции двухсторонних наклонных врубов:
а – вертикальный клиновой; *б* – горизонтальный клиновой; *в* – двойной вертикальный клиновой; *г* – пирамидальный; *д* - Х- образный («ножницы»)

В выработках относительно большой высоты и малой ширины может применяться горизонтальный клиновой вруб (*б*). При проведении выработок малого поперечного сечения (менее 4 м^2) в крепких породах рационально применение пирамидального вруба. В подготовительных и очистных выработках (4-6 м^2) при применении бурильных установок на распорных колонках может использоваться вруб «ножницы» (*д*), а также различные конструкции односторонних врубов (рис. 15.4). Боковые врубы наиболее эффективно использовать при наличии кливажа главным образом в нижней части забоев.

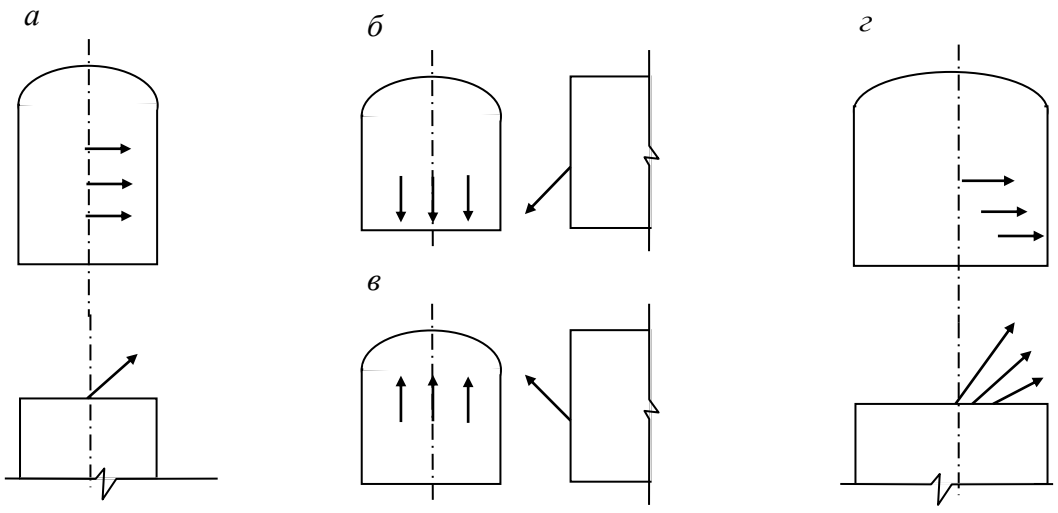


Рис. 15.4. Конструкции односторонних наклонных врубов:
а – боковой; *б* – нижний; *в* – верхний; *г* – веерный

Прямые врубы образуют шпуры, пробуренные параллельно друг другу и перпендикулярно поверхности забоя выработки. По принципу работы зарядов ВВ прямые врубы можно разделить на две группы.

В ***разрушающих прямых врубах*** заряды ВВ работают в направлении предварительно созданной буровой полости (шпура, скважины или группы скважин). По мере работы зарядов ВВ врубовая полость последовательно расширяется до необходимых размеров (≈ 1 м^2). Рассмотрим несколько наиболее распространенных конструкций прямых врубов, работающих по принципу последовательного расширения незаряжаемой буровой полости (рис. 15.5).

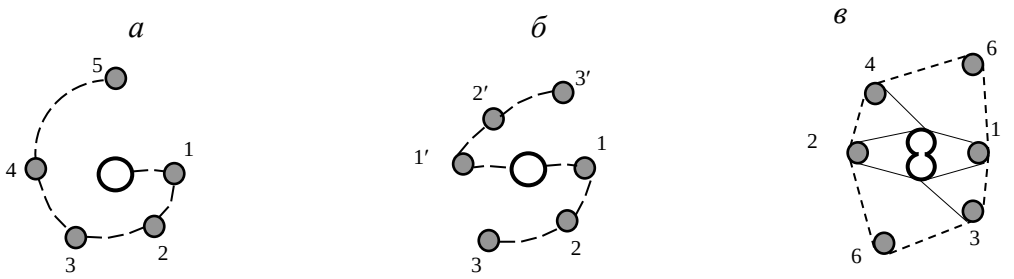


Рис. 15.5. Конструкции прямых врубов:
а – спиральный; *б* – двойной спиральный; *в* – «Коромант»

В спиральном врубе заряжаемые врубовые шпуры взрывают последовательно с интервалами времени, обеспечивающими разрушение породных перемычек между полостью и зарядами и выбрасывание разрушенной породы из врубовой полости. Диаметр незаряжаемой центральной полости должен приниматься не менее 1,5 диаметров заряжаемых шпуров. Это необходимо для предотвращения «запрессовки» вновь образованной полости разрушенной породой, которая может уплотнятся в ней до плотности, близкой к плотности нетронутого массива горных пород.

Первый заряжаемый шпур в зависимости от горнотехнических условий располагается на расстоянии 100-150 мм от первоначальной полости. При взрыве первого шпура в результате разрушения породной перемычки должна образоваться полость увеличенных размеров, на которую затем взрывают заряд второго врубового шпура, располагаемого на расстоянии ориентировочно 0,7-0,8 ширины образованной полости. Этот же принцип закладывают при расположении последующих врубовых шпуров. Зависимость предельного пробивного расстояния шпурового заряда от ширины полости, на которую работает заряд, показана на рис. 15.6.

Врубовые шпуры следует располагать на расстоянии несколько меньшем предельного пробивного для компенсации неточности при бурении. Следует также избегать чрезмерной концентрации энергии особенно во врубовых шпурах, взрываемых первыми, так как это может привести к запрессовке врубовой полости разрушенной породой.

Если последовательно взрываемые во врубе шпуры соединить плавной линией, то получается спираль. Количество шпуров во врубе в зависи-

мости от свойств взрываемых пород обычно изменяется от 5 до 9. Если при взрыве одного из шпуров не произойдет образование новой полости увеличенных размеров, то последующие врубовые шпуры будут работать на плоскость забоя («простреляют»). В наиболее сложных условиях (минимальная величина пробивного расстояния) работает первый врубовый заряд. Величина отклонения при бурении параллельных шпуров даже при использовании современного бурового оборудования составляет 20 – 40 мм на метр шпура. Поэтому для получения удовлетворительных результатов требуется высокая точность разметки шпуров и обуривания вруба, особенно первых врубовых шпуров.

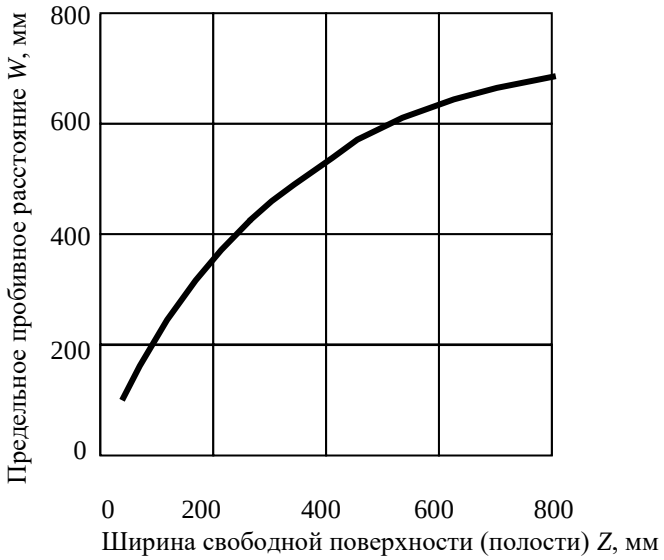


Рис. 15.6. Зависимость предельного пробивного расстояния шпурового заряда от ширины полости

Двойной спиральный вруб предполагает дублирование взрываемых врубовых шпуров и таким образом обеспечивается повышение надежности работы вруба.

Во врубе «Коромант» помимо дублирования в качестве незаряжаемой полости используют две продольно-сопряженные скважины (шпура), что обеспечивает увеличение ширины первоначальной полости, увеличение пробивного расстояние для первого заряжаемого шпура и, следовательно, повышение надежности работы вруба. Бурение продольно-сопряженных полостей производится с использованием специального устройства – «кондуктора». Другой вариант вруба предусматривает расположение двух параллельных скважин на минимальном расстоянии друг от друга (≈ 50 мм).

Несколько иной подход реализован в конструкциях прямых призматических врубов с компенсационными полостями (рис. 15.7).

Идея заключается в том, чтобы зону врубовой полости насытить необходимым компенсационным объемом, образованным компенсационными скважинами, рядом с которыми в пределах пробивных расстояний располагают заряжаемые врубовые шпуры. Здесь также используется принцип дуб-

лирования с целью компенсации неточности при бурении. Диаметр и количество компенсационных скважин изменяются, соответственно, с 42 до 105 мм и от одной до трех по мере увеличения глубины шпуров с 2 до 5 м.

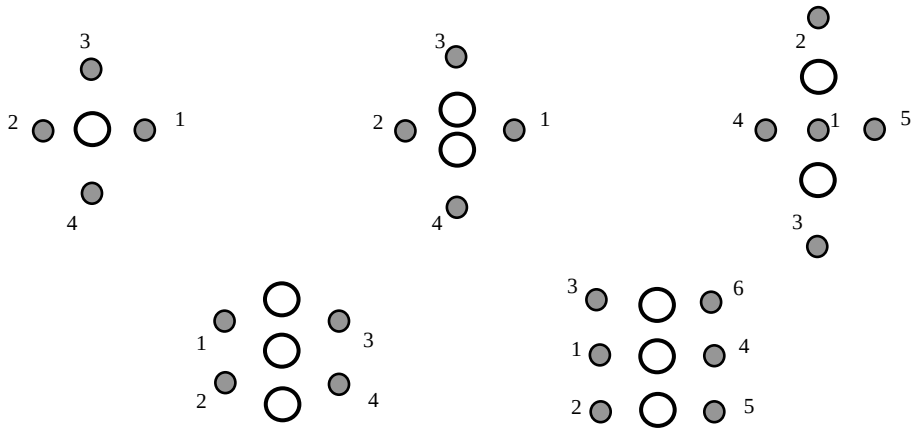


Рис. 15.7. Конструкции прямых призматических врубов

Еще одним вариантом повышения эффективности прямых разрушающих врубов являются конструкции с применением донных зарядов, обеспечивающих очистку врубовой полости на первом этапе ее образования. Принципиальная схема такого вруба показана на рис. 15.8.

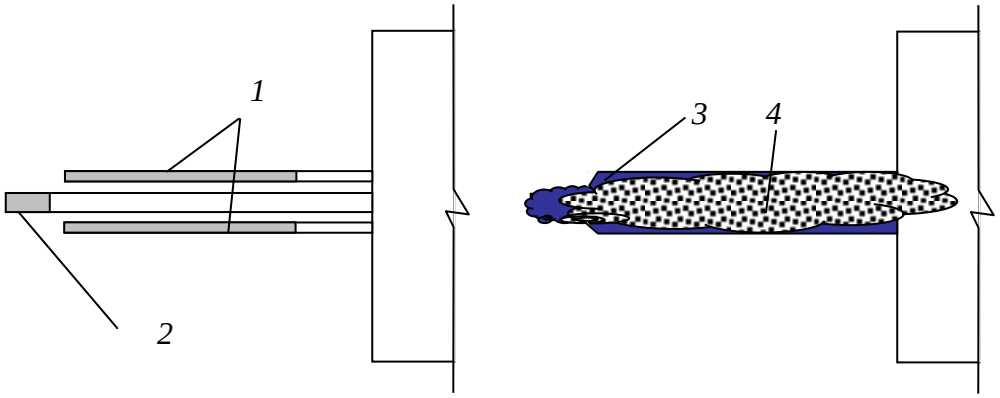


Рис. 15.8. Схема прямого вруба с донным зарядом:
1 – заряд врубовых шпуров; *2* – донный заряд; *3* – врубовая полость;
4 – разрушенная порода

Донный заряд величиной до 1 кг размещается в перебуре (глубиной до 0,5 м) компенсационной полости и взрывается в наиболее благоприятный момент, когда разрушенная порода при взрыве первых врубовых шпуров еще находится внутри врубовй полости во взвешенном состоянии. Применение донных зарядов целесообразно в трудновзрываемых породах и в глубоких врубах.

На ряде горных предприятий нашли применение прямые щелевые врубы различных конструкций (рис. 15.9). Основным элементом такого вруба является вертикальная или горизонтальная щель, образованная при взрыве врубовых шпуров, которые работают на смежные «холостые» шпуры и взрываются одновременно.

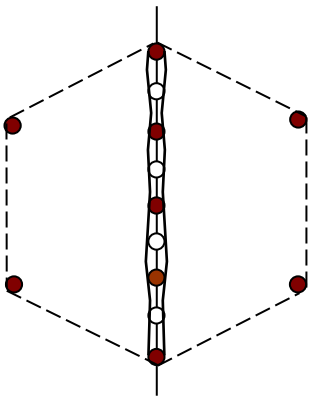


Рис. 15.9. Вертикальный щелевой вруб

Во вторую очередь последовательно взрывают на образованную свободную поверхность боковые врубовые шпуры для образования врубовой полости необходимых размеров. К недостаткам такой конструкции относят увеличение интенсивности ударных воздушных волн и дальности разлета породы в результате взрыва зарядов во врубовых шпурах.

В ***отрывающих прямых врубах*** заряды ВВ работают в направлении поверхности забоя выработки. В конструкциях таких врубов используют принцип воронкообразования (рис. 15.10).

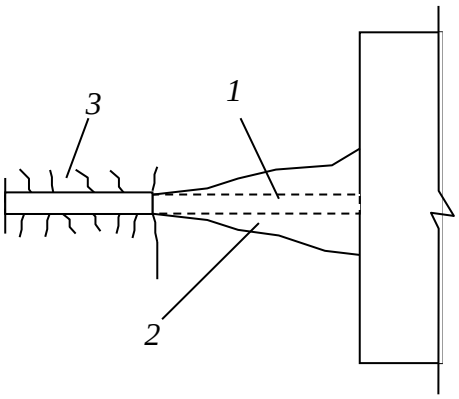


Рис. 15.10. Схема воронкообразования:
1 – заряжаемый шпур (скважина); *2* – воронка взрыва; *3* – зона камуфлета

Известно, что при взрыве цилиндрического заряда, расположенного перпендикулярно свободной поверхности, образуется воронка в форме конуса. Причем глубина воронки зависит прежде всего от диаметра заряда и независимо от длины заряда ВВ глубина воронки при взрывании в крепких скальных массивах не превышает 10-12 диаметров заряда. Таким образом, увеличение длины образованной при взрыве врубовой полости может

быть обеспечено либо за счет применения полости увеличенного диаметра (скважины), либо за счет применения комплекта сближенных шпуров, взрываемых одновременно.

Такой принцип реализован в конструкциях прямых отрывающих врубов (рис. 15.11).

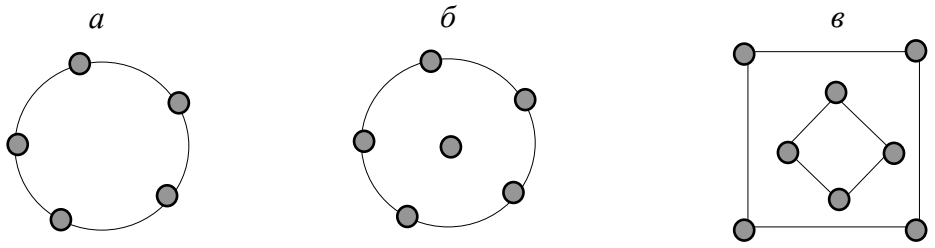


Рис. 15.11. Конструкции прямых отрывающих врубов:
а – призматический; *б* – призматический с центральным заряжаемым шпуром;
в – двойной призматический

Первые две конструкции отрывающих врубов (рис. 15.11, *а*, *б*) применяют при глубине шпуров до 2 м. Количество шпуров изменяется от 4 до 6. Врубовые шпуры обычно взрывают одновременно. Для повышения эффекта работы шпуры заряжают с максимальной плотностью и применением забойки.

При увеличенной длине заходки применяют двойной призматический вруб. Первыми взрывают шпуры, образующие внутреннюю призму. Длина этих шпуров составляет 50-70 % от длины шпуров во внешней призме. Такие врубы получили название шагающих.

На рис. 15.12 представлена еще одна конструкция отрывающих врубов – прямой призматический вруб с запрессовкой.

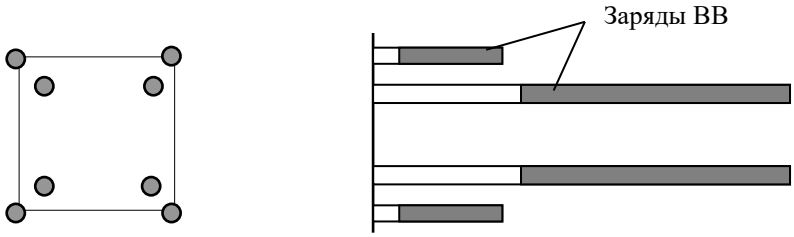


Рис. 15.12. Прямой призматический вруб с запрессовкой

Первыми взрывают заряды в коротких шпурах с целью создания плотной запрессовки устьев основных шпуров разрушенной и уплотненной породой. В результате эффективность работы основных (длинных) шпуров вруба, работающих в условиях полного зажима, увеличивается.

Прямые врубы используют главным образом при проведении горизонтальных выработок относительно небольших площадей сечений (до 10 м^2), а также при применении заходок длиной до 3-4 м и более. В качестве недостатков прямых врубов следует отметить увеличение количества врубовых шпуров и удельного расхода ВВ, высокие требования к точности обуривания вруба.

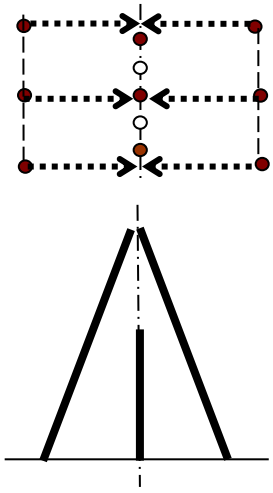


Рис.15.13. Клино-щелевой вруб

В качестве комбинированного вруба наиболее широкое распространение получил клино-щелевой вруб, один из вариантов конструкции которого показан на рис. 15.13. Вертикальная щель, которая образуется при взрыве прямых шпуров, создавая дополнительную свободную поверхность позволяет увеличить угол наклона шпуров к плоскости забоя, а значит увеличить и длину заходки.

Контрольные вопросы

1. Опишите классификацию врубов при проведении подземных горных выработок.
2. Охарактеризуйте наклонные врубы, их конструкции, принцип работы, область применения, преимущества и недостатки.
3. Охарактеризуйте прямые врубы, принцип работы, область применения, преимущества и недостатки.
4. Опишите конструкции прямых врубов.

Лекция 16

ПОКАЗАТЕЛИ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ. ПРИНЦИПЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ. ПАСПОРТ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ

16.1. Показатели буровзрывных работ

При проведении горных выработок буровзрывным способом необходимо обеспечить заданные размеры и форму поперечного сечения выработки, точное оконтуривание её профиля, максимальное подвигание забоя за взрыв, качественное дробление породы и сосредоточенное размещение её в забое.

Эффективность буровзрывных работ при проведении подземных горных выработок оценивают рядом показателей.

Коэффициент использования шпуров (К.И.Ш. - η) является нормируемым показателем, который закладывается при составлении каждого паспорта БВР, и позволяет оценить его эффективность (рис.16.1):

$$\eta = \frac{l_{\text{ух}}}{l_{\text{шп}}}, \qquad (16.1)$$

где $l_{\text{ух}}$ – длина уходки или величина подвигания забоя выработки за взрыв;

$l_{\text{шп}}$ – длина отбойных (вспомогательных) шпуров.

Нормируемая величина К.И.Ш. зависит от крепости массива горных пород и устанавливается равной 0,95–0,9 для пород ниже средней крепости и 0,85–0,8 для пород средней крепости и крепких. Если при проведении выработки фактическая величина меньше нормативной, то следует ввести необходимые коррективы в паспорт БВР, например, изменить вруб или тип ВВ, увеличить количество шпуров, уменьшить длину шпуров и т. п.

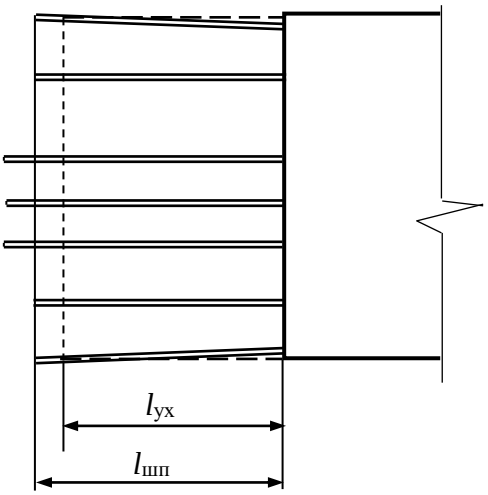


Рис. 16.1. Схема к определению коэффициента использования шпуров

Коэффициент излишка сечения (рис.16.2) характеризует качество оконтуривания горной выработки и определяется по формуле

$$\text{К.И.С.} = \frac{S_{\text{ïð}}}{S_{\text{â÷}}}, \qquad (16.2)$$

где $S_{\text{пр}}$ – площадь поперечного сечения выработки в проходке;

$S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения выработки вчерне.

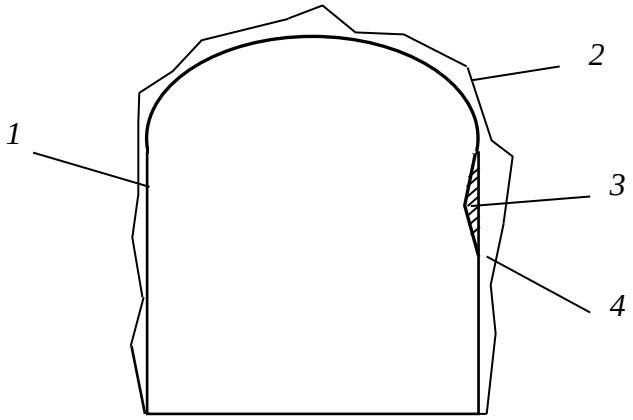


Рис. 16.2. Схема к определению коэффициента излишка сечения:
1 – контур выработки вчерне; *2* – контур выработки в проходке;
3 – недоборы сечения; *4* – переборы сечения

Увеличение проектных размеров горных выработок в процессе их проходки не должно превышать величин, установленных требованиями СНиП (табл. 16.1).

Таблица 16.1

Допустимое увеличение поперечного сечения горных выработок

Поперечное сечение горных выработок вчерне (по проекту), м^2	Допустимое увеличение поперечного сечения горных выработок, %, при категории (коэффициенте крепости по Протодьяконову) горных пород		
	II-IV (1-1,5)	V-VIII (2-9)	IX-XI (10-20)
Стволы шахт			
До 20	4	7	10
От 20 до 40	3	5	8
Более 40	2	3	5
Горизонтальные, наклонные и вертикальные выработки			
До 8	5	10	
От 8 до 15	4		
Более 15	3		

Сверхнормативные переборы сечений не учитываются при составлении сметы и не оплачиваются заказчиком. На практике при проходке горизонтальных выработок с применением БВР в скальных породах величина КИС составляет 1,15–1,2 при нормативе 1,08–1,1.

Фактический удельный расход ВВ при проведении подземных выработок составляет 1-4 кг/м^3 в зависимости от крепости горных пород и размеров сечения выработок и определяется по формуле

$$q_ð = \frac{Q_ô}{S_{ïð}\, l_{øï}\, \eta} \qquad (16.3)$$

где $Q_ф$ – фактический расход ВВ на цикл.

Увеличение фактического удельного расхода ВВ по сравнению с нормативами, установленными местными или корпоративными нормами, также свидетельствует о необходимости корректировке паспорта БВР.

К числу других требований к буровзрывным работам при проходке подземных горных выработок относят: минимальное нарушение законтурного массива, крепи и коммуникаций, компактный навал породы в забое (горизонтальные выработки), минимальный расход бурения, высокие показатели производительности и безопасности выполнения работ.

Проведение подземных горных выработок осуществляется с применением метода шпуровых зарядов по паспортам буровзрывных работ (БВР). Паспорт составляется для каждого забоя выработки на основании расчетов.

16.2. Принципы расчета параметров буровзрывных работ

Расчёт, необходимый для составления паспорта, сводится к выбору и определению основных параметров буровзрывных работ для проведения выработки. К основным параметрам относят: тип ВВ и СИ, диаметр и глубину шпуров, тип врубa, удельный заряд ВВ, количество шпуров и конструкции зарядов, расход взрывчатых материалов и т. д.

При расчете параметров буровзрывных работ при проведении подземных выработок исходят из принципа:

$$Q = qV\,, \tag{16.4}$$

где Q – расход ВВ на взрыв;

q – удельный расход ВВ, кг/м^3;

V – объем разрушенной горной породы в целике за взрыв.

Расчет параметров БВР при проведении горных выработок выполняется в следующем порядке:

1. *Определяется тип ВМ (ВВ и СИ)* в зависимости от условий проведения горной выработки, прочности массива горных пород и его обводненности. При выборе ВМ прежде всего следует руководствоваться требованиями Единых правил безопасности при взрывных работах (ЕПБ), регламентирующих их применение, и использовать патронированные, россыпные, водонаполненные и другие типы взрывчатых веществ, допущенные к применению в установленном порядке. В качестве средств инициирования применяют системы неэлектрического взрывания и электродетонаторы непредохранительного и предохранительного действия.

2. *Выбирается диаметр шпуров*. Диаметр буровой коронки (резца) должен быть больше диаметра патрона ВВ на 5 – 6 мм. При проведении горизонтальных выработок диаметр шпуров обычно составляет 39 – 46 мм. При применении пневмозаряжания диаметр шпуров может быть увеличен

до 50 – 60 мм. Диаметр оконтуривающих шпуров при наличии соответствующего оборудования может быть уменьшен до 28 – 32 мм. При проходке шахтных стволов диаметр шпуров обычно составляет 52 мм.

3. *Принимается глубина шпуров и тип вруба*. Глубина шпуров зависит от возможностей бурового оборудования, типа вруба, организации горнопроходческих работ. При применении вертикального клинового вруба глубина шпуров в зависимости от крепости пород не превышает (0,35– 0,5) ширины выработки. Прямые врубы позволяют полностью использовать возможности бурового оборудования (длина шпуров от 2 до 5 м). Увеличение глубины шпуров сопровождается возрастанием количества шпуров во врубе и требует высокой точности бурения. По технико-экономическим соображениям, особенно при применении мощной буровой техники, следует принимать глубину шпуров максимальной при отсутствии организационных ограничений, так как в этом случае уменьшается доля непроизводительных подготовительно-заключительных операций проходческого цикла. На практике с целью организации проветривания и безопасности работ взрывные работы в подземных условиях во всех забоях выполняют в конце рабочей смены. Тогда длину шпуров в каждом забое рассчитывают так, чтобы продолжительность проходческого цикла была кратна продолжительности рабочей смены. В относительно слабых породах длина шпуров может ограничиваться исходя из условий поддержания выработки.

4. *Удельный расход ВВ* следует определять по СНиП, ведомственным и местным нормативам или по эмпирическим формулам, например:

$$q = \frac{0{,}1 f f_1 \nu}{e}, \qquad (16.5)$$

где q – удельный расход ВВ, кг/м^3;

f – коэффициент крепости по М.М. Протодьяконову;

f_1 – коэффициент структуры породы (0,8–2);

ν – коэффициент зажима породы, зависящий от площади поперечного сечения выработки и количества обнажённых поверхностей;

e – коэффициент взрывной эффективности заряда ВВ.

Коэффициент относительной эффективности заряда ВВ определяется из выражения

$$e = \frac{Q_{\text{èä}}\rho}{Q_{\text{èä .ý.}}\rho_{\text{ý}}}, \qquad (16.6)$$

где $Q_{\text{ид}}$, $Q_{\text{ид.э}}$ – идеальная работа взрыва принятого и эталонного ВВ, кДж/кг;

ρ, $\rho_э$- плотность заряда принятого и эталонного ВВ, кг/м^3.

В качестве эталонного ВВ принят аммонит № 6ЖВ.

Коэффициент зажима породы при одной обнаженной поверхности в забоях горизонтальных и наклонных выработок определяется из выражения

$$\nu = \frac{6{,}5}{\sqrt{S_{\text{вч}}}} \qquad (16.7)$$

где $S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения вчерне, м^2.

При двух обнаженных поверхностях коэффициент зажима принимается в пределах $v = 1{,}1 \div 1{,}4$ (меньшие значения – для больших сечений выработок.

5. *Количество шпуров на забой* определяют по формуле проф. Н.М. Покровского (16.8) или формуле СНиП (16.10)

$$N = \frac{qS_{\text{вч}}}{\gamma}, \qquad (16.8)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м^3;

$S_{\text{вч}}$ – площадь поперечного сечения выработки вчерне, м^2;

γ – весовое количество ВВ (вместимость), приходящееся на 1 м шпура, кг/м.

$$\gamma = \frac{3{,}14 d^2 \rho \alpha}{4}, \qquad (16.9)$$

где d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), м;

ρ – плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

α – коэффициент заполнения шпуров.

$$N = 12{,}7 \frac{qS}{\gamma d^2 \rho}, \qquad (16.10)$$

где q – удельный заряд ВВ, кг/м^3;

S – площадь сечения выработки вчерне, м^2;

d – диаметр заряда (патрона ВВ или шпура), см;

ρ – плотность ВВ в заряде, г/см^3;

γ – коэффициент заполнения шпуров ВВ.

При ручном заряжании без уплотнения ВВ в шпуре используется параметр «диаметр патрона», а параметр «диаметр шпура» – при уплотнении патронов вручную с разрезанием оболочки или при механизированном заряжании.

При разрезании оболочки патронов плотность ВВ в шпуре принимается равной 0,9 от плотности ВВ в патроне. При механизированном заряжании шпуров гранулированными ВВ плотность ВВ в шпуре составляет 1150–1200 кг/м^3 (1,15–1,2 г/см^3).

Коэффициент заполнения шпуров в выработках шахт, не опасных по взрыву газа или пыли, проходимых в крепких породах, принимается максимальным (0,7–0,9).

В выработках шахт, опасных по газу или пыли и в породах с f = 2– 8 коэффициент заполнения принимается 0,35–0,55; в более крепких породах – 0,5–0,6. При этом при ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по взрыву или газу, величина забойки должна быть не менее 0,5 м.

Во всех случаях с увеличением длины шпуров коэффициент заполнения шпуров увеличивается.

При применении прямых врубов количество шпуров определяется по формуле

$$N = N_{âð} + \frac{q\left(S_{â÷} - S_{âð}\right)}{\gamma}, \qquad (16.11)$$

где $N_{вр}$ – количество врубовых шпуров (определяется построением);

$S_{вр}$ – площадь поперечного сечения прямого вруба, м^2.

При контурном взрывании число оконтуривающих шпуров необходимо увеличивать. При этом параметры зарядов в оконтуривающих шпурах (удельный заряд, расстояние между шпурами и др.) рассчитываются по специальным методикам.

Полученное по формулам (16.4), (16.6), (16.7) количество шпуров является ориентировочным и может быть изменено при необходимости на 10-15 %. Окончательно число шпуров принимается после вычерчивания схемы расположения шпуров в сечении выработки (рекомендуемый масштаб М 1:50-1:20).

При вычерчивании схемы расположения шпуров среднее расстояние между рядами вспомогательных шпуров, между вспомогательными и оконтуривающими и между шпурами в рядах должно быть примерно одинаковым по справочным данным или по эмпирическим формулам. В крепких скальных породах эти расстояния составляют 450–700 мм.

6. *Количество ВВ (кг) на цикл*:

$$Q = qS_{â÷}l_{øï} \ , \qquad (16.12)$$

7. *Средняя величина заряда (кг) на один шпур*:

$$q_{ñð}^{'} = \frac{Q}{N} \ . \qquad (16.13)$$

При распределении ВВ по шпурам величину заряда во врубовые шпуры следует принимать на 10-20 % больше средней величины $q_{ñð}^{'}$, кг:

$$q_{ñð}^{*} = (1{,}1 - 1{,}2)q_{ñð}^{'} \qquad (16.14)$$

В оконтуривающие шпуры, кроме почвенных, при любых типах врубов величину заряда следует уменьшать на 10-20 % по сравнению со средней величиной $q'_{\text{ñð}}$, кг:

$$q^*_{\text{îê}} = (0{,}8 - 0{,}9) q'_{\text{ñð}} \ . \qquad (16.15)$$

Обычно в практике взрывных работ величина заряда во вспомогательных шпурах принимается равной величине заряда в оконтуривающих шпурах и соответствует $q'_{\text{ñð}}$:

$$q^*_{\text{âñï}} = q^*_{\text{îê}} = q'_{\text{ñð}}. \qquad (16.16)$$

Полученные величины зарядов во врубовых, вспомогательных и оконтуривающих шпурах при ручном заряжании принимают кратными массе патронов ВВ.

При механизированном заряжании заряд ВВ в шпуре состоит из патрона-боевика (0,2 или 0,25 кг) и собственно заряда гранулированного ВВ, масса которого принимается кратной 0,1 кг.

После определения величин зарядов ВВ в шпурах каждой группы следует проверить возможность размещения их в шпурах, учитывая длину и массу патронов, а также линейную плотность заряжания при применении гранулированных ВВ.

8. *Фактический расход ВВ (кг) на цикл*:

$$Q_{\text{ô}} = \sum q^*_{\text{âð}} + \sum q^*_{\text{âñï}} + \sum q^*_{\text{îê}} \ . \qquad (16.17)$$

Далее определяются удельные показатели (фактический удельный расход ВВ, удельный расход СИ, удельный расход бурения на 1 м^3 отбитой горной массы в целике, на 1 погонный метр выработки), характеризующие эффективность БВР.

16.3. Паспорт буровзрывных работ

На основании выполненных расчетов составляется паспорт буровзрывных работ, который включает в себя: характеристику выработки; характеристику пород; схему расположения шпуров в трёх проекциях; наименования ВМ; способ взрывания; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов, последовательности и количестве приёмов взрывания зарядов, материале забойки и её длине, длинах зажигательных и контрольных трубок (контрольного отрезка), длинах ударно-волновых трубок систем неэлектрического взрывания; схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины

(сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоя, а также основные показатели БВР (табл. 16.2)

Таблица 16.2

Основные показатели буровзрывных работ

№ п/п	Показатели	Единица измерения	Количество
1	Коэффициент использования шпуров	-	
2	Подвигиние забоя за взрыв	-	
3	Объём горной массы за взрыв	$м^3$	
4	Количество шпуров на цикл	шт.	
5	Количество шпурометров на цикл	м	
6	Количество шпурометров на 1 погонный метр выработки	м шп./м	
7	Количество шпурометров на 1 $м^3$ взорванной породы	м шп./$м^3$	
8	Расход ВВ на цикл	кг	
9	Расход ВВ на 1 м выработки	кг/м	
10	Расход ВВ на 1 $м^3$ взорванной породы	кг/$м^3$	
11	Расход средств инициирования на цикл: КД, (ЭД, СИНВ-Ш) огнепроводного шнура ЗП-Б детонирующего шнура	 шт. м шт. м	
12	Расход средств инициирования на 1 м выработки: КД, (ЭД, СИНВ-Ш) огнепроводного шнура ЗП-Б детонирующего шнура	 шт./м м/м шт./м м/м	

Дополнительно указывается величина радиуса опасной зоны, места укрытий взрывника и рабочих, установки постов охраны и предупредительных знаков.

В шахтах, опасных по взрыву газа или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

Паспорт БВР составляет начальник (заместитель) горного участка и утверждает технический руководитель организации (гл. инженер) с учётом результатов не менее трёх опытных взрываний. По разрешению руководителя предприятия (шахты, рудника) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведённых в аналогичных условиях.

Контрольные вопросы

1. Какие задачи ставятся перед буровзрывными работами при проведении подземных горных выработок?
2. Каким образом с помощью коэффициента использования шпуров оценивается эффективность БВР ?
3. Как определяется коэффициент излишка сечения ?
4. Какими факторами определяется выбор ВМ при проходке подземных горных выработок?
5. От чего зависит удельный расход ВВ проходке подземных горных выработок?
6. Что в себя включает паспорт БВР?

Лекция 17

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БУРОВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Совершенствование буровзрывных работ, прежде всего, связано с внедрением в практику проведения горных выработок современных высокопроизводительных технических средств бурения шпуров, новых типов ВВ и средств инициирования, зарядного оборудования, различных приборов и приспособлений. Целью совершенствования БВР являются повышение скорости проведения горных выработок, увеличение производительности труда, снижение стоимости проходческих работ, создание безопасных условий труда. На базе современного оборудования разрабатываются и внедряются новые технологии. Среди перспективных направлений можно выделить следующие:

1. Увеличение длины заходки при проведении горных выработок за счет применения прямых врубов.
2. Применение механизированного заряжания шпуров на проходческих работах.
3. Замена электроогневого взрывания в шахтах, не опасных по газу или пыли, на электрический и системы неэлектрического взрывания.
4. Применение контурного взрывания.
5. Применение метода скважинной отбойки при проходке восстающих и сооружении вертикальных стволов шахт.

17.1. Увеличение длины заходки

Увеличение длины заходки при проведении горизонтальных выработок с 1,5-2 до 3-5 м позволяет в полной мере использовать возможности современной буровой техники. Бурильные установки, оснащенные мощными гидравлическими перфораторами, обеспечивают бурение шпуров в крепких скальных

породах со скоростью 2-4 м в минуту на длину до 4-5 м. Производительность труда при бурении шпуров примерно в 10 раз выше, чем при использовании ручных перфораторов. Увеличение длины заходки повышает эффективность проходческих работ за счет снижения доли подготовительно-заключительных операций цикла и позволяет в соответствующих горно-геологических условиях обеспечить месячную скорость проходки до 200-250 м и более, что превышает нормативы СНиП в 2-3 раза. Из-за ограниченных размеров поперечных сечений горных выработок единственным способом, обеспечивающим увеличение длины шпуров, является применение прямых врубов.

При проектировании прямых врубов следует соблюдать следующие требования:

- размеры буровой компенсационной полости (полостей) должны обеспечивать размещение (компенсацию) разрушенной взрывом врубовых шпуров породы без запрессовки;
- располагать врубовые шпуры с учетом компенсации отклонений их от проектного положения при бурении на заданной глубине;
- избегать чрезмерной концентрации ВВ во врубовых шпурах для предотвращения запрессовки;
- интервалы между взрывами врубовых шпуров в процессе образования врубовой полости должны быть достаточны для разрушения породы и выброса ее из врубовой полости (следует избегать применения интервалов менее 100 мс);
- применять донный заряд выброса на начальной стадии формирования врубовой полости.

17.2. Применение механизированного заряжания шпуров

Применение механизированного заряжания шпуров позволяет использовать более дешевые (в два – три раза по сравнению с патронированными), аналогичные по мощности гранулированные ВВ.

За счет повышения плотности заряжания до 1150-1200 кг/м^3 и заполнения всего сечения шпура вместимость 1 м шпура увеличивается до 1,5 раз. Это обстоятельство позволяет раздвинуть сетку расположения шпуров и уменьшить их количество на забой.

В итоге снижается стоимость буровзрывной составляющей проходческих работ и увеличивается скорость проведения выработок.

17.3. Применение электрического инициирования и систем неэлектрического взрывания

Применение электрического инициирования и систем неэлектрического взрывания вместо электроогневого взрывания повышает безопасность взрывных работ и увеличивает их эффективность за счет управления взаимодействием смежных зарядов ВВ.

Применение электродетонаторов ЭД-ЗТ пониженной чувствительности к зарядам статического электричества и блуждающим токам (безопасный ток 0,92-1,0 А) позволяет значительно снизить вероятность преждевременного срабатывания электродетонатора.

Системы неэлектрического взрывания с низкоэнергетическими волноводами (СИНВ, Эдилин и др.) в принципе нечувствительны к электрическим импульсам, что значительно безопаснее, чем применение любых электродетонаторов. В то же время они обладают всеми преимуществами электрического способа взрывания: а именно возможностью мгновенного, короткозамедленного и замедленного взрывания любых групп зарядов.

17.4. Контурное взрывание

Контурное взрывание при проведении выработок применяют с целью максимального приближения фактического контура выработки проектному, которое может быть обеспечено:

- за счет точной разметки линии контура выработки при забуривании шпуров и соблюдения заданного направления в процессе их бурения;
- взрывания зарядов оконтуривающих шпуров, при котором обеспечивается ровная поверхность контура выработки и минимальное нарушение законтурного массива.

В общем случае при проведении выработок в крепких породах, в том числе при проведении выработок на шахтах, внешние отбойные шпуры располагают на достаточно большом расстоянии друг от друга и снаряжают полным зарядом. Бризантное действие взрыва распределяется равномерно во все стороны, в том числе и в направлении приконтурного слоя, что приводит к значительному трещинообразованию в приконтурном массиве и последующим вывалам пород.

Контурное взрывание позволяет за счет сохранения несущей способности массива горных пород при благоприятных горно-геологических условиях отказаться от крепления или использовать облегченные типы крепи. В случае применения монолитной бетонной крепи значительно, в 2-3 раза, уменьшается расход бетона. Кроме того, исключаются затраты на уборку излишней отбитой породы.

Технология контурного взрывания направлена на то, чтобы за счет специально подобранных конструкций зарядов и степеней замедления, параметров расположения шпуров обеспечить как можно более ровный контур выработки с минимальными отклонениями. При этом соответствующая методика ведения работ или вспомогательные мероприятия способствуют сохранению сплошности приконтурного массива.

При применении методов контурного взрывания обычно используют два основных принципа снижения интенсивности и продолжительности действия взрыва:

- за счет зарядов ВВ специальных конструкций снижают начальное давления газообразных продуктов взрыва в шпуре;

- за счет оптимизации параметров расположения оконтуривающих шпуров (величин расстояний между оконтуривающими шпурами и ЛНС) уменьшают продолжительность действия взрыва.

В первом случае за счет исключения бризантной составляющей взрыва уменьшается зона развития радиальных трещин, образующихся вокруг заряда на первой стадии работы взрыва.

Во втором – уменьшается продолжительность действия газообразных продуктов в трещинах, образующихся в законтурном массиве под действием ударной волны.

В обоих случаях достигается уменьшение зоны трещинообразования в законтурном массиве.

Для снижения начального давления в шпуре применяют различные конструкции зарядов (рис. 17.1, 17.2).

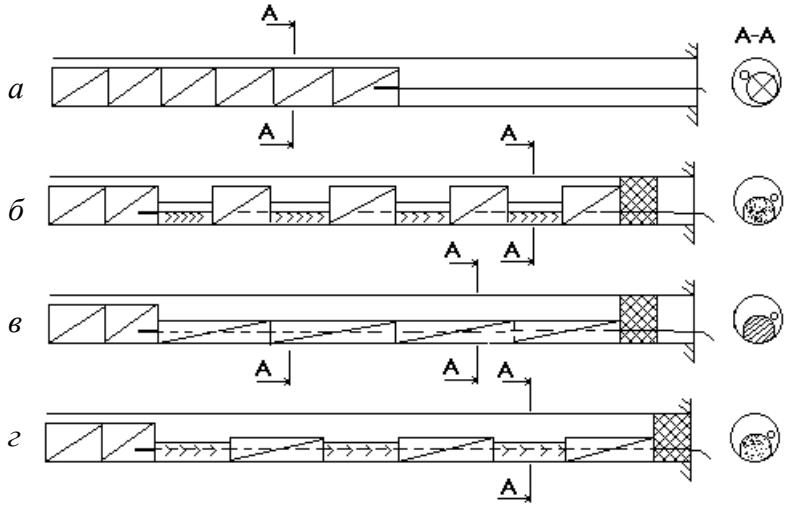


Рис. 17.1. Схемы конструкций зарядов при использовании патронированных ВВ:
а – заряды нормального диаметра; *б* – заряды нормального диаметра с использованием воздушных промежутков; *в*, *г* – заряды уменьшенного диаметра

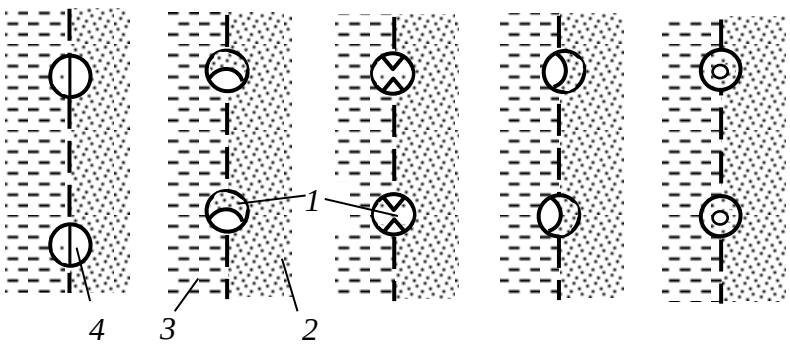


Рис. 17.2. Конструкции зарядов при использовании гранулированных ВВ с защитой законтурного массива:
1 – ВВ; *2* – законтурный массив; *3* – предконтурный массив; *4* – воздушная полость.

Формирование воздушных полостей различной формы производится в процессе заряжания шпуров с помощью сопел-насадок специальных конструкций на зарядные шланги.

Наиболее эффективно и целесообразно применение зарядов, специально предназначенных для контурного взрывания, например, из патронов типа ЗКВК (аммонит № 6 ЖВ) диаметром 26 мм, длиной 360 мм и массой 180 г в полиэтиленовых оболочках. Эти патроны имеют соединительные муфты с лепестками, позволяющими стыковать их и центрировать по оси шпура с созданием воздушного промежутка между патронами и стенками шпура (рис.17.3).

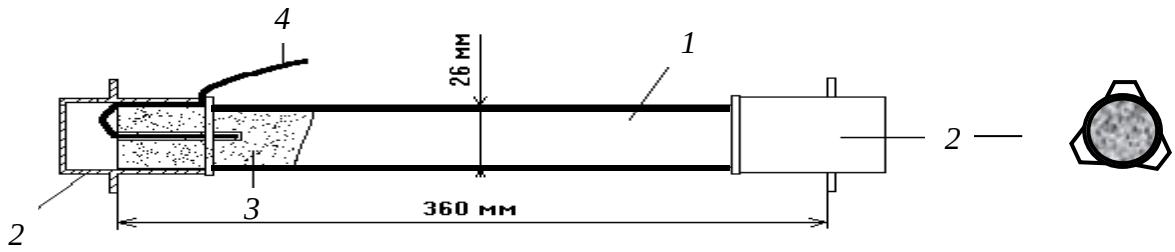


Рис.17.3. Патрон ЗКВК:
1 – оболочка; *2* – соединительные муфты; *3* – ВВ; *4* – ДШ.

Существуют следующие методы оконтуривания горной выработки:

1. Предварительное оконтуривание или предварительное щелеобразование.
2. Последующее оконтуривание.

Условия работы зарядов при обоих методах резко различны: при предварительном оконтуривании заряды работают в зажиме, при последующем - в условиях наличия большой дополнительной поверхности обнажения, в сторону которого отбивается горная порода.

При предварительном щелеобразовании первыми одновременно инициируют заряды в оконтуривающих шпурах (скважинах). В результате по контуру выработки образуется отрезная щель, которая экранирует законтурный массив от действия взрыва основных зарядов рыхления. Этот способ получил наибольшее распространение при взрывании на поверхности и сооружении выработок большого поперечного сечения при разработке нижней части уступным забоем. При проходке горизонтальных выработок предварительное щелеобразование применяют сравнительно редко, так как это требует значительного увеличения количества оконтуривающих шпуров, что целесообразно при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Для получения сплошной щели по контуру выработки применяют два варианта метода (рис. 17.4).



Рис. 17.4. Варианты метода предварительного щелеобразования:
а - без использования холостых шпуров; *б* - с использованием холостых шпуров

Параметры зарядов ВВ в шпурах и расстояния между шпурами выбирают с расчетом образования сплошной щели при минимальном нарушении законтурного массива. При этом исходят из двух условий:

1. Начальное давление газообразных продуктов взрыва на стенки шпура $P_н$ не должно превышать предела прочности горной породы на сжатие при динамическом нагружении. С этой целью подбирается соответствующая конструкция заряда ВВ при принятом диаметре шпура (см. рис. 17.1, 17.2).

2. Величина растягивающих напряжений T, возникающих в результате совместного действия волн сжатия от взрыва зарядов в смежных шпурах по линии, соединяющей оконтуривающие шпуры, должна превышать предел прочности горных пород при растяжении $R_р$. Этот фактор определяет расстояние между оконтуривающими шпурами, при котором по контуру образуется сплошная щель для принятой конструкции заряда (рис. 17.5).

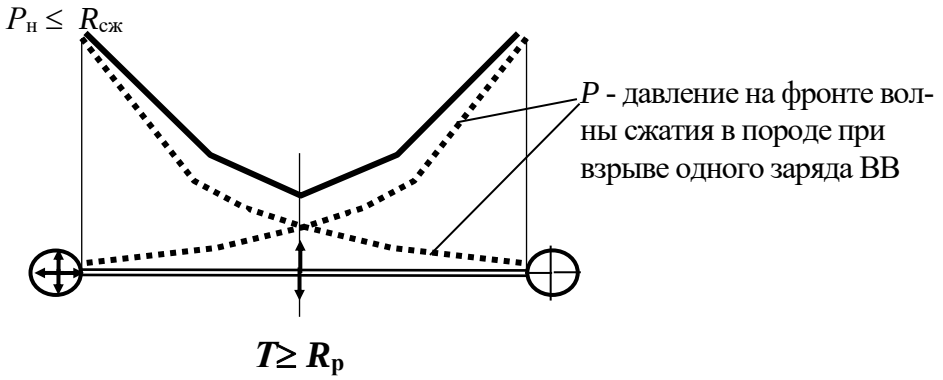


Рис. 17.5. Схема образования щели

При применении метода последующего оконтуривания оконтуривающие шпуры взрывают в последнюю очередь. По сравнению с обычным взрыванием выполняется ряд требований:

- тщательная разметка шпуров на линии контура;
- уменьшение расстояний между оконтуривающими шпурами;
- уменьшение линейной величины заряда в шпурах в 1,5 – 3 раза;
- уменьшение величины ЛНС для оконтуривающих шпуров;
- одновременное инициирование оконтуривающих шпуров.

Последнее условие в полной мере обычно не выполняется, так как для взрывания оконтуривающих шпуров применяют электродетонаторы (детонаторы систем неэлектрического взрывания) поздних степеней замедлений, имеющих значительный разброс по времени срабатывания. Поэтому с целью одновременности инициирования оконтуривающих шпуров используют вариант метода предварительного оконтуривания, представленный на рис. 17.6.

Проходка выработки ведется уступным забоем: приконтурный слой отстает от центрального передового забоя на одну заходку. Заряжание и взрывание шпуров выполняют в один прием. Первыми мгновенно через общую магистральную сеть ДШ взрывают шпуры отстающего приконтур-

ного слоя, затем с замедлениями – шпуры в опережающем забое. В оконтуривающих шпурах размещают минимальные по величине заряды (0,2÷0,4 кг/м), что позволяет значительно уменьшить разрушающее действие взрыва на законтурный массив.

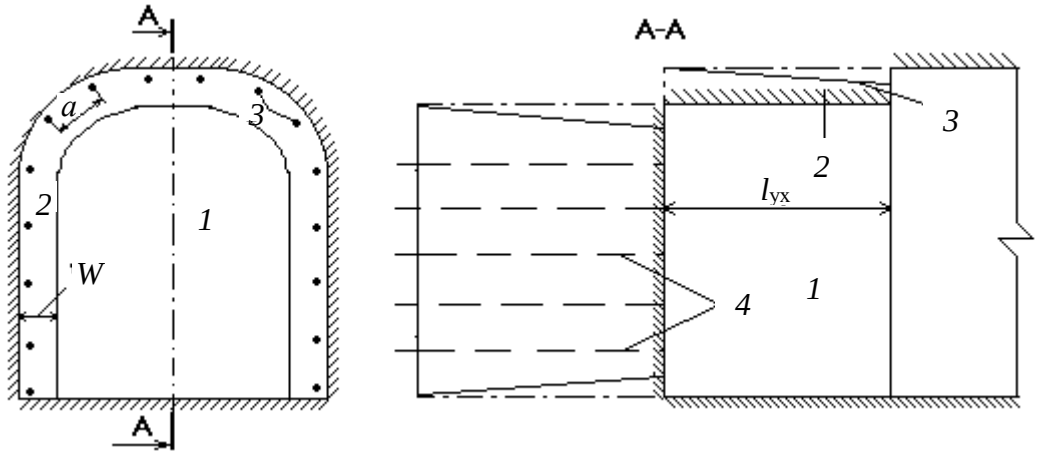


Рис. 17.6. Принципиальная схема последующего оконтуривания горной выработки продольными шпурами:
1 – центральная часть забоя; *2* – слой породы, отбиваемый оконтуривающими шпурами; *3* – оконтуривающие шпуры; *4* – врубовые и отбойные (внутренние) шпуры; *а* – расстояние между оконтуривающими шпурами; *W* – ЛНС; $l_{ух}$ – подвигание забоя за одну заходку

Эффективность контурного взрывания после взрыва может оцениваться визуально по наличию следов шпуров на контуре выработки.

Так, например, согласно СНиП 32-04-97 «Тоннели железнодорожные и автодорожные», критерием эффективности применения контурного взрывания считается «наличие следов шпуров на части обнажившейся поверхности грунта в выработке при контурном взрываний, не менее, 75 %».

17.5. Метод скважинной отбойки породы

Метод скважинной отбойки породы наиболее эффективен при проходке вертикальных восстающих и сооружении вертикальных стволов шахт.

Метод скважинных зарядов с применением секционной отбойки целесообразно использовать при сооружении вертикальных восстающих относительно небольшой длины (до 20-40 м), когда применение комплекса КПВ нерационально, а проходка с переставных полков весьма трудоемка и опасна.

Наиболее распространенные схемы расположения скважин, применяемые при секционной отбойке на плоскость забоя восстающего, приведены на рис. 17.7. Скважины заряжают зарядами с высокой концентрацией энергии, применяя двухстороннюю забойку (рис. 17.8).

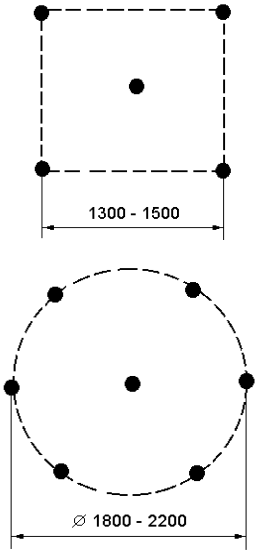


Рис. 17.7. Схемы расположения скважин

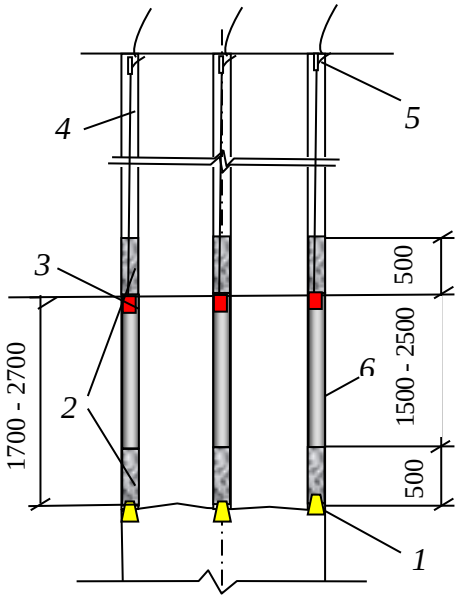


Рис. 17.8. Конструкции зарядов: *1* - пробка; *2* - забойка; *3* – промежуточный детонатор; *4* – детонирующий шнур; *5* – капсюль-детонатор системы СИНВ-Ш; *6* – заряд ВВ.

Центральная скважина выполняет роль вруба и взрывается первой. Практика показала, что при использовании воронкообразующего вруба величина секции составляет 1,5-2,5 м.

Контрольные вопросы

1. Укажите основные пути и цели совершенствования БВР при проведение подземных горных выработок.
2. Каким образом можно добиться увеличения длины заходки?
3. Каковы цели и задачи контурного взрывания ?
4. Опишите два основных метода оконтуривания.
5. Опишите конструкцию зарядов ЗКВК, специально предназначенных для контурного взрывания.

Лекция 18

МЕТОД ШПУРОВЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (РУДНЫЕ И УГОЛЬНЫЕ ШАХТЫ)

18.1. Метод шпуровых зарядов при очистных работах на рудных месторождениях

Метод шпуровых зарядов при очистных работах на рудных месторождениях является основным при разработке рудных тел небольшой

мощности (до 6-8 м). Шпуровая отбойка может применяться при разработке мощных залежей в различных системах разработки со слоевым обрушением, с закладкой выработанного пространства.

Шпуры располагают (рис. 18.1):

- при потолкоуступном забое – горизонтально, вертикально или наклонно вверх;

- при почвенноуступном забое – вертикально или наклонно, реже горизонтально.

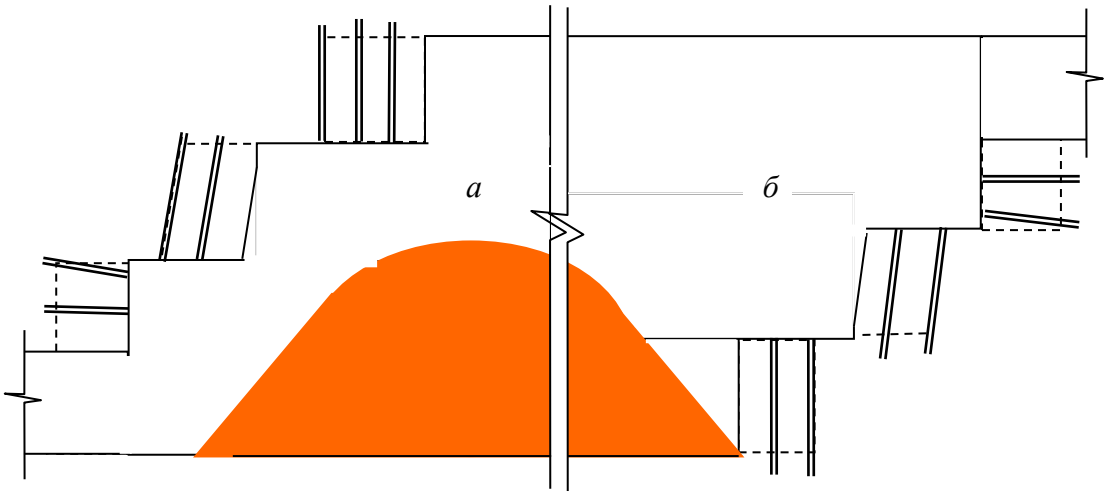


Рис. 18.1. Расположение шпуров при очистной отбойке руды:
а - потолкоуступный забой; *б* - почвенноуступный забой

При использовании шпуровой отбойки мощность разрабатываемого слоя (высота уступа) не превышает 4-5 м.

Глубина шпуров составляет 2-5 м, диаметр шпуров 39-46 мм. В зависимости от мощности рудного тела, угла падения и принятой системы разработки шпуры бурят ручными, телескопными или колонковыми пневматическими перфораторами, а также самоходными установками, оснащенными несколькими мощными бурильными машинами.

Производительность труда бурильщика составляет от 20 до 200-300 метров шпура в смену.

Длина отбиваемых блоков изменяется от 2 до 15 м при ширине 1,2-9,0 м.

Расчет параметров буровзрывных работ выполняется, исходя объема отбойки и величины удельного расхода ВВ в конкретных горно-геологических условиях.

Величина удельного расхода рассчитывается по эмпирическим формулам, например:

$$q = q_{ý}\mathring{a}k_1k_2k_3, \qquad (18.1)$$

где $q_э$ – эталонный расход ВВ (аммонит № 6ЖВ), принимается по таблице на основании данных практики в зависимости от коэффициента крепости пород и ширины забоя (изменяется от 0,6 – 3,9 кг/м^3);

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ;

k_1 – коэффициент, учитывающий условия отбойки (равен 1,0 при отбойке на открытую поверхность параллельную оси шпуров и 1,4-1,6 – перпендикулярную);

k_2 – коэффициент, учитывающий изменение диаметра шпура (заряда) по сравнению с эталонным 0,042 мм: $k_3 = (d/0{,}042)^{0,5}$;

k_3 – коэффициент, учитывающий плотность заряжания.

Шпуры заряжают с применением пневмозарядчиков (россыпными гранулированными ВВ) или вручную патронированными ВВ: аммонитом № 6 ЖВ, аммоналом, детонитом М. Для механизированного заряжания используют легкие камерные или эжекторные пневмозарядчики. Применение пневмозаряжания повышает эффективность взрывной отбойки за счет увеличения вместимости шпуров и применения более дешевых ВВ: гранулита-игданита, граммонита 79/21 и др.

Фактический удельный расход на отбойку руды шпуровым методом составляет 0,3-3,0 кг/м^3.

18.2. Метод шпуровых зарядов при очистных работах на угольных месторождениях

Доля взрывная отбойки угля при добыче его подземным способом составляет 5-6 % от общего объема и умеет тенденцию к снижению. Основной объем отбойки осуществляют взрыванием шпуровых зарядов ВВ. Шпуровая отбойка угля производится в очистных забоях – лавах (рис. 18.2).

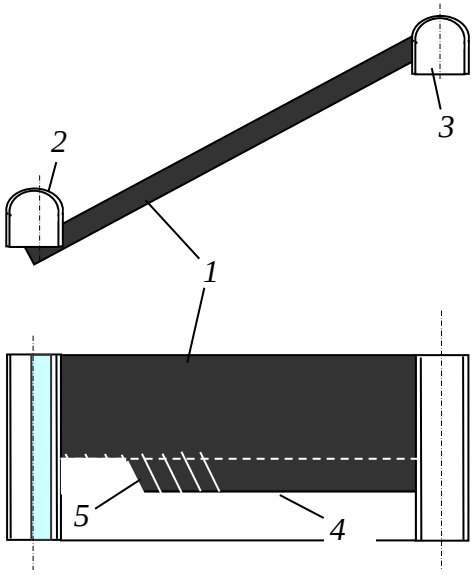


Рис. 18.2. Схема шпуровой отбойки угля в лаве:
1 – угольный пласт; *2* – конвейерный штрек; *3* – вентиляционный штрек;
4 – очистной забой (лава); *5* - шпуры

Основной особенностью взрывных работ в очистных забоях является большое количество шпуров и опасность обрушения кровли. Поэтому одновременное взрывание всех шпуров запрещается и зависит в первую очередь от устойчивости кровли, паспорта крепления и некоторых других организационно-технических факторов.

Применяют две основные схемы расположения зарядов ВВ при отбойке угля шпуровыми зарядами (рис. 18.3).

При отбойке угля в лаве без подрубки шпуры располагают в один, два и более рядов через 0,6-1,0 м по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. В горизонтальной плоскости шпуры располагают наклонно к поверхности забоя так, чтобы осуществить частичную погрузку отбитого взрывом угля на скребковый конвейер. Шпуры бурят ручными электросверлами и располагают в рядах по прямоугольной сетке или в шахматном порядке. Минимально допустимое расстояние между смежными шпуровыми зарядами в зависимости от класса применяемых взрывчатых веществ составляет 0,4-0,6 м. В качестве ВВ применяют предохранительные ВВ аммонит ПЖВ-20, аммонит Т-19. Удельный расход ВВ составляет 0,2-0,7 кг/м^3.

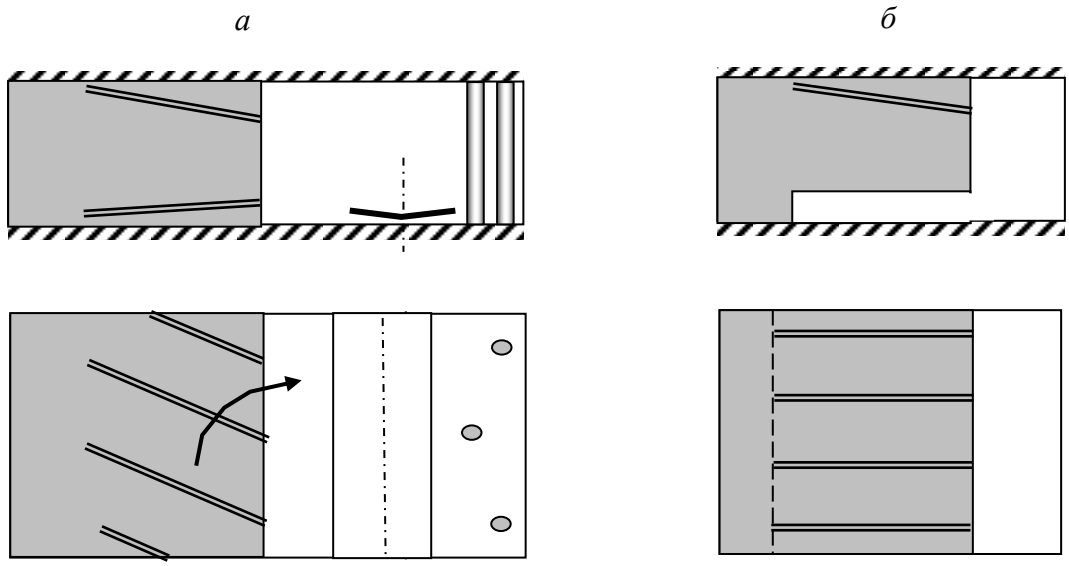


Рис. 18.3. Схемы шпуровой отбойки угля в лаве:
а – отбойка угля без подрубки; *б* – отбойка угля с подрубкой

При отбойке угля в лаве с подрубкой у почвы пласта врубовой машиной создается врубовая щель, создающая дополнительную свободную поверхность. Шпуры располагают в один (при мощности пласта до 1,2 м) или несколько рядов перпендикулярно или наклонно к поверхности забоя лавы. Удельный расход ВВ уменьшается до 0,1-0,4 кг/м^3.

В лавах с комбайновой выемкой угля взрывные работы производят для создания ниш для завода и вывода бара комбайна. Шпуры в целике угля при создании ниши располагают аналогично угольным забоям. В очень крепких углях взрывные работы применяют для предварительного рыхле-

ния перед выемкой их комбайнами. В этом случае глубину шпуров принимают равной длине бара комбайна, а расстояние между шпурами 1,2-2 м. В зависимости от глубины шпуров и крепости угля величина заряда для предварительного рыхления принимается равной 0,3-0,6 кг.

Выбор взрывчатых материалов должен утверждаться руководителем организации в зависимости от степени опасности работ в забое, условий взрывания и необходимости создания предохранительной среды. При взрывной отбойке угля применяют патронированные предохранительные ВВ IV - VI классов (табл. 18.1).

Таблица 18.1

Предохранительные взрывчатые вещества

Наименование ВВ	Класс	Условия применения
Аммонит ПЖВ-20 Аммонит Т-19	IV	По углю и (или) по породе в выработках, опасных по взрыву угольной пыли при отсутствии выделения горючих газов; по углю и (или) по породе в выработках, проводимых по угольному пласту, в которых имеется выделение горючих газов; для сотрясательного взрывания в забоях выработок угольных шахт
Угленит Э6	V	По углю и (или) по породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда исключен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпуры трещинах массива горных пород, либо в выработке
Угленит 12ЦБ-2М	VI	По углю и (или) по породе в выработках с повышенным выделением горючих газов, проводимых по угольному пласту, когда возможен контакт боковой поверхности шпурового заряда с газовоздушной смесью, находящейся либо в пересекающих шпуры трещинах массива горных пород, либо в выработке; в угольных и смешанных забоях восстающих (более 10°) выработок, в которых выделяется горючий газ, при длине выработки более 20 м и проведении их без предварительно пробуренных скважин, обеспечивающих проветривание за счет общешахтной депрессии
Ионит	VII	Специальные виды взрывных работ: водораспыление и распыление порошкообразных ингибиторов, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли, ликвидация зависаний массы в углеперепускных выработках, дробление негабарита в забоях выработок, в которых возможно образование взрывоопасной концентрации горючего газа и угольной пыли

В наиболее опасных условиях при наличии выделения метана или угольной пыли: применение открытых зарядов для ликвидации зависаний горной массы в углеперепускных выработках, взрывное перебивание деревянных стоек при посадке кровли в лаве и дробление негабарита наружными зарядами - разрешается применять только предохранительные ВВ VII класса.

Взрывание зарядов ВВ производится электрическим способом. В забоях выработок, где имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль, разрешается применять только предохранительные электродетонаторы мгновенного и короткозамедленного действия и искробезопасные взрывные приборы.

Максимальное время замедления с учетом разброса по времени срабатывания не должно превышать при применении взрывчатых веществ IV класса – 220 мс, V и VI классов – 320 мс.

В забоях выработок, в которых имеется газовыделение или взрывчатая угольная пыль (кроме бутовых штреков с подрывкой кровли), разрешается применять электродетонаторы короткозамедленного действия с интервалом замедления не более 60 мс (по номиналу). В бутовых штреках с подрывкой кровли разрешается применять только электродетонаторы мгновенного действия.

Заряжание и взрывание зарядов каждого цикла, в том числе и при раздельном взрывании по углю и породе, допускается только после проветривания забоя, замера содержания метана, уборки взорванного угля, проведения мероприятий по пылевзрывозащите забоя и прилегающих к нему выработок на расстоянии не менее 20 м. Во всех случаях глубина заходки по углю должна быть не более 2 м.

В очистных забоях на пластах, опасных по газу или пыли, кроме опасных по внезапным выбросам, разрешается разделять очистной забой по длине на участки, взрываемые раздельно. Заряжание и взрывание зарядов на каждом участке допускается после взрыва зарядов на предыдущем участке, уборки отбитого угля, крепления забоя и принятия мер по предупреждению взрывов газа и угольной пыли (водовоздушные, порошковые завесы и др.).

При ведении взрывных работ на угольных шахтах, опасных по газу или пыли, перед каждым заряжанием шпуров, их взрыванием и при осмотре забоя после взрывания мастер-взрывник обязан проводить замер концентрации метана по всему сечению забоя, особенно в верхней его части.

Запрещается выполнять взрывные работы при содержании метана 1 % и более в забоях и примыкающих выработках на протяжении 20 м от них, а также в месте укрытия мастера-взрывника. Замер концентраций метана в месте укрытия мастера-взрывника должен проводиться перед каждым подключением электровзрывной сети к взрывному прибору.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте схемы расположения шпуров при очистных работах на рудных месторождениях (потолкоуступный и почвоуступный забои).

2. Опишите схемы расположения шпуров при очистных работах на угольных месторождениях.

3. Какие ВВ применяются при взрывных работах на угольных месторождениях?

Лекция 19

МЕТОД СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Применение скважинной отбойки по сравнению со шпуровой отбойкой в несколько раз повышает технико-экономические показатели. Метод скважинной отбойки применяют при отработке рудных залежей мощностью 6-8 м и более.

По сравнению со шпуровой отбойкой использование скважинной отбойки имеет следующие достоинства:

- производительность труда по отбойке увеличивается в 2 – 3 раза;
- повышается безопасность работ;
- возможность отработки руды невысокой крепости без закладки и крепления;
- снижается запыленность.

К недостаткам относятся:

- худшее дробление, сопровождающееся выходом негабарита, снижающего производительность труда при выпуске и погрузке горной массы;
- большое разубоживание.

Руда отбивается скважинами, которые располагают параллельно поверхности массива, на которую производится отбойка. Отработку рудных месторождений выполняют очистными блоками, на которые разделяют рудные тела. Блоки представляют собой, как правило, параллелепипеды различных форм и размеров, которые отделяются друг от друга в горизонтальной плоскости - целиками, в вертикальной - потолочинами (рис. 19.1).

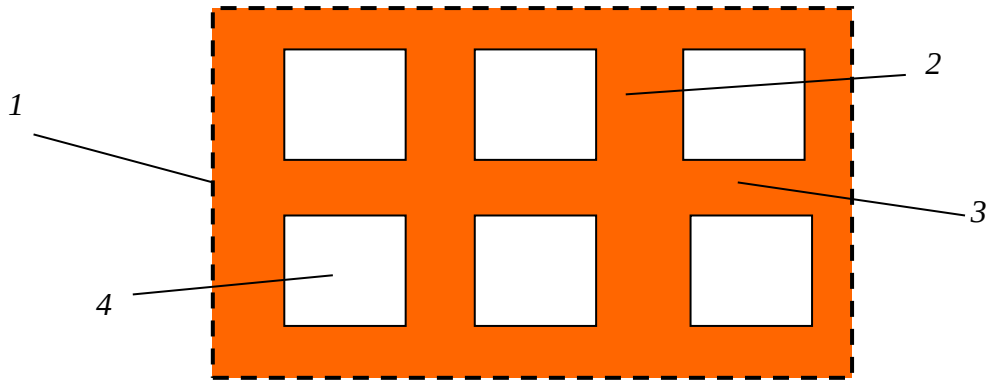


Рис. 19.1. Разработка мощной залежи с применением очистных камер:
1 – рудное тело; *2* – междукамерный целик; *3* – потолочина; *4* - очистная камера (блок).

При различных системах разработки после отбойки руды в блоках целики и потолочины могут оставляться, обрушаться или отрабатываться после закладки отработанных камер (блоков).

Скважинную отбойку руды в зависимости от положения обнаженной плоскости очистного забоя ведут вертикальными, горизонтальными или наклонными слоями (рис. 19.2).

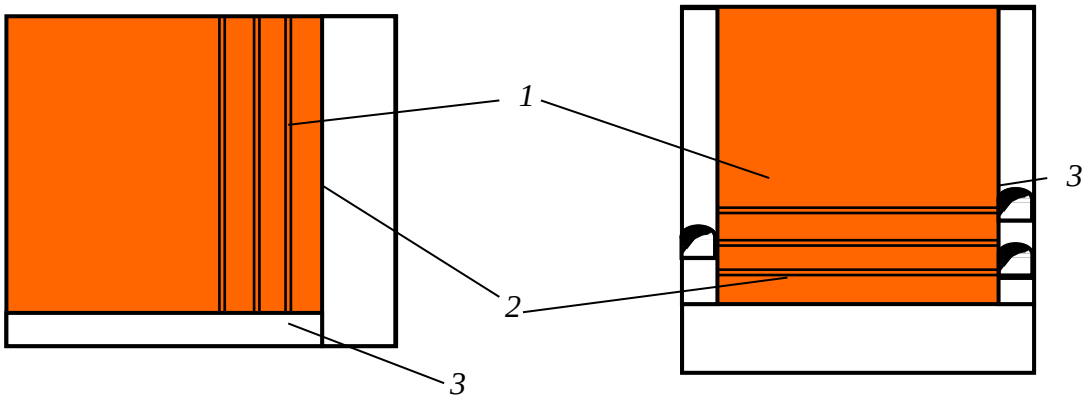


Рис. 19.2. Отбойка вертикальными и горизонтальными слоями:
1 – ряды скважин; *2* – плоскость отбойки; *3* – буровые выработки;

Выбор угла наклона может зависеть от преобладающей ориентации трещин рудного массива и принятой системы разработки. При большом расстоянии между трещинами скважины располагают перпендикулярно плоскостям основной системы трещин. В мелкослоистой руде целесообразно располагать скважины параллельно плоскостям господствующей трещиноватости, что позволяет отделять большие объемы руды при удовлетворительном дроблении. В обводненных условиях при применении обычных ВВ рекомендуется использование восходящих скважин. Нисходящие вертикальные и крутонаклонные скважины обычно бурят до выхода в подсечное пространство.

Скважины в плоскости слоя располагают параллельно или веерообразно (рис. 19.3).

Преимущества параллельного расположения скважин:

- меньший объем буровых работ (т.е. больший выход руды с 1 м скважины);
- лучшее качество дробления руды в связи с равномерным распределением ВВ в массиве;
- меньшее отклонение скважин;
- лучшие условия заряжания скважин;
- лучшая сохранность очистного пространства.

Недостатки параллельного расположения скважин:

- больший объем подготовительно-нарезных работ;
- снижение производительности при бурении скважин из-за необходимости перестановки бурового станка.

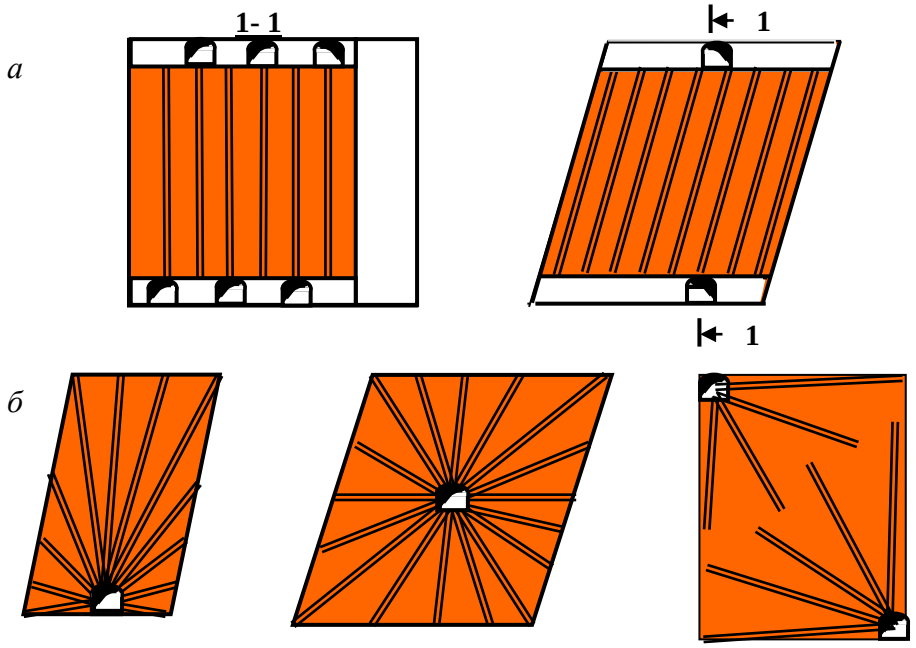


Рис. 19.3. Схемы отбойки с параллельным (*а*) и веерным (*б*) расположением скважин

Преимущества веерного расположения скважин:

- значительное снижение объема подготовительно-нарезных работ;
- значительное увеличение производительности при бурении, так как с одной установки станка обуривается весь веер скважин.

Недостатки веерного расположения скважин:

- существенное (в несколько раз) снижение точности бурения скважин;
- значительное снижение качества дробления горной массы из-за неравномерного распределения ВВ в массиве, которое вследствие увеличения выхода негабарита уменьшает производительность на выпуске руды;
- меньшее полезное использование длины скважин (не используется до 25÷30 % их длины);
- более узкий фронт работ при бурении и заряжании скважин.

Несмотря на недостатки, веерное расположение скважин нашло более широкое применение по сравнению с параллельным.

Различают две схемы отбойки (рис. 19.4):

- отбойка на открытое очистное пространство (*а*);
- отбойка на зажатую среду (*б*).

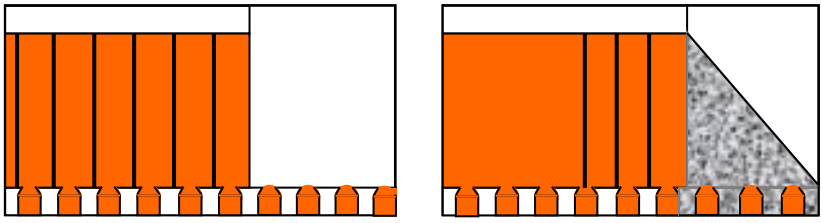


Рис. 19.4. Схемы отбойки руды в блоке

При отбойке на открытое очистное пространство предварительно в очистном блоке в очистном блоке создается компенсационная камера, объем которой принимается из расчета, при взрыве руды в блоке происходит увеличение объема взорванной породы в 1,3–1,4 раза. На рис. 19.5 показана последовательность работ в блоке при образовании вертикальной компенсационной камеры с размещением буровой выработки в нижней части блока и веерным расположением скважин.

Компенсационная камера может закладываться в центральной части блока с целью улучшения качества дробления руды: слои с противоположных сторон очистного пространства взрывают попарно. В результате происходит дополнительное дробление соударяющихся кусков руды.

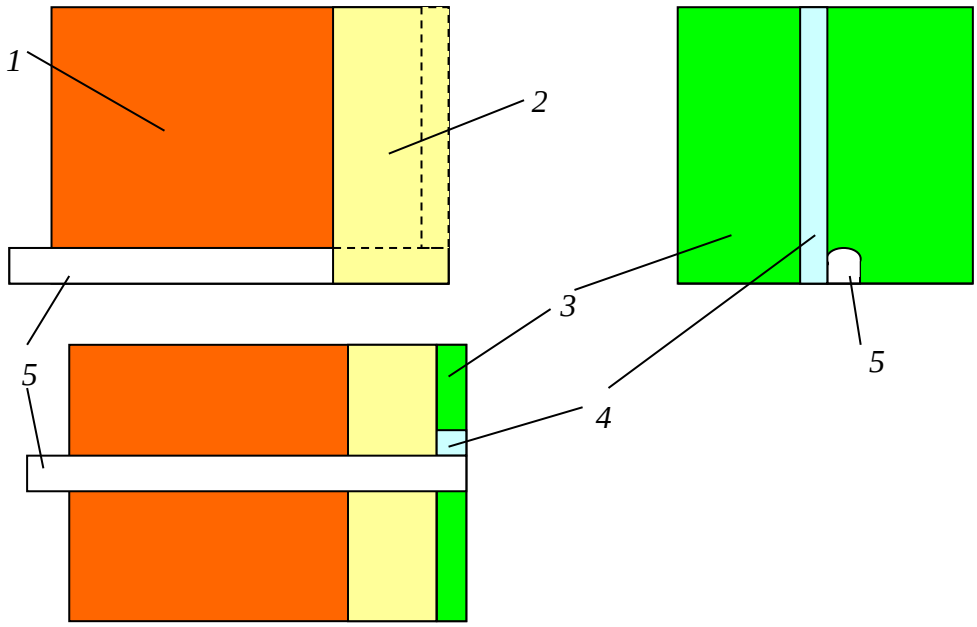


Рис. 19.5. Последовательность отработки блока:
1 - очистной блок; *2* – компенсационное пространство; *3* – отрезная щель;
4 – разрезной восстающий; *5* – буровая выработка

Отбойка руды в зажиме производится на отбитую руду или обрушенные пустые породы (зажимающий материал). Перед взрывом свободного пространства в блоке, не заполненного отбитой рудой или обрушенной породой, может не быть совсем или оно составляет не более 10-20 % от взрываемого объема. Поэтому увеличение объема взорванной породы происходит за счет уплотнения зажимающего материала. Взрывание скважин – порядное, короткозамедленное. За один прием взрывают не более 4–5 рядов скважин. В мощных залежах крепких руд толщина отбиваемого слоя составляет 15–18 м, при склонности руды к слеживанию толщина секции уменьшается до 8–12 м.

В сильнослеживающихся рудах отбойка на зажатую среду не применяется.

ЛНС первого ряда скважин обычно несколько увеличивают (в слабых рудах в 1,3–1,5 раза) для исключения их разрушения предшествующим взрывом. В то же время число скважин в ряду увеличивают, чтобы дробление массива и уплотнение зажимающего материала были обеспечены. Интервал КЗВ принимают примерно в 1,5 раза больше по сравнению с обычным способом взрывания для увеличения продолжительности действия взрыва и чтобы успел образоваться просвет между массивом и отбитой рудой.

После взрыва часть отбитой руды (до 20 %) выпускают, чтобы создать ее разрыхление. Этот способ применяется при разработке мощных и средней мощности залежей с любым углом падения в крепких и средней крепости рудах.

Преимущества способа отбойки на зажатую среду:

- снижается выход негабарита в 1,5–2 раза и интенсифицируется выпуск руды из блока;
- повышается устойчивость массива блока, поскольку отсутствует открытое компенсационное пространство;
- возможность выпуска руды непосредственно в буровую выработку (торцовый выпуск), что исключает необходимость проведения и поддержания выпускных выработок.

Недостатки способа отбойки на зажатую среду:

- затруднение при выпуске первых доз руды;
- выброс руды в буровые выработки.

Бурение взрывных скважин осуществляют буровыми станками, оснащенными мощными тяжелыми перфораторами (диаметр 60–85 мм). Легкие буровые станки устанавливаются на распорных колонках и бурят скважины глубиной до 10-12 м. Буровые станки ПБУ-70 на пневмоколесном ходу предназначены для обуривания полного веера скважин диаметром 70 мм на глубину до 30 м.

Зарубежные производители: Тамрок (Финляндия), Атлас Копко (Швеция) – выпускают широкий спектр (каждая - свыше 10 моделей) буровых станков серий «Solo» и «Simba» для бурения взрывных скважин. Высокопроизводительные буровые установки (рис. 19.6) на пневмоколесном шасси с мощными гидравлическими перфораторами предназначены для бурения в крепких скальных породах скважин любого направления диаметром 51–165 мм на глубину 45–55 м.

В отечественной практике в горнорудной промышленности широкое распространение получил станок пневмоударного бурения на распорной винтовой колонке НКР-100 М. Станок предназначен для бурения скважин (полный веер) диаметром 105 (85) мм глубиной до 50 м.

Около 75 % от общего объема скважинной отбойки производится скважинами диаметром 105–125 мм. Доля отбойки руд скважинами диаметром более 150 мм составляет несколько процентов и предопределяет применение станков шарошечного бурения, увеличение сечения буровых выработок и размера кондиционного куска до 1200 мм и более.

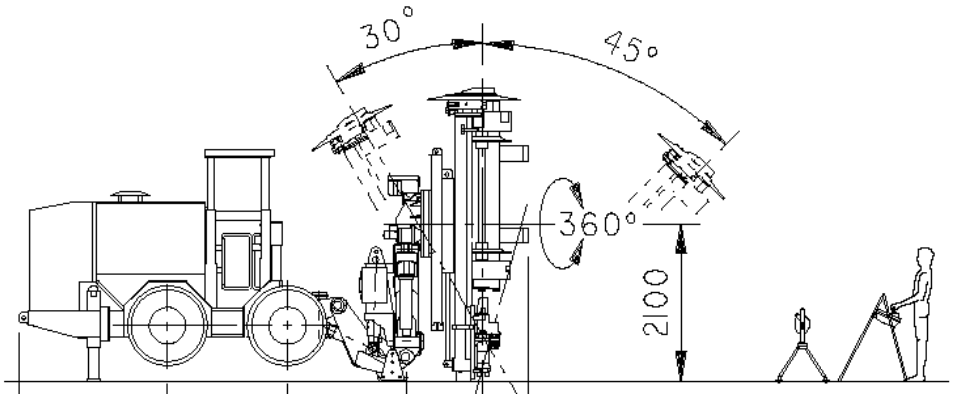


Рис. 19.6. Буровой станок для бурения взрывных скважин

Заряжание скважин производится обычно гранулированными ВВ с применением пневмозарядчиков. Наибольшее распространение получил граммонит 79/21. При заряжании сухих скважин в породах средней крепости и ниже возможно использование гранулита-игданита. При взрывании обводненных скважин в крепких породах и рудах целесообразно применение гранулита АС-4В, АС-8В, а также использование полиэтиленовых рукавов. При ручном заряжании нисходящих скважин применяют аммонит № 6ЖВ в патронах в полиэтиленовой оболочке диаметром 90, 60 мм.

Инициирование зарядов выполняют электрическим способом или с применением систем неэлектрического взрывания. Боевик устанавливают в устье скважины после окончания заряжания всех скважин. Для обеспечения детонации по всей длине заряда в торце скважины устанавливают промежуточный детонатор и вдоль заряда прокладывают детонирующий шнур. Типичная конструкция заряда показана на рис. 19.7.

Взрывание зарядов выполняется короткозамедленно с применением порядной, волновой или клиновой схем монтажа взрывной сети.

Ориентировочные значения основных технико-экономических показателей, характеризующие эффективность взрывной отбойки при минимальном выходе негабарита для скважин диаметром 100 мм приведены в табл. 19.1. Выход негабарита до 1,5 % считается идеальным, 3–5 % - нормальным, а при 10-15 % следует вводить коррективы в параметры буровзрывных работ.

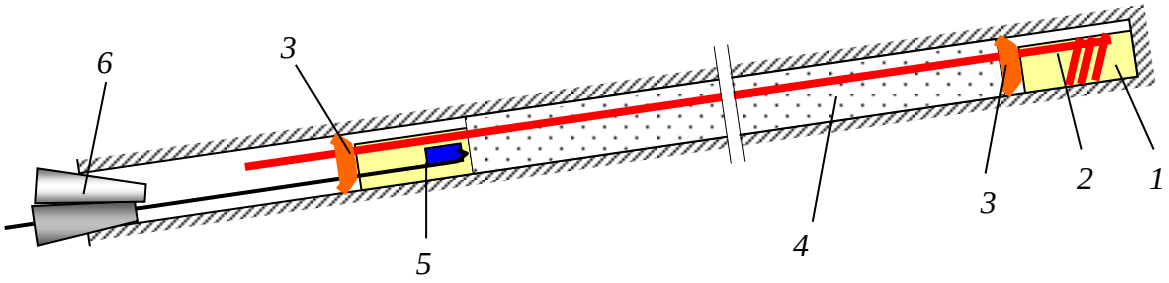


Рис. 19.7. Конструкция скважинного заряда:
1 – промежуточный детонатор (патрон аммонита №6 ЖВ ∅90 мм); *2* – детонирующий шнур (2 нити); *3* – парашют (пыж); *4* – заряд гранулированного ВВ;
5 – боевик; *6* – разрезная деревянная пробка

Таблица 19.1

Показатели скважинной отбойки

Показатели	Коэффициент крепости пород *f*	
	6 - 8	16 - 18
Удельный расход ВВ, кг/м^3	0,5	1,4
Выход руды с 1 м скважины, м^3	15 - 20	4 - 5
Производительность труда на отбойке, м^3/смена	250 - 300	30 - 50

Расчет параметров скважинной отбойки заключается в определении двух основных параметров:

W (ЛНС) – расстояние между рядами скважин;

a – расстояние между скважинами в ряду (при параллельном расположении скважин) или между концами скважин (при веерном расположении скважин).

Диаметр скважин принимается для рудника в целом или отдельных крупных участков. Основными критериями при выборе являются: геометрия и физико-механические свойства залежи и вмещающих пород, принятые сиистемы разработки и буровая техника.

Тип ВВ зависит от крепости, трещиноватости и обводненности пород и руд месторождения.

Выбор типа расположения скважин (веерное или параллельное), направление бурения максимальная глубина скважин, величина перебура, расстояние крайних скважин от линии отбойки и т. п. устанавливают технико-экономическими расчетами и подтверждают опытными данными.

Конструкции зарядов ВВ, оптимальные интервалы замедления и схемы взрывания выбирают на основе практического опыта.

Удельный расход ВВ определяется по формуле

$$q = q_0 e k_{òð} k_{ó} k_d k_{ðàñï} \ , \qquad (19.1)$$

где q_0 – базовый удельный расход, кг/м^3. Данные для скважин диаметром 105 мм в рудах средней трещиноватости с различным коэффициентом крепости при отбойке зарядами эталонного ВВ, расположенными в параллельных скважинах, на одну неограниченную свободную поверхность принимаются по таблице 2.8;

e – коэффициент относительной работоспособности ВВ, определяемый по формуле $\mathring{a} = A_{ýò} / A_{ÂÂ}$,

$A_{эт}$ – идеальная работа взрыва эталонного ВВ (аммонит №6 ЖВ или граммонит 79/21), кДж/кг;

$A_{ВВ}$ – идеальная работа взрыва принятого ВВ, кДж/кг;

$k_{тр}$ – коэффициент, учитывающий трещиноватость массива, определяемый

по формуле $k_{\text{ò}\text{ð}} = \sqrt{a_{\text{ò}\text{ð}} / a_{\text{ê}}}$,

$a_{\text{тр}}$ – среднее расстояние между трещинами;

$d_{\text{к}}$ – размер кондиционного куска;

$k_{\text{у}}$ – коэффициент условий отбойки (на открытое компенсационное пространство – 1; на зажатую среду 1,2 – 1,3);

k_d – коэффициент, учитывающий влияние диаметра заряда ВВ: $k_d = \sqrt{105/d}$;

105 – диаметр скважин (мм) для базового удельного расхода ВВ;

$k_{\text{расп}}$ – коэффициент, учитывающий увеличение удельного расхода ВВ по сравнению с базисными условиями (неограниченная ширина отбиваемого слоя); при веерном расположении скважин $k_{\text{расп}}$ = 1,65 – 1,9; при параллельном расположении $k_{\text{расп}} = 1 + a/M$, где M = ширина забоя (мощность залежи).

Таблица 19.2

Базовый удельный расход

Коэффициент крепости пород, f	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
Базовый удельный расход, кг/м^3	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5

Параметры расположения скважин (W – расстояние между рядами скважин; a – расстояние между скважинами в ряду) определяют по формулам

$$W = d\sqrt{\frac{0{,}785\Delta}{qm}}; \qquad a = mW,$$

где d – диаметр скважины, м;

Δ - плотность ВВ в заряде, кг/м^3;

$m = \frac{a}{W}$ - коэффициент сближения скважин; при m = 0,6 – 1,3 результат взрыва заметно не изменяется, поэтому при веерном расположении скважин стремятся к уменьшению его значения, так как сокращается количество перестановок станка. При параллельном расположении скважин значение m принимают с учетом увеличения расстояния между буровыми выработками и минимального объема буровых выработок.

При веерном расположении скважин дополнительно определяют максимальное расстояние между концами скважин по формулам

$$a_{max} = \frac{(2L_{\text{ñ}\text{ð}} - 3)}{L_{\text{ñ}\text{ð}} + 3} \qquad \text{или} \qquad a_{max} = (1{,}5 - 1{,}7)a,$$

где $L_{ср}$ – средняя глубина скважин (определяется графически).

Окончательно число скважин в ряду определяют графическим построением.

Контрольные вопросы

1. Опишите достоинства и недостатки скважинной отбойки по сравнению со шпуровой.
2. Что такое параллельное и веерное расположение скважин при отбойке?
3. Назовите преимущества и недостатки параллельного расположения скважин.
4. Назовите преимущества и недостатки веерного расположения скважин.
5. В чем отличие отбойки на открытое очистное пространство от отбойки на зажатую среду?
6. Опишите типичную конструкцию скважинного заряда.

Лекция 20

МЕТОД СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ ПРИ УСТУПНОЙ ОТБОЙКЕ В КАРЬЕРАХ. ЭЛЕМЕНТЫ УСТУПА И ПАРАМЕТРЫ СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ. СХЕМЫ КОРОТКОЗАМЕДЛЕННОГО ВЗРЫВАНИЯ (КЗВ) СКВАЖИННЫХ ЗАРЯДОВ

20.1. Параметры расположения скважин

При методе скважинных зарядов во взрываемом массиве бурят вертикальные или наклонные скважины диаметром 80-320 мм, глубиной 5-20 м и более. В отдельных случаях для увеличения массы заряда заряжаемую часть скважины расширяют огневым способом до диаметра 400 мм и более.

На уступе скважины можно располагать в один ряд (однорядное взрывание), два и более рядов (многорядное взрывание). При многорядном взрывании скважины на уступе располагают по квадратной или шахматной сетке. Выбор сетки расположения скважин зависит от взрываемости горных пород, конфигурации забоя и т. д.

Расположение скважин на уступах карьеров характеризуют следующими величинами (рис. 20.1):

$H_у$ – высота уступа, м;

$W_п$ – линия сопротивления по подошве (ЛСПП);

a – расстояние между скважинами, м;

b – расстояние между рядами скважин, м;

Z – безопасное расстояние от оси скважины до верхней бровки уступа, м;

$l_{зар}$ – длина заряда, м;

$l_{пер}$ – длина перебура, м;

$l_{заб}$ – длина забойки, м;
$l_{скв}$ – длина (глубина) скважины, м;
α - угол откоса уступа.

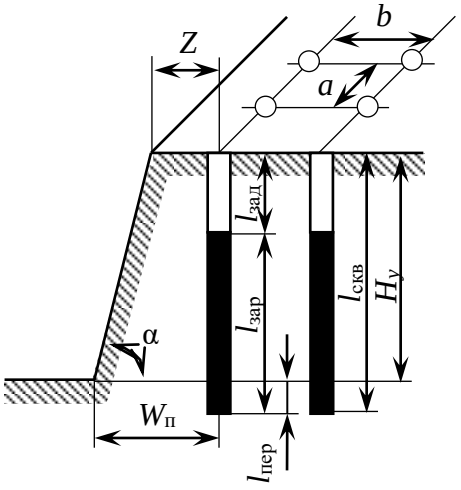


Рис. 20.1. Схема расположения скважин на уступе

20.2. Расчет вертикальных скважинных зарядов

Расчет вертикальных скважинных зарядов, взрываемых в уступе (см. рис. 20.1) ведется в следующем порядке.

Определяется диаметр скважин. Для заданной высоты уступа диаметр скважины d, при котором максимально используется ее объем (скважина заполняется ВВ на 2/3 длины и более), определяется по формуле

$$d = 28 H_у \sqrt{\frac{q_р}{\Delta}}, \qquad (20.1)$$

где d – диаметр скважины, м;
$H_у$ – высота уступа, м;
$q_р$ – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;
Δ - плотность заряжания, т/м^3.

В зависимости от требуемой степени дробления породы и наличия бурового инструмента диаметр скважины может быть уменьшен.

Определяется величина преодолеваемого сопротивления по подошве уступа (ЛСПП) $W_п$ (см. рис. 20.1) для одиночного скважинного заряда:

$$W_п = \sqrt{\frac{P}{q_р}}, \qquad (20.2)$$

где $W_п$ - преодолеваемое сопротивление по подошве уступа, м;

P – вместимость скважины, кг/м.

$$P = 7{,}85d^2\Delta\,, \tag{20.3}$$

где Δ - плотность заряжания ВВ, кг/дм^3.

Если известна величина фактического удельного расхода ВВ $q_{ср}$ на дробление 1 м^3 породы в уступе для условий нормального рыхления, то $W_п$ может определяться по формуле

$$W_{\text{п}} = 0{,}9\sqrt{\frac{P}{q_{\text{ср}}}}\,. \tag{20.4}$$

Величина $W_п$ может также определяться по формуле

$$W_{\text{п}} = 24d\sqrt{\frac{\Delta}{q_{\text{ср}}}}\,. \tag{20.5}$$

В соответствии с правилами безопасности при бурении первого ряда скважин станок располагается перпендикулярно верхней бровке уступа, за призмой обрушения, но не ближе 2 м от верхней бровки уступа, поэтому минимально допустимая по условиям безопасного расположения бурового станка линия сопротивления по подошве (W_{min}) для вертикальных скважин рассчитывается из соотношения

$$W_{min} = H_{\text{у}}ctg\alpha + Z\,, \tag{20.6}$$

где α – угол откоса рабочего уступа, град;

Z – ширина призмы обрушения, $Z \geq 2$ м.

Величина принимаемой при расчетах линии сопротивления по подошве ($W_п$) должна удовлетворять соотношению

$$W_{min} < W_{\text{п}}\,. \tag{20.7}$$

Если значения $W_{min} > W_п$, это означает, что принятые параметры скважин и характеристики ВВ не обеспечивают проработку подошвы уступа. В этом случае следует изменить диаметр скважины или тип применяемого ВВ или перейти к наклонным скважинам.

Глубина перебура ($l_{пер}$) вычисляется по формулам

$$l_{ïåð} = 0{,}5 q_{ïð} W \qquad (20.8)$$

или

$$l_{ïåð} = (0{,}6 - 0{,}8) d_{çàð}, \qquad (20.9)$$

где $l_{пер}$ – глубина перебура, м;

$d_{зар}$ – диаметр зарядов,м. Меньшее значение $d_{зар}$ принимается для легковзрываемых пород.

Длина забойки ($l_{заб}$) рассчитывается по формуле

$$l_{çàá} = (0{,}6 - 0{,}8) W . \qquad (20.10)$$

Тогда глубина скважины ($l_{скв}$)

$$l_{скв} = H_у + l_{пер}. \qquad (20.11)$$

Допустимая длина колонки заряда при размещении его в скважине:

$$[l_{зар}] = l_{скв} - l_{заб}. \qquad (20.12)$$

Расстояние между скважинами в ряду (a) вычисляется из соотношения

$$a = m W_п, \qquad (20.13)$$

где m – коэффициент сближения скважин (m = 0,8÷1,4). Меньшее значение m принимается для крепких пород.

Масса заряда, который необходимо разместить в скважине, рассчитывается по формуле

$$Q = q_{пр}\, a W_п\, H_у. \qquad (20.14)$$

Необходимая для размещения расчетной массы заряда длина скважины:

$$l_{зар} = \frac{Q}{p}. \qquad (20.15)$$

Если $l_{зар} < [l_{зар}]$, то принимаем длину забойки

$$l_{заб} = l_{скв} - l_{зар}. \quad (20.16)$$

Если $l_{зар} > [l_{зар}]$, то сокращается расстояние между скважинами в ряду и уменьшается величина W так, чтобы весь заряд с учетом забойки необходимой длины полностью разместился в объеме скважины ($l_{зар}$, $[l_{зар}]$). Если это не удается, то увеличивается диаметр скважины.

Расстояние между рядами скважин (b) при короткозамедленном взрывании

$$b = (0{,}9\text{-}0{,}1)W. \quad (20.17)$$

Применение наклонных скважинных зарядов обеспечивает более равномерное дробление породы, чем при вертикальных зарядах. Как правило, наклонные заряды применяют при углах откоса 55-75^0 (рис. 20.2).

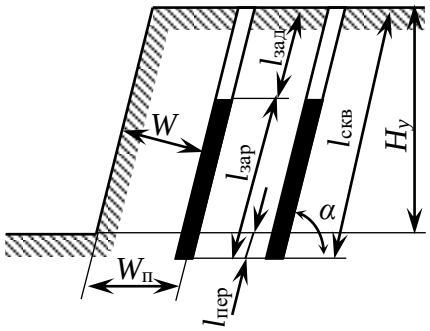


Рис. 20.2. Наклонные скважинные заряды

20.3. Схемы короткозамедленного взрывания (КЗВ) скважинных зарядов

20.3.1. Схемы монтажа взрывных сетей при применении детонирующего шнура

Управление взрывом с целью достижения высокой степени дробления пород, нормальной проработки подошвы уступа, регулирования параметров развала пород и снижения сейсмического действия взрыва обеспечивается правильным размещением в массиве горных пород скважинных зарядов и соответствующей конкретным условиям последовательностью их взрывания.

Заданная последовательность взрывания зарядов достигается применением соответствующих схем их соединения и интервалов замедления. В практике взрывных работ используются различные схемы взрывания: порядные, клиновые, волновые, диагонально-волновые, радиальные и ком-

бинированные, различающиеся последовательностью (очередностью) взрывания отдельных зарядов или их групп, характером и направлением перемещения взорванной породы по отношению к фронту забоя.

При КЗВ с помощью ДШ и пиротехнических замедлителей применяют схемы соединения зарядов, которые должны удовлетворять требованиям:

- обеспечивать надежность передачи детонации по всей сети;
- обеспечивать высокую интенсивность дробления;
- формировать развал породы желаемых геометрических параметров;
- обеспечивать минимальные разрушения в глубь массива;
- создавать минимальный сейсмический эффект воздействия взрыва на окружающие сооружения и объекты.

Для повышения надежности схем применяют резервные магистрали, периферийные линии и кольцевые схемы ДШ, дублирование боевиков в скважинах. Эти способы увеличивают расход ДШ на взрыв и иногда малоэффективны.

Наиболее простыми являются схемы соединения сети при однорядном взрывании при соединении зарядов через один (рис. 20.3, *а*) или с замедлением на каждую скважину (рис. 20.3, *б*). Более эффективным, с точки зрения дробления горной породы и уменьшения ширины развала, является взрывание с последовательным замедлением взрыва каждой скважины. Интервал замедления между взрывами зависит от физико-технических свойств горных пород и находится экспериментальным путем в пределах 20-50 мс. С увеличением крепости пород интервал замедления уменьшают. Расстояние между скважинами для исключения подбоя одного заряда другим рекомендуется принимать не менее 28-30 их диаметров.

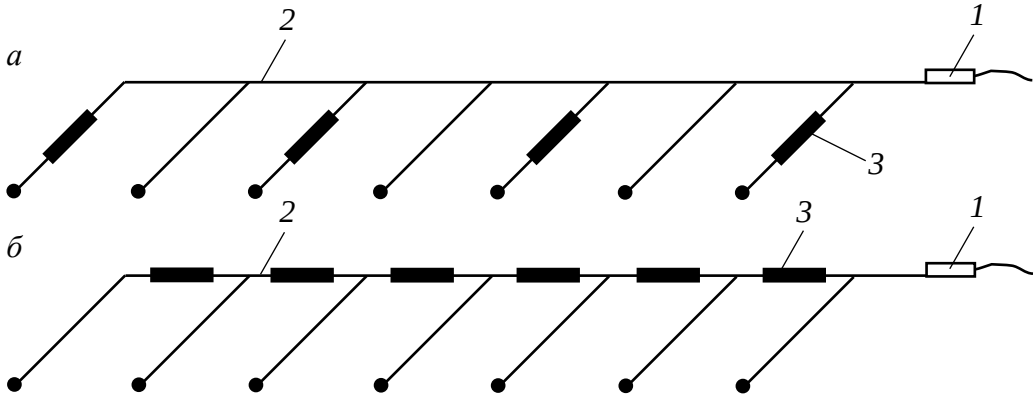


Рис. 20.3. Схемы однорядного КЗВ:
а – замедление через скважину; *б* - замедление на каждой скважине; *1* – КД; *2* – ДШ; *3* – пиротехническое реле

При больших объемах добычи полезного ископаемого целесообразнее применять многорядное КЗВ, обеспечивающее сокращение расходов на путевые работы, уменьшение числа взрывов в карьере. При многорядном расположении скважин применяют схемы, сущность которых заклю-

чается в создании взрывом первых зарядов, дополнительной открытой поверхности, облегчающей работу зарядов последующих взрывов, или создании взрывом первой серии зарядов по контуру взрываемого участка массива раздробленного экрана (щели), который снижает разрушение горной породы за пределами оконтуренного участка, уменьшает сейсмическое действие взрыва, а также схлопывает трещины в массиве, обеспечивая тем самым лучшее распространение энергии и дробление при взрыве.

Порядные схемы (рис. 20.4) характеризуются мгновенным взрыванием зарядов ВВ в рядах, расположенных параллельно или под углом к линии забоя. Ряды взрываются с замедлением. Ряд, взрываемый первым, называют врубовым. Решающий фактор эффективности дробления пород при такой схеме – создание дополнительных поверхностей обнажения.

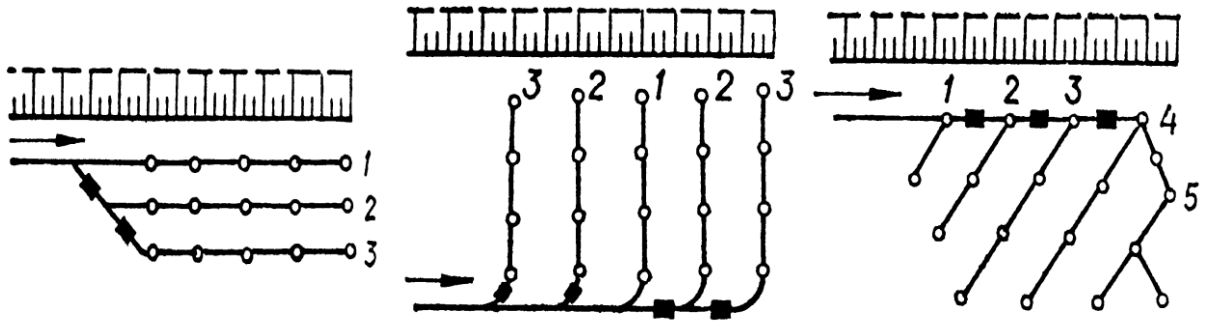


Рис. 20.4. Порядные схемы соединения скважинных зарядов:
1 – 5 – очередность взрывания

Порядные схемы взрывания просты в исполнении, но не обеспечивают высокой степени дробления пород и приводят к большому развалу горной массы.

В клиновидных схемах (рис. 20.5) заряды ВВ взрываются по рядам, расположенным под углом друг к другу. Соударение потоков взорванных масс улучшает дробление породы.

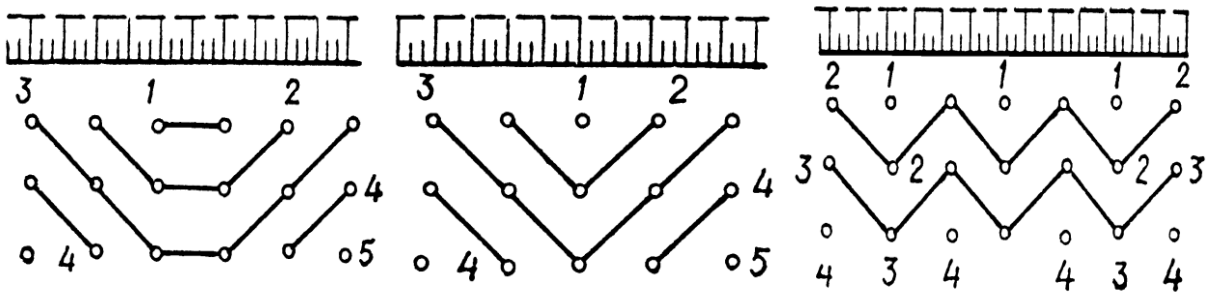


Рис. 20.5. Клиновидные схемы соединения скважинных зарядов:
1 – 5 – очередность взрывания

Волновые схемы предусматривают замедление между взрывами отдельных зарядов в ряду и между рядами скважин (рис. 20.6).

Разновидностью волновых схем является диагонально-волновая схема взрывания, которая создает условие эффекта «зажима» даже при отсутствии подпорной стенки из ранее взорванной горной массы. Обеспечение эффективности дробления пород достигается за счет взаимодействия волн напряжения и соударения движущихся потоков горной породы.

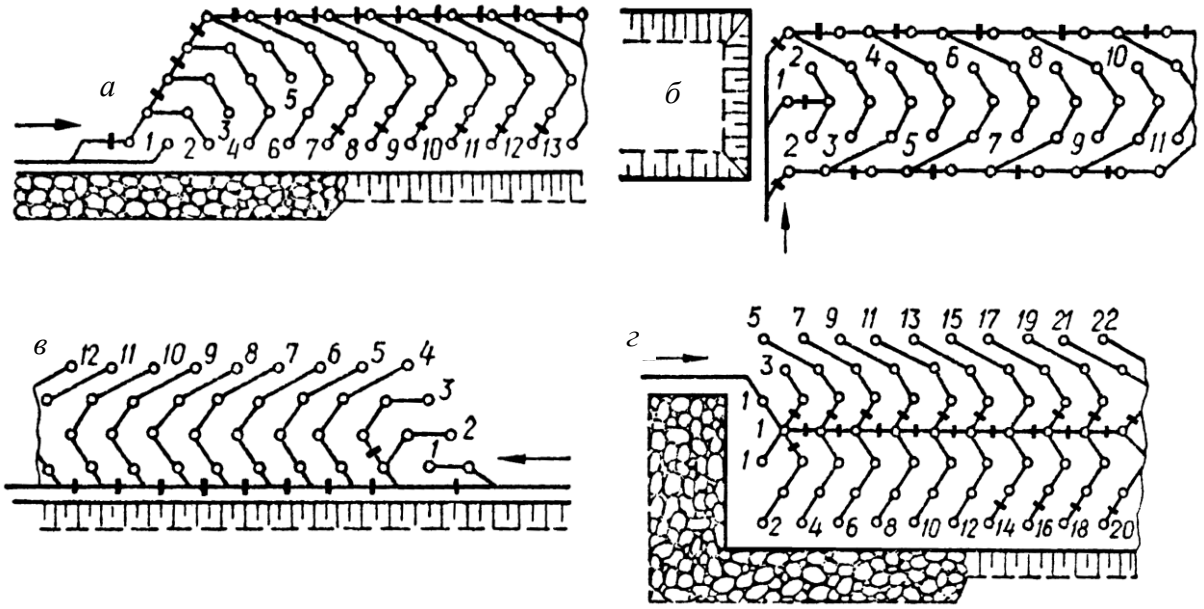


Рис. 20.6. Разновидности (*а – г*) волновых схем соединения и взрывания зарядов:
1 – 22 – очередность взрывания

В радиальных схемах (рис. 20.7) ряды зарядов ВВ располагают по окружности, а скважинные заряды соединяют по концентрическим; кольцевым схемам.

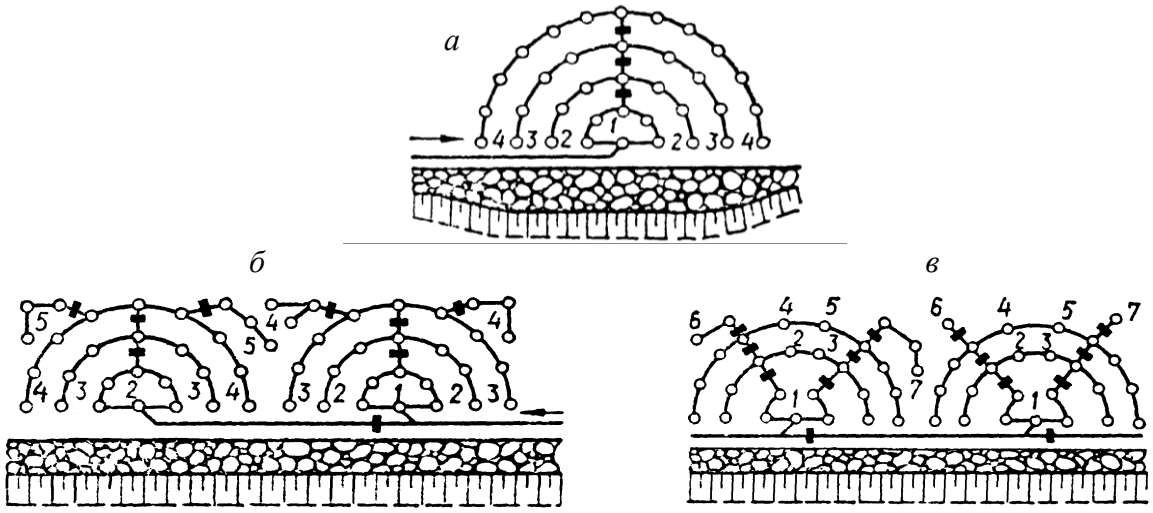


Рис. 20.6. Разновидности (*а – в*) радиальных схем соединения и взрывания зарядов:
1 – 7 – очередность взрывания.

Взрывание при радиальной схеме осуществляется с замедлением от центра к периферии. Направленное концентрированное соударение потоков взорванной горной массы обеспечивает высокую степень дробления пород. Основной недостаток этих схем – чрезмерный навал горной массы при взрыве.

Выбор схемы взрывания обусловлен конкретными задачами горного производства (обеспечение заданной степени дробления пород, управление направлением перемещения взорванной горной массы, снижение сейсмического воздействия взрыва на различные объекты и др.) и горно-геологическими условиями карьера.

На практике часто применяют комбинированные схемы соединения зарядов. Сочетание в них отдельных элементов порядных, волновых, радиальных и других схем обеспечивает улучшение качества дробления пород, возможность регулирования развала и навала горной массы. Наиболее целесообразно применение комбинированных схем при ведении крупномасштабных массовых взрывов, взрывании блоков большой протяженности и когда часто меняются горно-геологические условия взрывных работ.

20.3.2. Схемы монтажа взрывных сетей при применении неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами

Заданная последовательность взрывания скважинных зарядов может быть достигнута применением соответствующих схем монтажа взрывных сетей с помощью элементов неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами.

Все скважины взрываемого блока заряжаются внутрискважинными детонаторами с одинаковым замедлением. Внутрискважинные детонаторы имеют большие интервалы замедления (500 мс). Необходимое время замедления обеспечивается за счет поверхностных соединительных блоков с различными замедлениями (рис. 20.8).

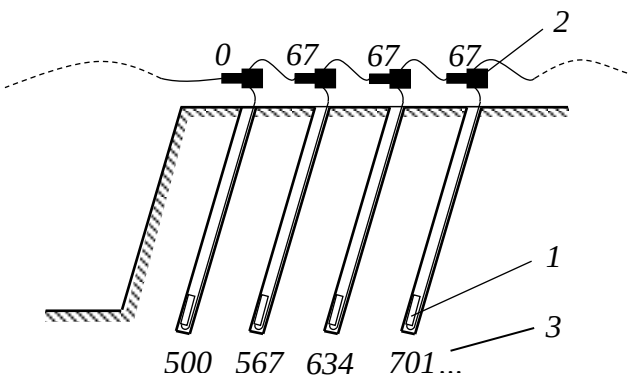


Рис. 20.8. Использование соединительных блоков обеспечивает замедление 67 мс между рядами:
1 – внутрискважинный замедлитель (СИНВ-С, ДБН-1); *2* – соединительный блок (СИНВ-П, ДБН-2); 3 – суммарное замедление (внутрискважинное и поверхностное)

Соединительный блок с мгновенным инициированием подсоединяется к первому детонатору в последовательно монтируемой цепи. В качестве соединительного блока между рядами выбран соединительный блок с замедлением 67 мс. Таким образом, к базовому внутрискважинному замедлению прибавляется замедление на поверхности 67 мс, что обеспечивает последовательность инициирования с интервалом 67 мс. А вдоль каждого ряда на поверхности можно использовать различные замедления, начиная с 0 мс, тем самым обеспечивая различные схемы последовательности инициирования.

Опережающее инициирование обеспечивается за счет больших внутрискважинных замедлений. Поверхностные детонаторы успевают детонировать до того, как начнется подвижка горной массы, так что риск повреждения внутрискважинных и поверхностных трубок сведен до минимума (ликвидируется эффект подбоя).

За счет комбинирования различных поверхностных соединительных блоков можно получить много разных схем инициирования.

Контрольные вопросы

1. Перечислите и покажите графически параметры расположения скважин на уступе.
2. Опишите последовательность расчета скважинных зарядов.
3. Перечислите основные схемы монтажа взрывной сети и возможные варианты последовательности взрывания зарядов.

Лекция 21

РЕГУЛИРОВАНИЕ СТЕПЕНИ ДРОБЛЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

21.1. Основные требования к качеству взрыва

Результаты взрывных работ на горных предприятиях должны удовлетворять следующим основным требованиям.

1. Горная порода при взрыве должна быть раздроблена на куски, не превышающие определенных размеров, а выход мелких фракций должен быть по возможности минимальным.

Наличие во взорванной массе большого количества негабаритных кусков в 1,5-2 раза снижает производительность и срок службы погрузочно-транспортного оборудования. Кроме того, дробление негабаритов нарушает ритмичную работу горного предприятия (карьера, рудника).

Получение крупных кусков особенно нежелательно на подземных рудниках, где при донном выпуске руды происходит их застревание в дучках, что приводит к остановке выдачи руды и требует выполнения опасных работ по ликвидации зависаний.

2. При подземной разработке месторождений полезных ископаемых в результате взрывных работ требуется получить определенный коэффициент разрыхления горной массы, обеспечивающий ее эффективный выпуск из камер.

При производстве взрывных работ на карьерах не должно быть завышений подошвы уступа (порогов). Нежелателен выброс породы за линию скважины на верхний уступ, заколы за линию скважин должны быть минимальными.

3. Развал горной массы должен быть заданной ширины и высоты, обеспечивающих высокопроизводительную и безопасную работу погрузочных машин.

4. Запас взорванной массы в забое должен обеспечивать бесперебойную и высокопроизводительную работу погрузочного и транспортного оборудования.

21.2. Зоны дробления взрывом трещиноватого массива

Массив горных пород, как правило, разбит несколькими системами трещин. Трещины возникают в результате различных процессов:

- при образовании горных пород (генетические трещины);
- в процессе последующих горообразовательных процессов (тектонические трещины);
- в процессе ведения взрывных работ.

Трещины последней группы отличаются от трещин первых двух групп по следующим признакам:

- трещины отрыва не заполнены вторичными минеральными образованиями;
- их распространение ограничивается, как правило, одной отдельностью массива.

Трещины оказывают экранирующее действие на распространение энергии взрыва. Разрушение локализуется в отдельностях, расположенных непосредственно вокруг заряда ВВ, а на больших расстояниях отдельности разрушаются только в результате их соударения между собой.

Во взрываемом трещиноватом массиве можно выделить две характерные зоны дробления (рис. 21.1).

В непосредственной близости от заряда все отдельности разрушаются на значительное число кусков от действия волн напряжений и давления газообразных продуктов взрыва. Поскольку изменением параметров заряда можно направленно изменять степень дробления горной породы в этой зоне, ее принято называть ***зоной регулируемого дробления.***

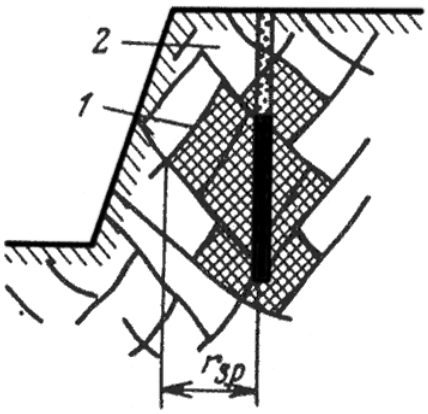


Рис. 21.1. Зоны дробления трещиноватого уступа:
1 – зона регулируемого дробления; *2* – зона практически не регулируемого дробления

За пределами данной зоны разрушение отдельностей, слагающих остальной объем взрываемого массива, происходит в результате динамического воздействия на него расширяющегося объема породы зоны регулируемого дробления. Разрушение отдельностей в этой зоне носит вероятностный характер: отдельность может разрушиться на две-три части при наличии в ней дефектов или неоднородностей, ослабляющих ее в отдельных сечениях. Удаленные от заряда отдельности разрушаются вследствие развития магистральных трещин, которые, как правило, переходят из одной отдельности в другую при их механическом соударении. Эта зона называется ***зоной практически не регулируемого дробления.***

21.3. Классификация методов регулирования степени дробления пород взрывом

Известные методы регулирования качества дробления пород взрывом можно разбить на две группы, в зависимости от того, в какой зоне (регулируемого или практически не регулируемого дробления) планируется изменить степень дробления горной породы.

1. Регулирование воздействия взрыва отдельного заряда на массив в зоне регулируемого дробления путем изменения:

- удельного расхода ВВ;
- диаметра заряда;
- конструкции заряда;
- направления инициирования сплошного заряда;
- качества забойки и ее длины.

2. Регулирование воздействия взрыва системы зарядов в зоне практически не регулируемого дробления путем:

- изменения сетки расположения скважин и числа их рядов;
- изменения интервалов замедления и последовательности взрывания зарядов;
- взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку).

21.3.1. Регулирование воздействия взрыва отдельного заряда на массив в зоне регулируемого дробления

21.3.1.1. Удельный расход ВВ

Для разрушения массива породы до определенной крупности требуется затратить определенное количество энергии, причем с увеличением степени дробления энергоемкость разрушения увеличивается. Такая закономерность справедлива как для механического, так и для взрывного способов разрушения. В то же время необходимо отметить, что механическое дробление имеет двухстороннюю схему приложения нагрузок (рис. 21.2, *а*), а взрывное – как правило, одностороннюю (рис. 21.2, *б*).

При механическом дроблении обычно имеют дело с отдельными кусками породы, при котором трещины и неоднородности облегчают дробление крупных кусков и уменьшают удельную энергоемкость. При взрывном разрушении трещиноватого массива пород значительных размеров трещины экранируют распространение энергии, уменьшают возможность дробления и часто, в отличие от механического способа требуют увеличения удельного расхода ВВ для достижения необходимого качества дробления.

Зависимость изменения выхода негабарита в зависимости от величины удельного расхода ВВ приведена на рис. 21.3.

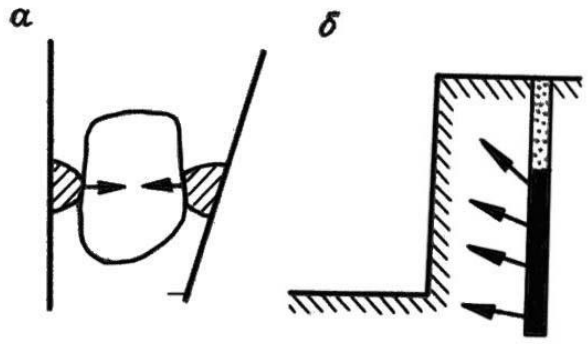


Рис. 21.2. Схемы приложения нагрузок при механическом (*а*) и взрывном (*б*) дроблении горной породы

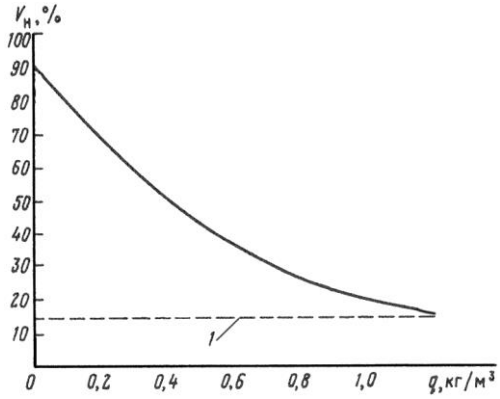


Рис. 21.3. Выход негабарита в зависимости от удельного расхода ВВ:
1 – выход негабарита из зоны практически нерегулируемого дробления

При увеличении удельного расхода ВВ сначала происходит интенсивное увеличение степени дробления массива, а затем наступает так называемое состояние насыщения массива энергией взрыва, вследствие чего дополнительная энергия расходуется только на повышенный разброс горной породы.

21.3.1.2. Диаметр заряда

С увеличением диаметра заряда выход крупных фракций при взрыве увеличивается (рис. 21.4). Это происходит потому, что с увеличением диаметра при постоянном удельном расходе ВВ происходит увеличение линии сопротивления по подошве и расстояния между скважинами. При этом все больший процент отдельностей попадает в зону практически не регулируемого дробления. Уменьшая диаметр заряда, можно достигнуть положения, при котором все отдельности попадают в зону регулируемого дробления, в каждой отдельности проходит заряд ВВ или она примыкает к заряду.

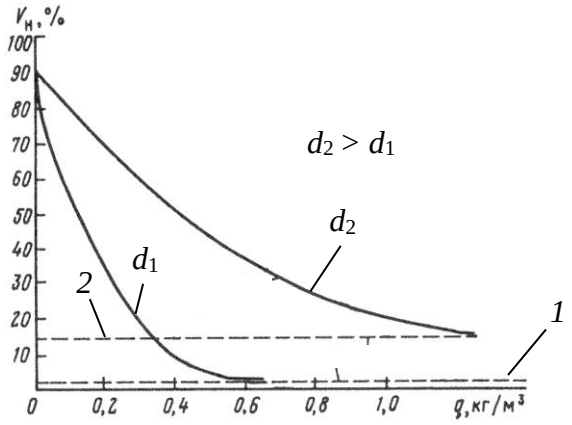


Рис. 21.4. Влияние диаметра заряда на степень дробления пород:
1, 2 – выход негабарита из зон нерегулируемого дробления
при диаметрах заряда d_1 и d_2 соответственно

Таким образом, изменение диаметра заряда является достаточно эффективным средством регулирования степени дробления пород.

21.3.1.3. Конструкции заряда

Степень дробления породы можно регулировать изменением конструкции заряда. Рассредоточение заряда при равном выходе горной массы с 1 м скважины и одинаковом удельном расходе ВВ способствует улучшению дробления за счет увеличения зоны регулируемого дробления (рис. 21.5).

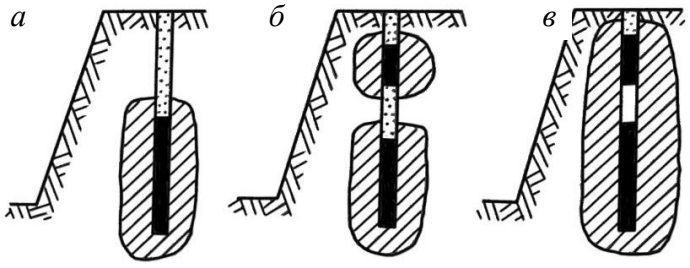


Рис. 21.5. Зоны регулируемого дробления:
а – сплошной заряд; *б* – рассредоточенный забойкой;
в - рассредоточенный с воздушным промежутком

Однако рассредоточение заряда целесообразно только в тех случаях, когда вместимость скважины при сплошных зарядах используется не полностью, то есть если в однородных породах принимается сближенная сетка расположения скважин и сплошной заряд занимает незначительную часть скважины. В неоднородных породах целесообразно рассредоточить заряд, располагая его в наиболее трудновзрываемых участках массива (рис. 21.6).

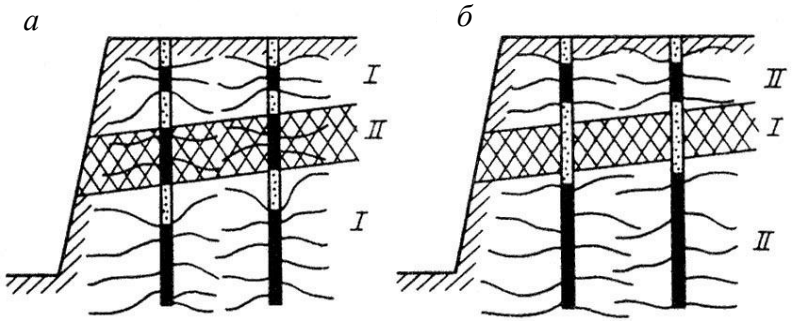


Рис.21.6. Схема размещения рассредоточенных зарядов:
а – при дроблении крепких породных пропластков (II) в мягких породах (I);
б – при дроблении крепких пород (II) с мягкими пропластками (I)

Необходимо отметить недостатки, связанные с применением рассредоточенных зарядов:

усложнение технологии заряжания и связанное с этим снижение эффективности взрывных работ в целом;

трудность применения механизированного заряжания.

На карьерах в обводненных условиях широко применяют комбинированные заряды: в нижней, обводненной части скважины размещают мощное водоустойчивое ВВ, а в верхней части – менее мощное неводоустойчивое ВВ. Благодаря такой конструкции зарядов улучшается дробление породы в нижней части уступа.

21.3.1.4. Направление инициирования сплошного заряда

Экспериментально установлено, что степень дробления породы в нижней части уступа и проработка подошвы уступа улучшаются, если применить обратное инициирование заряда (рис. 21.7).

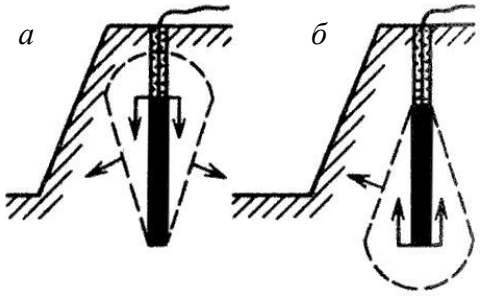


Рис. 21.7. Изменение напряженного состояния массива в зависимости от направления инициирования зарядов: *а* – прямое инициирование; *б* – обратное инициирование

Как показывают съемки на прозрачных и оптически активных моделях, фронт волны напряжений при обратном инициировании более равномерно воздействует на массив, а время воздействия энергии взрыва увеличивается.

21.3.1.5. Качество забойки и ее длина

Устья скважин, оставшиеся свободными после размещения зарядов, обычно заполняются забоечным материалом: глиной, песком, мелкой породой и др. Забойка улучшает разрушительный эффект действия взрыва вследствие уменьшения потерь энергии в процессе детонации заряда и более полного протекания реакции взрывного превращения, увеличения длительности воздействия газов взрыва на стенки зарядной камеры.

Качественная забойка уменьшает силу ударной воздушной волны, разброс кусков породы, повышая безопасность ведения взрывных работ. Наиболее эффективной является забойка из песка или мелкодробленой породы, оказывающая наибольшее сопротивление газообразным продуктам взрыва.

21.3.2. Регулирование воздействия взрыва системы зарядов в зоне практически не регулируемого дробления

21.3.2.1. Изменение сетки расположения скважин, числа их рядов, последовательности взрывания зарядов и интервалов замедления

Расположение скважин в пределах взрываемого блока может быть однорядным и многорядным. Параметрами серии взрываемых зарядов при их однорядном расположении является расстояние a между скважинами в ряду, а при многорядном взрывании – расстояние между скважинами a, между рядами скважин b и число рядов n. Отношение $m = a/W$ называют коэффициентом сближения скважин, для второго и последующего рядов $m = a/b$.

Форма сетки скважин ($a \times b$) должна обеспечить равномерное распределение во взрываемом блоке зарядов ВВ. Параметры сетки скважин зависят от взрываемости пород, анизотропии массива, требуемого гранулометрического состава разрушенной породы, высоты уступа, диаметра скважин, схемы взрывания.

Выбор одно- или многорядного расположения скважин на уступе, кроме случаев технических ограничений, в основном зависит от порядка взрывания, определяющего последовательность взрыва отдельных зарядов ВВ во времени. Порядок взрывания влияет на качество дробления, проработку подошвы уступа и форму развала взорванной горной массы.

Порядок взрывания может быть:

мгновенным (интервалы между взрывами $\tau = 0$);

короткозамедленным (КЗВ) (интервалы между взрывами $\tau > 250$ мс);

замедленным (интервалы между взрывами $\tau > 250$ мс).

При мгновенном многорядном взрывании основное действие зарядов скважин первого ряда направлено в сторону откоса уступа, а зарядов следующих рядов – вверх (рис. 21.8, *а*), в связи с чем подошва уступа плохо прорабатывается. Сближение рядов скважин и увеличение удельного расхода ВВ ведет в данном случае к повышенному разлету кусков, выбросу породы на верхнюю площадку уступа, большим заколам массива, широким развалам и значительному сейсмическому эффекту. Это обусловливает неэффективность мгновенного многорядного взрывания и его весьма ограниченное применение.

Увеличение времени действия волн напряжений на массив и создание дополнительных свободных поверхностей для смежных зарядов при короткозамедленном взрывании даже для одного ряда скважинных зарядов (рис. 21.8., *б*) позволяют существенно улучшить показатели взрывных работ по сравнению с мгновенным взрыванием:

повышается равномерность дробления;

снижается выход негабарита;

сокращается на 10-15 % удельный расход ВВ;

уменьшается в 1,2-1,3 раза ширина развала;

уменьшается нарушенность массива от предыдущего взрыва.

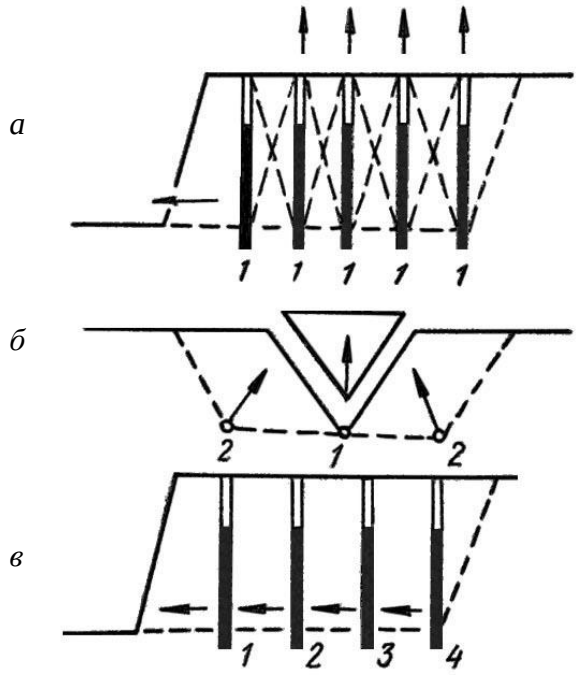


Рис. 21.8. Схемы действия зарядов ВВ при взрывании:
1, 2, 3, 4 - последовательность инициирования зарядов

Вместе с тем однорядное КЗВ не может существенно снизить выход негабарита из зоны практически не регулируемого дробления, а также обеспечить большой объем взрыва. Поэтому оно применяется при небольшом объеме работ, узких рабочих площадках уступов, недопустимости переизмельчения полезного ископаемого.

Многорядное короткозамедленное взрывание (рис. 21.8, *в*) по сравнению с однорядным существенно улучшает качество взрыва за счет интенсивного дробления породы вокруг каждого заряда, в том числе за счет соударения отдельных кусков, и резкого сокращения нарушенности массива. Многорядное КЗВ позволяет сократить число массовых взрывов и создать большой запас взорванной породы, повысив при этом производительность экскаваторов.

При короткозамедленном взрывании весьма важно правильно определить интервал замедления. При его увеличении уменьшается ширина развала, но может произойти подбой зарядов в смежных скважинах. Ориентировочно интервал замедления при однорядном взрывании определяется по формуле, мс

$$\tau = KW, \qquad (21.1)$$

где K – коэффициент, зависящий от взрываемости породы (для трудновзрываемых пород K = 1,5÷2,5, для средневзрываемых K = 3÷4, для легковзрываемых K = 5÷6). При многорядном взрывании интервал замедления увеличивается на 25 %.

Замедленное взрывание скважинных зарядов допускается применять с использованием неэлектрических систем взрывания с низкоэнергетическими волноводами, что исключает явление подбоя. Взрывание зарядов со значительными интервалами замедления позволяет снизить сейсмическое воздействие массовых взрывов на охраняемые объекты, располагаемые вблизи от мест производства взрывных работ.

21.3.2.2. Взрывание в зажатой среде (на подпорную стенку)

Сущность взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку) заключается во взрывании группы зарядов в условиях, когда открытая поверхность взрываемого блока прикрыта определенным объемом ранее разрушенной горной породы (рис. 21.9).

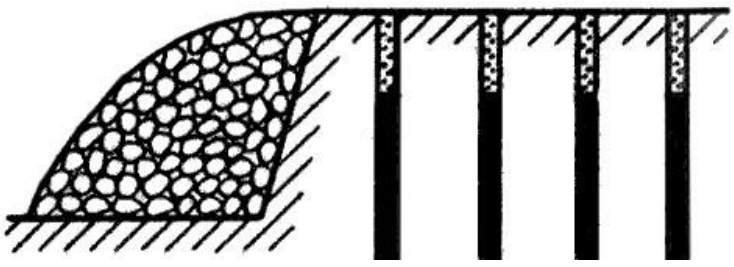


Рис. 21.9. Схема взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку)

При взрывании в зажатой среде целесообразно применение короткозамедленного взрывания зарядов при числе рядов скважин не менее четырех.

Взрывание по данной схеме может быть выполнено в любых породах, однако предпочтительнее его применение в породах средней крепости и выше, обеспечивающих значительный коэффициент разрыхления горной массы после взрыва. Пустотность разрушенной породы должна быть достаточной для обеспечения разрушающего смещения одних отдельностей относительно других без их перемещения за внешний контур массива.

Взрывание в зажатой среде позволяет:

- повысить степень дробления массива, в первую очередь, между первым рядом скважин и откосом уступа;
- обеспечить регулирование параметров развала горной массы;
- значительно снизить объемы подготовительных и восстановительных работ на уступе.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные требования к результатам взрывных работ.
2. Что называется зоной регулируемого дробления?
3. Что понимается под зоной практически нерегулируемого дробления?
4. Какими методами можно регулировать качество дробления горных пород взрывом?
5. В чем состоит сущность взрывания в зажатой среде (на подпорную стенку)?

Лекция 22

ПРОЕКТ МАССОВОГО ВЗРЫВА. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ УСТУПНОЙ ОТБОЙКЕ В КАРЬЕРАХ

22.1. Проект массового взрыва

Массовый взрыв на земной поверхности – это взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных котловых и камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Массовые взрывы на земной поверхности необходимо осуществлять по проектам, состоящим из таких составных частей, как:

- технический расчет со схемой расположения скважин и графическими материалами;
- таблица параметров взрывных работ;
- распорядок проведения массового взрыва;
- приказ (распоряжение) руководителя предприятия о подготовке массового взрыва.

Разовые массовые взрывы скважинных, камерных и котловых зарядов могут проводиться по отдельным проектам.

Проекты массовых взрывов на карьерах (разрезах) должны разрабатываться в соответствии с типовыми проектами производства буровзрывных работ.

Типовой проект производства буровзрывных работ должен разрабатываться на основе утвержденного проекта разработки месторождения, результатов экспериментальных и промышленных взрывов, научно-технических разработок, передового производственного опыта по взрывным работам в аналогичных условиях, требований Единых правил безопасности при взрывных работах и других нормативных документов, утвержденных или согласованных с Ростехнадзором.

Проект производства буровзрывных работ (рабочие чертежи) составляется на основе решений проекта организации строительства, технического проекта, планов работы строительно-монтажных организаций, чертежей объектов, технического задания на разработку проекта, результатов промышленных и опытных взрывов, данных технической литературы и производственного опыта, требований Единых правил безопасности при взрывных работах и других нормативных документов, утвержденных или согласованных с Ростехнадзором, а также технических правил ведения взрывных работ, СНиП «Техника безопасности в строительстве», ведомственных строительных норм.

Типовой проект (проект производства буровзрывных работ, рабочие чертежи) подлежит утверждению техническим руководителем предприятия и вводу в действие приказом руководителя предприятия (строительства). В приказе должны быть предусмотрены меры оповещения о массовых взрывах персонала предприятия, населения и работников других предприятий, расположенных в опасной близости от мест взрывных работ, и в необходимых случаях также органов местной власти.

В типовом проекте приводятся ситуационный план с указанием границ карьерного поля, объектов строительства, зданий, сооружений, линий электропередачи и коммуникаций, находящихся в пределах максимально опасной зоны; краткие геологическая и гидрогеологическая характеристики пород и полезных ископаемых, их классификация по крепости, трещиноватости, буримости, взрываемости; технологические условия (ширина рабочих площадок, высота уступов); методики и общие расчеты параметров буровых и взрывных работ; обоснование выбора диаметров шпуров и скважин, взрывчатых веществ и средств инициирования, средств механизации буровзрывных работ, взрывных и контрольно-измерительных приборов; способы взрывания; схемы взрывной сети; конструкции зарядов и боевиков (промежуточных детонаторов); методика расчета интервалов замедлений и принятые интервалы; параметры расположения скважин на уступах; расходные коэффициенты и расчетные показатели взрывов (удельный расход взрывчатых веществ, выход горной массы с 1 погонного метра скважины и др.); методика расчета безопасных расстояний, регла-

ментированных Едиными правилами безопасности при взрывных работах; типовой паспорт дробления негабаритов.

Кроме того, излагаются конкретные меры безопасной организации буровых и взрывных работ, система оповещения заинтересованных предприятий, учреждений, а также населения и местных органов власти о проводимых взрывах, требования к порядку вывода людей за пределы запретных и опасных зон, мероприятия по технике безопасности, в том числе приводятся методика расчета укрытий людей в пределах опасных зон, типовые порядок и организация работ по ликвидации отказавших зарядов.

Технический расчет и схема расположения скважин должны состоять из пояснительной записки с расчетами и графической документации.

Эти документы составляются с учетом фактических горных, геологических и гидрогеологических условий, а также указаний маркшейдерской (геодезической) службы и результатов предыдущих взрывов.

После бурения скважин, согласно проекту массового взрыва, проводится маркшейдерская съемка обуренного блока и составляется план с указанием фактического положения уступов и скважин.

На план наносится или составляется в виде самостоятельного документа таблица параметров взрывных работ, в которой указываются расчетные данные. В ходе заряжания в таблице должны проставляться фактические параметры.

Подготовленный блок после маркшейдерской съемки передается согласно акту взрывному участку или цеху, производственному подразделению подрядной организации для дальнейшего выполнения работ.

Составляется распорядок массового взрыва, который утверждается техническим руководителем.

Проект массового взрыва подлежит утверждению после предварительного рассмотрения на карьере (разрезе, прииске, руднике и т. п.) и необходимых согласований. Порядок утверждения должен быть установлен приказом руководителя предприятия (строительства, специализированной подрядной организации) по согласованию с органом Ростехнадзора.

В приказе (распоряжении) о подготовке массового взрыва указывается ответственный руководитель.

Ответственный руководитель массового взрыва обязан организовать ознакомление инженерно-технических работников и рабочих с документами по взрыву, довести до них порядок его подготовки и проведения, необходимые меры безопасности.

22.2. Технология производства взрывных работ при уступной отбойке в карьерах

Технология выполнения массового взрыва включает следующие этапы и операции.

1. ***Подготовительный этап выполнения массового взрыва,*** который включает: подготовку исходных материалов для составления проекта взрыва с целью определения расчетного расхода ВВ, диаметра скважин, сопротивления по подошве, величины перебура и забойки, расстояния между скважинами, величины заряда в скважине; составление проекта массового взрыва, определение границ опасной зоны и ее ограждение, охрану места взрыва, установление системы сигнализации при взрывных работах.

2. ***Выполнение массового взрыва,*** которое включает: доставку взрывчатого материала на места производства взрывных работ, изготовление промежуточных детонаторов, патронов-боевиков; заряжание и забойку скважин; монтаж взрывной сети и производство взрыва; осмотр забоя и ликвидацию отказавших зарядов.

22.2.1. Подготовка исходных материалов для составления проекта взрыва

Производится маркшейдерско-геологическая съемка блока, намечаемого к взрыву, и на основании этой съемки составляется план и характерные разрезы блока с указанием свойств пород и руд (трещиноватости, крепости, обводненности и т. д.) На план блока наносятся взрываемые скважины в соответствии с параметрами типового проекта БВР. Затем производится перенос скважин в натуру и их бурение. После бурения скважин осуществляется съемка их фактического положения и составление геолого-технологического плана (выкопировка) в масштабах 1:500, 1:200.

22.2.2. Составление проекта массового взрыва

На основании геолого-маркшейдерской съемки фактического расположения скважины определяется сопротивление по подошве уступа, перебур скважин их глубина, расстояние между скважинами в ряду и между рядами, масса заряда ВВ, величина заряда и забойки (заполняется таблица параметров взрывных работ).

Границы опасной зоны для людей на карьерах рассчитываются с учетом местных условий, но должны быть не менее расстояний, регламентированных Едиными правилами безопасности при взрывных работах для различных методов ведения взрывных работ:

- для наружных зарядов 300 м;
- для шпуровых зарядов 200 м;
- для скважинных зарядов 200 м;
- для котловых скважинных зарядов 300 м.

Расчет безопасных расстояний по разлету осколков породы, по сейсмическому и воздушному действию взрывов производится согласно Единым правилам безопасности при взрывных работах.

Безопасные расстояния, обеспечивающие сохранность зданий, сооружений, механизмов и других объектов от повреждений, устанавливаются руководителем взрывных работ с учетом местных условий.

На основании полученных расчетных данных параметров БВР, расхода взрывчатого материала, опасных зон, фактической технологической ситуации в карьере составляется технический расчет массового взрыва и распорядок его проведения согласно Типовой инструкции по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности.

22.2.3. Выполнение массового взрыва

Доставка взрывчатого материала на места производства взрывных работ со склада взрывчатых материалов осуществляется, как правило, специальным или специализированным автомобильным транспортом в соответствии с Инструкцией о порядке перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. Каждая группа взрывчатого материала перевозится отдельно.

Автомобили, предназначенные для транспортирования взрывчатого материала, должны иметь три огнетушителя, цепи и другие приспособления против скольжения; оборудованные искрогасителями глушители; чистый, без щелей кузов; исправное электрооборудование; специальный опознавательный знак; два знака «Въезд запрещен»; трудновоспламеняющуюся непромокаемую ткань.

При управлении автомобилем водитель обязан иметь при себе: удостоверение на право управления; путевой или маршрутный лист; свидетельство о допуске водителя и автомобиля к перевозке взрывчатого материала, аварийную карточку, маршрут перевозки.

Водители и охрана проходят специальный инструктаж о порядке перевозки, погрузки и выгрузки взрывчатого материала.

Перевозка взрывчатых материалов автотранспортом осуществляется только в сопровождении вооруженной охраны и специально выделенного сопровождающего лица.

При перевозке на автотранспорте ящики укладывают плашмя, плотно один к другому, а мешки ставят вертикально в один ряд, а сверху покрывают брезентом.

На автомобилях, перевозящих ВМ, выставляют спереди и сзади информационную таблицу.

Скорость движения автотранспорта при хорошей видимости не должна превышать 60 км/ч, при плохой видимости – в соответствии с дорожными условиями. Между автомобилями устанавливается интервал в 50 м при движении на горизонтальных участках и 300 м – в гористой местности.

Перевозка ВМ в городских условиях разрешается только в закрытых автомобилях.

Доставленные на блок взрывчатые вещества в заводской упаковке размещаются у заряжаемых скважин в количествах и наименованиях, определенных расчетом.

Доставка взрывчатых веществ и заряжание скважин механизированным способом проводятся в соответствии с требованиями действующих на предприятии инструкций.

Находящиеся на блоке взрывчатые материалы и заряженные скважины должны охраняться вооруженной охраной или проинструктированными рабочими при обязательном искусственном освещении в темное время. В необходимых случаях взрывчатые материалы должны быть защищены от атмосферных осадков.

22.2.4. Изготовление промежуточных детонаторов

Для обеспечения надежности взрыва заряда ВВ в скважинах при любом способе взрывания применяются промежуточные детонаторы или патроны-боевики. Патрон-боевик представляет собой один или несколько патронов ВВ с введенным в него средством инициирования (ЭД, ДШ, КД неэлектрической системы инициирования). Промежуточные детонаторы, патроны-боевики изготовляют на местах взрывных работ в количестве, необходимом для взрывания за один прием.

22.2.5. Технология заряжания скважин

Скважины заряжают с помощью зарядных или смесительно-зарядных машин или вручную. Иногда между частями заряда вводят забойку или оставляют воздушный промежуток. При заряжании вручную у каждой скважины заранее кладется число мешков с ВВ, соответствующее проектной массе заряда. Заранее готовится забоечный материал (песок, отходы обогатительных фабрик, породная мелочь).

В нижней части заряда рекомендуется размещать наиболее мощные ВВ. Концы ДШ, ударно-волновой трубки или электрические провода должны выходить из скважины на длину не менее 1 м. Их надо прочно закрепить, чтобы они не могли упасть в скважину в процессе ее заряжания и забойки.

В нижней части скважины, как правило, скапливается вода или жидкий шлам. Поэтому следует перед опусканием боевика засыпать в скважину 40-80 кг ВВ, а затем опустить боевик, чтобы он не попал в шлам, обеспечив нормальную детонацию заряда.

На карьерах принимается следующая последовательность выполнения ручного заряжания.

1. Устье скважины очищают от породы в радиусе 0,7 м, и для удобства заряжания над ним устанавливается металлическая воронка.

2. На дно скважины опускают первый промежуточный детонатор или патрон-боевик, а конец ДШ, ударно-волновой трубки или провода ЭД закрепляется у устья.

3. Взрывник укладывает мешок ВВ у воронки и на нем делает Т-образный или Х-образный разрез, а затем высыпает ВВ через воронку в скважину.

4. После высыпания одного – двух мешков замеряют уровень ВВ в скважине, чтобы следить за правильным размещением заряда. При случайном попадании в скважину крупных кусков ВВ может произойти перекрытие ее выше уровня заряда. В этом случае деревянным шестом, привязанным на прочном шнуре, ликвидируют образовавшуюся пробку. Иногда для ее ликвидации в скважину вливают 10÷15 л воды, которая частично растворяет аммиачную селитру, и пробка разрушается.

5. В верхней части заряда устанавливают второй боевик, концы ДШ, волновода или провода от которого также закрепляют у устья.

6. После этого высыпается оставшееся ВВ и выполняется забойка скважины.

Для крупных массовых взрывов по опыту горных предприятий боевики из отрезков ДШ с привязанными шашками-детонаторами можно готовить заранее на складе взрывчатых материалов.

Обводненные скважины заряжают водоустойчивыми ВВ. При заряжании неводоустойчивыми ВВ заряд должен быть помещен в водоустойчивую оболочку.

В обводненные скважины ВВ следует засыпать небольшими порциями (5÷10 кг), чтобы исключить образование в них пробок из неуспевшего потонуть ВВ. В полностью заряженную обводненную скважину забойку начинают засыпать не ранее чем через 15 мин после окончания заряжания, чтобы заряд ВВ полностью осел на дно скважины, так как в противном случае оседающим зарядом могут быть оборваны ДШ или провода ЭД, защемленные забойкой.

Скважины с непроточной водой достаточно эффективно заряжаются неводоустойчивыми ВВ с предварительной откачкой воды из скважины. После осушения скважины заряжание ведется по обычной технологии. Такой заряд может находиться в скважине 5÷10 ч и устойчиво детонировать. Применение предварительной откачки воды из скважины позволяет снизить стоимость взрывания обводненных скважин (пород) путем уменьшения потребления дорогих водоустойчивых ВВ.

Если для заряжания скважин применяется несколько сортов ВВ, то каждый из них размещается отдельным слоем, а боевики помещаются в наиболее мощном ВВ.

При заряжании скважин рассредоточенным зарядом каждую отдельную часть его снабжают отдельным боевиком, а если взрывание выполняется с помощью ДШ, то его пропускают вдоль всего заряда. В этом случае боевики помещают только в самом нижнем заряде.

Если для зарядки скважин используются зарядные машины, то технология заряжания состоит из следующих операций.

1. В заряжаемую часть скважины устанавливается промежуточный детонатор или патрон-боевик на заданную проектом глубину. Конец ДШ или волновода закрепляется у устья.

2. По команде взрывника к устью скважины подъезжает зарядная машина. В скважину опускается зарядный шланг (зарядный рукав) и производится зарядка ВВ.

22.2.6. Забойка скважин

Оставшееся после размещения ВВ свободное пространство в скважине частично или полностью заполняется забоечным материалом.

Забоечный материал не должен содержать камней, способных повредить средства инициирования, кроме того, следует исключить образование искр в процессе забойки. Лучшим забоечным материалом для скважин являются мелкозернистый, слегка увлажненный песок, буровая мелочь, отходы обогатительных фабрик, сухая глина, глина, смешанная с песком.

При полной забойке все свободное пространство над зарядом заполняют забоечным материалом до устья скважины. При неполной забойке заполняют 1/3÷1/2 незаряженного объема (скважины). Воздушную забойку выполняют введением в скважину бумажного пыжа на глубину 50÷70 см от устья и заполнением нормальной забойкой оставшегося пространства. Применение неполной забойки ограничивается вследствие повышенного разлета кусков породы.

На ряде карьеров применяется способ увеличения эффективности забойки путем размещения в устье скважин небольших запирающих зарядов. Масса такого заряда составляет 10÷15 кг граммонита 79/21 или гранулотола при диаметре заряда 150÷250 мм, который взрывается от магистрали ДШ одновременно с основным зарядом. Заряд размещается на бумажную пробку, устанавливаемую на расстоянии 2÷4 м от верхней части основного заряда. При этом качество взрывов не ухудшается, а трудоемкость работ по забойке скважин сокращается до минимума.

22.2.7. Монтаж взрывной сети

Взрывную сеть монтируют после окончания заряжания и забойки скважин и вывода людей и оборудования из опасной зоны. Опасная зона, определенная расчетом в проекте массового взрыва, вводится:

- при электрическом способе инициирования зарядов – перед началом укладки в заряды патронов-боевиков;
- при взрывании с применением ДШ – до начала установки в сеть пиротехнических реле;

- при использовании неэлектрических систем инициирования с низкоэнергетическими волноводами – с момента подсоединения взрывной сети участков к магистрали.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию массового взрыва на земной поверхности.
2. Из каких разделов состоит проект массового взрыва?
3. Какие сведения приводятся в типовом проекте БВР?
4. Что включает в себя технология производства взрывных работ при подготовке массового взрыва?
5. Опишите последовательность ручного заряжания скважин (шпуров).

Лекция 23

МЕТОД КАМЕРНЫХ ЗАРЯДОВ, СУЩНОСТЬ МЕТОДА, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. ВЗРЫВНОЕ РАЗРУШЕНИЕ НЕГАБАРИТНЫХ КУСКОВ

23.1. Метод камерных зарядов, сущность метода, область применения

Метод камерных зарядов состоит во взрывании сосредоточенных зарядов ВВ большой массы (до нескольких сотен тонн), помещенных в специальные горные выработки – камеры. Для размещения камерных зарядов во взрываемом массиве проходят горизонтальные (штольни, рассечки, рис. 23.1, *а*), вертикальные (шурфы, рис. 23.1, *б*) или наклонные подготовительные выработки, из которых, в свою очередь, проводят зарядные камеры. Выбор типа подводящих выработок определяется технико-экономическими расчетами. Камерные заряды применяют при взрывании на рыхление, на выброс и на сброс. Камерные заряды могут быть сосредоточенными и удлиненными.

23.1.1. Камерные заряды рыхления

Метод камерных зарядов рыхления (метод массовых обрушений) на карьерах используют редко. На открытых горных работах этот метод применяется при невозможности размещения станков для бурения взрывных скважин (неблагоприятный рельеф местности) и при высоте уступа не менее 15 м, угле откоса не менее 50^0, при взрывании массивов из неслежавшихся и несамовозгорающихся полезных ископаемых или породы.

Величина одиночного камерного заряда при взрывании на рыхление при одной обнаженной поверхности определяется по формуле

$$Q = qW^3, \qquad (23.1)$$

где Q – величина одиночного камерного заряда, кг;

q – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;

W – линия наименьшего сопротивления (ЛНС), м;

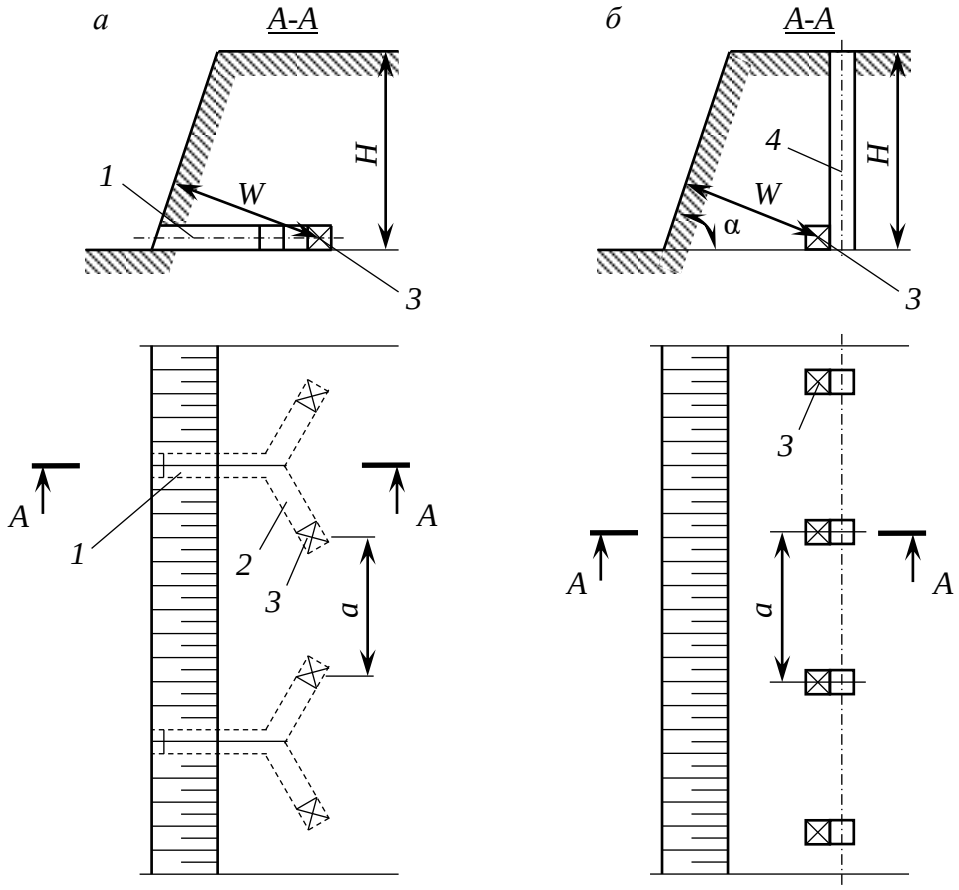


Рис. 23.1. Расположение выработок при работе методом камерных зарядов:
1 – штольня; *2* – рассечка; *3* – камера; *4* – шурф

За ЛНС камерного заряда принимается кратчайшее расстояние от центра заряда до обнаженной поверхности.

Величина расчетного удельного расхода ВВ для зарядов нормального рыхления составляет 0,35-0,7 кг/м^3. Заряды могут располагаться в один или несколько рядов. Расстояние межу рядами в ряду a определяется по формуле

$$a = mW, \qquad (23.2)$$

где a – расстояние между зарядами в ряду, м;

m – относительное расстояние между зарядами в ряду; принимается в пределах 1,0÷1,4 в зависимости от взрываемости, характера напластования, требуемой степени дробления породы, последовательности взрывания зарядов и т. п. Нижний предел принимается для трудновзрываемых пород.

W – линия наименьшего сопротивления.

Если W соседних зарядов не равны между собой, для расчета величины a принимается их среднее значение.

Объем зарядной камеры вчерне рассчитывается с учетом объема ВВ, тары, крепежного и изолирующего материала (толь, доски, мешковина и пр.)

Объем камеры для сосредоточенного заряда рассчитывается по формуле

$$V_{\text{к}} = \frac{Q}{\Delta} K_{\text{v}}, \qquad (23.3)$$

где $V_{\text{к}}$ – объем камеры, м^3;

Q – вес заряда, т;

Δ – плотность заряжания, т/м^3;

K_{v} – коэффициент, зависящий от способа крепления камеры и наличия в камере труднодоступных для заряжания участков; принимается ориентировочно в пределах 1,1 ÷1,8.

Форма камер и размеры их поперечного сечения устанавливаются проектом. В зависимости от устойчивости пород кровли и стенок выработки камера в плане может иметь форму квадратную, удлиненную, крестообразную, Т-образную, кольцевую и др., в поперечном (вертикальном) сечении - прямоугольную, трапециевидную или сводчатую.

Сечения рассечек, связывающих зарядные камеры с шурфами или штольнями, принимаются такими же, как и сечения штолен.

Штольни и рассечки следует располагать, исходя из условия наименьшего объема проходческих работ. Это условие при расположении выработок в соответствии с рис. 23.2. соблюдается в том случае, когда $\alpha_1 = \alpha_2 = 30^0$.

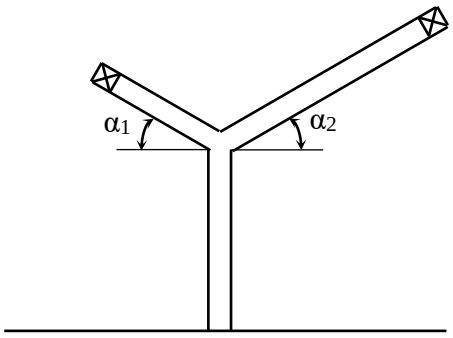


Рис. 23.2. Расположение штольни и рассечек.

Подводящие выработки к зарядным камерам должны иметь сечение в свету не менее: для шурфов 1 м^2 (1,0 × 1,0); для штолен 1,2 м^2 (1,5 × 0,8) при длине штольни до 10 м и 1,8 м^2 (1,8 × 1) при длине штольни более 10 м.

23.1.2. Камерные заряды выброса

Выемки заданного профиля образуются взрыванием камерных зарядов, рассчитанных на выброс породы. Величина сосредоточенного заряда выброса определяется по формуле М. М. Борескова

$$Q = q_{â} W^3 (0{,}4 + 0{,}6 n^3), \tag{23.4}$$

где Q - сосредоточенный заряд выброса, кг;

$q_в$ – расчетный удельный расход ВВ, кг/м^3;

W – линия наименьшего сопротивления, м;

n – показатель действия взрыва:

$$n = \frac{r}{W}; \tag{23.5}$$

r – радиус воронки (рис. 25.3), м.

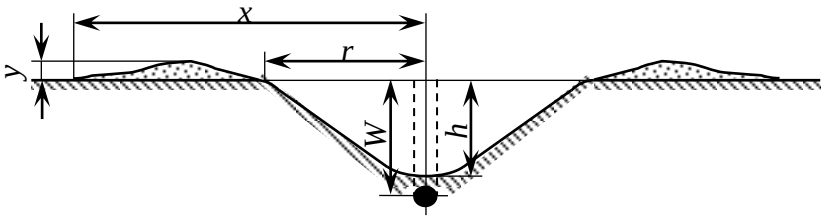


Рис. 23.3. Схема действия заряда выброса.

Для образования выемок взрывом на выброс заряды могут располагаться в один или несколько рядов.

При однорядном расположении расстояние между зарядами a (при условии, что W больше 1,5 м) определяется по формуле

$$a = 0{,}5W(n+1), \tag{23.6}$$

где a – расстояние между зарядами, м;

W – линия наименьшего сопротивления, м.

При двухрядном или многорядном расположении и одновременном взрывании зарядов расстояние между рядами b принимается равным расстоянию между зарядами в ряду.

Направленный выброс грунта при горизонтальном рельефе достигается взрыванием не менее двух зарядов *I* и *II* (рис. 23.4). При этом показатель действия взрыва зарядов того ряда, который наиболее удален от стороны направления выброса, должен быть больше на 0,5 показателя действия взрыва зарядов другого ряда.

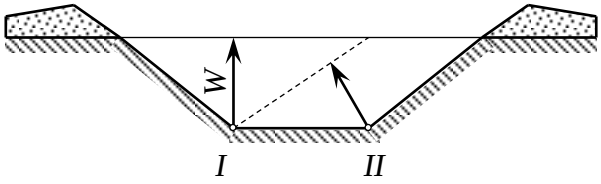


Рис. 23.4. Односторонний направленный выброс

При проектировании выемок, каналов, траншей заданного профиля показатель действия взрыва n, число рядов зарядов и расстояние между рядами определяется графически с таким расчетом, чтобы проектируемая воронка соответствовала по возможности заданному профилю выемки.

Направленный выброс может быть также осуществлен путем разновременного взрыва рядов зарядов, причем первыми взрываются заряды ближайшего ряда к направлению выброса. Число рядов для получения увеличенного выброса на одну сторону при горизонтальном рельефе рекомендуется принимать не более трех.

Расстояние между рядами зарядов при направленном выбросе находят графически так, чтобы ЛНС каждого заряда, взрываемого с замедлением, была перпендикулярна обнаженной поверхности, образуемой зарядами, взрываемыми с опережением, а длина ее была не больше расстояния от центра заряда до свободной поверхности по вертикали.

23.1.3. Камерные заряды на сброс

Взрывы на сброс производятся при уклоне поверхности взрываемого массива более 20° к горизонту для вскрытия или разработки полезных ископаемых, образования профильных выемок (дорог, специальных площадок), плотин, насыпей разного назначения и т. п.

В зависимости от конфигурации взрываемого массива и требований, предъявляемых к взрыву (размеры выемок, угол образуемого откоса и т. п.), расположение зарядов (рис. 23.5) может быть двухрядным (рис. 23.6) и двухъярусным (рис. 23.7). В отдельных случаях допускается многорядное и многоярусное расположение зарядов.

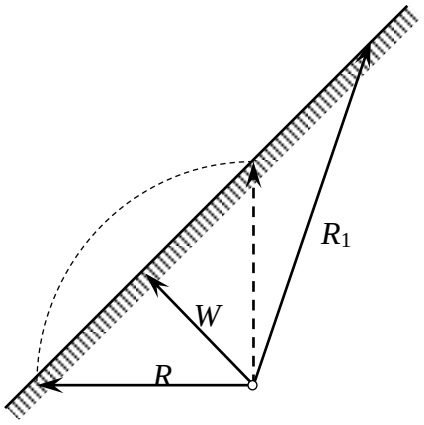


Рис. 23.5. Схема однорядного расположения зарядов сброса

Места заложения зарядов определяются графически таким образом, чтобы образующаяся выемка (с учетом действия заряда в глубь массива) вписывалась в проектный контур.

Радиус действия взрыва сосредоточенного заряда R (см. рис. 23.5) определяется по формуле

$$R = W\sqrt{1+n^2}\ . \qquad (23.7)$$

Радиус отрыва пород в нагорную сторону R_1 за счет обрушения откоса может превышать величину *R,* достигая *2W,* а на участках с падением пластов пород параллельно поверхности склона *R* может превышать 3*W***.**

Процент сброса породы при образовании полувыемки имеет максимальное значение при $R = R_1$. Под процентом сброса понимают отношение фактического объема образовавшейся взрывом выемки (в пределах проектного контура) к проектному объему, выраженное в процентах.

При двухрядном расположении заряды второго ряда помещаются в вершине угла, образуемого проектируемым откосом O_2B и площадкой AO_2 (см. рис. 23.6).

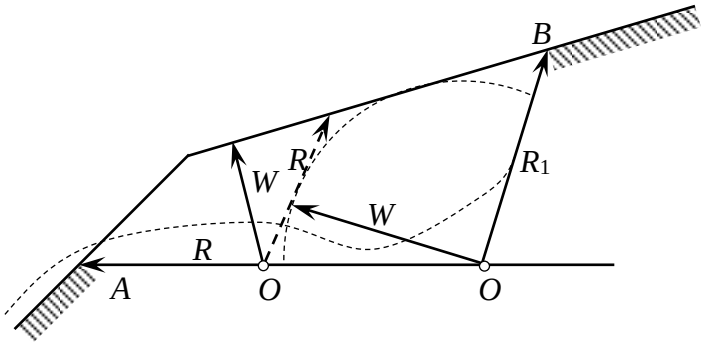


Рис. 23.6. Схема двухрядного расположения зарядов сброса

Местоположение заряда первого ряда находится из условия совмещения радиуса действия его взрыва *R* с проектным контуром площадки O_1A. При этом расстояние между рядами зарядов во избежание оставления порогов должно быть не больше радиуса действия взрыва заряда второго ряда.

За ЛНС заряда второго ряда принимается расстояние от его центра до проектируемой поверхности отрыва при взрыве зарядов первого ряда.

Если число рядов превышает два, графическое построение ЛНС первых рядов производится аналогичным способом с размещением зарядов от последнего ряда к первому.

Показатель действия взрыва зарядов *n* первого ряда принимается от 1 до 1,5. Значение *n* для зарядов второго ряда должно быть на 0,25-0,5 больше, чем для зарядов первого ряда. Как правило, заряды второго ряда взрывают с замедлением.

При устройстве профильных выемок месторасположение зарядов следует определять из условия сохранения при взрыве проектного основания выемки и получения заданных откосов. Для этого необходимо учитывать действие заряда в глубь массива, которое выражается в разрушении (рыхлении) дополнительного объема породы за пределами контура воронки (выемки).

При двухъярусном расположении зарядов (см. рис. 23.7) расстояние между ярусами $b_{яр}$ принимается в зависимости от устойчивости породы и величины *n* в

пределах (1,3÷1,6)*W* зарядов нижнего яруса. При двухрядном расположении зарядов в нижнем ярусе за величину *W* принимается ЛНС заряда второго ряда.

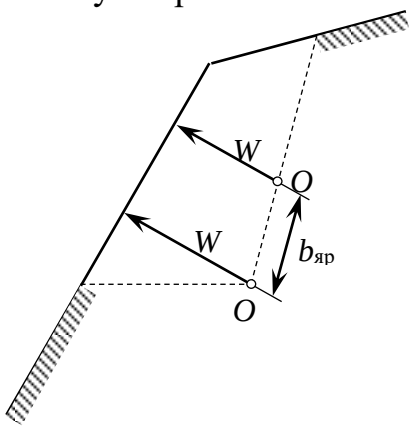


Рис. 23.7. Схема двухъярусного расположения зарядов сброса

Заряды разных ярусов могут взрываться одновременно или с замедлением в направлении сверху вниз.

23.2. Взрывное разрушение негабаритных кусков

При существующей технике и технологии отбойки пород скважинными зарядами на карьерах выход негабаритных кусков при массовых взрывах составляет 0,3-20 % от общего объема взорванной горной массы, особенно большой выход негабарита в трудновзрываемых породах. Высокий выход негабарита ухудшает технико-экономические показатели работы карьеров, усложняет технологический процесс, снижает производительность погрузки, транспорта, повышает себестоимость добычи полезного ископаемого. От быстроты и эффективности дробления негабаритных кусков существенно зависят ритм и общая организация работы на карьере. Для вторичного дробления негабаритов в настоящее время разработано много способов и средств разрушения.

Взрывные способы разрушения негабаритов подразделяются:

1) без бурения шпуров в негабарите: обычными наружными зарядами (рис. 23.8*, а);* кумулятивными зарядами (рис. 23.8, *б*).

2) с бурением шпуров в негабарите: шпуровыми зарядами ВВ (рис. 23.8, *в*); микрозарядами ВВ, гидровзрывные (рис. 23.8, *г*).

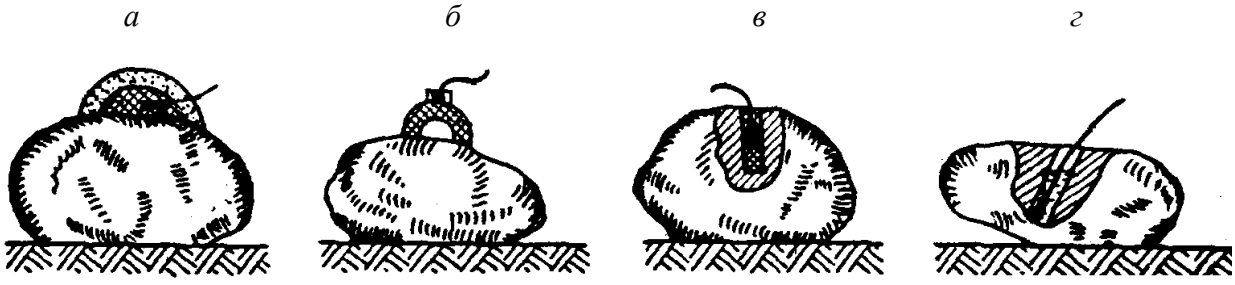


Рис. 23.8. Способы взрывного дробления негабарита

Эффективность каждого из приведенных способов взрывания зависит от многих технических и технологических факторов и определяется с учетом технико-экономических показателей дробления негабарита.

23.2.1. Разрушение негабаритов методом наружных зарядов

Метод наружных (накладных) зарядов состоит во взрывании зарядов, расположенных непосредственно на поверхности разрушаемого предмета.

Для повышения эффективности наружные заряды прикрывают забоечным материалом, слой которого должен быть не меньше одной – двух толщин заряда.

Наружные заряды применяют в тех случаях, когда невозможно или нецелесообразно производить бурение для размещения зарядов. Этот метод может применяться при дроблении негабаритных кусков породы, металла, железобетона или при перебивании удлиненных предметов и др.

При дроблении негабаритных кусков и валунов заряд помещают на поверхности взрываемого куска примерно над центром куска. Вес наружного заряда Q при дроблении негабаритных кусков определяется по формуле

$$Q = q_{\text{і}} V , \qquad (23.8)$$

где Q – вес наружного заряда, кг;

$q_{\text{н}}$ – удельный расход ВВ, зависящий от крепости пород, размеров взрываемых блоков и типа ВВ и принимаемый для скальных горных пород в пределах 1,3÷2,0 кг/м^3.

Наружные заряды взрывают электроогневым, электрическим способами, с помощью детонирующего шнура или неэлектрическими системами инициирования с низкоэнергетическими волноводами. Негабарит разрушается в основном под действием ударной волны, газообразные продукты взрыва почти не участвуют в разрушении негабарита. Этот способ характеризуется высоким удельным расходом ВВ, в десятки раз превышающим удельный расход ВВ при дроблении шпуровыми зарядами и достигающим 2 кг/м^3. При этом наблюдается чрезвычайно сильный звуковой эффект и сильная ударная воздушная волна. Опасная зона при взрывании наружных зарядов составляет не менее 300 м. На предприятиях, где преобладают крепкие, но хрупкие породы, этот способ применяют достаточно широко.

Применение наружной забойки из глины или полиэтиленовых пакетов с водой сокращает расход ВВ при одинаковом эффекте разрушения, уменьшает интенсивность ударной воздушной волны.

Применение кумулятивных зарядов типа ЗКП позволяет в 8-9 раз снизить удельный расход ВВ на вторичное дробление 1 м^3 негабарита. В прессованном

заряде ЗКП имеется кумулятивная выемка, облицованная сталью, промежуточный детонатор и скоба для крепления детонирующего шнура.

Применение кумулятивных зарядов для разрушения негабаритов позволяет уменьшить разлет осколков и снизить силу ударной воздушной волны.

Для выбора массы заряда можно пользоваться эмпирической формулой

$$Q = 0{,}73H^2, \qquad (23.9)$$

где Q –масса заряда, кг;

H – толщина негабаритного куска, м.

Достоинства метода наружных зарядов: простота, высокая маневренность, возможность ведения взрывных работ в самых труднодоступных местах, отсутствие необходимости в буровых работах; недостатки: значительный удельный расход ВВ, низкий эффект взрыва, увеличенные (до 400 м) зона разлета кусков взорванного материала и зона действия воздушной ударной волны.

23.2.2. Разрушение негабаритов методом шпуровых зарядов

Для дробления негабаритов взрывом шпурового заряда в нем бурят шпуры диаметром до 45 мм, глубиной 0,3÷0,5 ширины негабарита. Бурение осуществляется перфораторами различных типов.

Пробуренные шпуры в негабаритных кусках заряжают обычно во время подготовки к массовому взрыву. В шпур помещается заряд ВВ и вводится детонирующий шнур, вставляется зажигательная трубка, электродетонатор или ударно-волновая трубка. Детонирующий шнур от негабаритов подсоединяется к магистральному, который, в свою очередь обычно подсоединяется к магистрали от скважин. Целесообразно проводить взрывание негабарита одновременно с массовым взрывом. Удельный расход ВВ для взрывания негабарита шпуровыми зарядами составляет 0,15÷0,5 кг/м^3.

К недостаткам данного способа разрушения негабаритов относятся: высокая стоимость, вредные условия работы (вибрация, пыль, шум) при бурении.

23.2.3. Разрушение негабаритов гидровзрывным способом

Вместо обычных шпуровых зарядов массой по 200 г можно в шпуры помещать микрозаряды массой 20—50 г в водоустойчивых оболочках. В качестве ВВ используется аммонит № 6 ЖВ. Заряд в резиновой оболочке, приготовленный на складе ВМ, вводится в шпур, который заполняется водой. При этом способе взрывания разлет кусков весьма незначителен, и безопасное расстояние может составлять не более 50 м.

Данный способ разрушения негабаритов может сократить расход ВВ более чем в 10 раз.

Порода, находящаяся в непосредственной близости от заряда ВВ, под действием продуктов детонации разрушается и растрескивается.

При применении небольших зарядов h в шпурах, заполняемых водой, можно достигнуть разрушения негабаритов с минимальным разлетом кусков. Глубина шпуров при гидровзрывании принимается больше двукратной величины уровня жидкости h в шпуре, но меньше половины толщины негабарита. Расстояние между шпурами при гидровзрывании принимается равным 0,5÷0,7 толщины куска, шпуры необходимо располагать равномерно в центральной части негабарита. Минимальное расстояние от шпура до ближайшей боковой поверхности негабарита не должно быть более глубины шпура.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность метода камерных зарядов и где он применяется?
2. Как рассчитывается величина одиночного камерного заряда?
3. Каким может быть расположение камерных зарядов на сброс?
4. В чем сущность разрушения негабарита методом наружных зарядов?
5. В чем заключается сущность разрушения негабарита методом шпуровых зарядов?
6. В чем отличие разрушения негабарита методом шпуровых зарядов от гидровзрывного способа?

Лекция 24

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ НА ГОРНОМ ПРЕДПРИЯТИИ: ТЕХНИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ; ПЕРСОНАЛ ДЛЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ; ПРАВИЛА УЧЕТА, ПРИЕМКИ И ВЫДАЧИ ВЗРЫВЧАТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Взрывные работы должны выполняться взрывниками под руководством лица технического надзора по письменным нарядам с ознакомлением под роспись и соответствующим наряд-путевкам и проводиться только в местах, отвечающих требованиям правил и инструкций по безопасности работ.

При одновременной работе нескольких взрывников в пределах общей опасной зоны одного из них необходимо назначать старшим. Свои распоряжения он должен подавать голосом или заранее обусловленными и известными взрывникам сигналами.

Взрывник во время работы обязан быть в соответствующей спецодежде, иметь при себе выданные организацией часы, необходимые приборы и принадлежности для взрывных работ. При взрывании несколькими взрывниками часы могут быть только у старшего взрывника.

24.1. Техническая документация для производства взрывных работ

Взрывание зарядов взрывчатых веществ должно проводиться по оформленной в установленном порядке технической документации (проектам, паспортам и т. п.). С такими документами персонал, осуществляющий буровзрывные работы, должен быть ознакомлен под роспись.

24.1.1. Проекты буровзрывных работ

Проекты необходимо составлять для взрывания скважинных, камерных, котловых зарядов, в том числе при выполнении взрывных работ на строительных объектах, валке зданий и сооружений, простреливании скважин, ведении дноуглубительных и ледоходных работ, работ на болотах, подводных взрывных работ, при взрывании горячих массивов, выполнении прострелочно-взрывных, сейсморазведочных работ, производстве иных специальных работ.

Другие взрывные работы, за исключением особо оговоренных в настоящих Правилах случаев, могут выполняться по паспортам.

Каждая организация, ведущая взрывные работы с применением массовых взрывов, должна иметь типовой проект производства буровзрывных работ, являющийся базовым документом для разработки паспортов и проектов, в том числе и проектов массовых взрывов, выполняемых в конкретных условиях.

Массовым взрывом следует считать: на подземных работах – взрыв, при осуществлении которого требуется время для проветривания и возобновления работ в руднике (шахте, участке), большее, чем это предусмотрено в расчете при повседневной организации работ; на открытых работах – взрыв смонтированных в общую взрывную сеть двух и более скважинных, котловых или камерных зарядов, независимо от протяженности заряжаемой выработки, а также единичных зарядов в выработках протяженностью более 10 м.

Типовой проект (ППР) должен утверждаться техническим руководителем и вводиться в действие приказом руководителя организации. При выполнении взрывных работ подрядным способом типовой проект (проект буровзрывных работ) утверждается техническими руководителями организации–подрядчика и организации–заказчика.

Проекты буровзрывных (взрывных) работ в числе прочих вопросов должны содержать решения по безопасной организации работ с указанием основных параметров буровзрывных работ; способам инициирования зарядов; расчетам взрывных сетей; конструкциям зарядов и боевиков; предполагаемому расходу взрывчатых материалов; определению опасной зоны и охране этой зоны с учетом объектов, находящихся в ее пределах (здания,

сооружения, коммуникации и т.п.); проветриванию района взрывных работ и другим мерам безопасности, дополняющим в конкретных условиях требования Единых правил безопасности при взрывных работах.

24.1.2. Паспорта буровзрывных (взрывных) работ

Паспорта должны утверждаться одним из руководителей той организации (шахты, рудника, карьера и т. п.), которая ведет взрывные работы. Паспорта составляются на основании и с учетом результатов не менее трех опытных взрываний. По разрешению руководителя взрывных работ организации (шахты, рудника, карьера и т. п.) допускается вместо опытных взрываний использовать результаты взрывов, проведенных в аналогичных условиях.

Паспорт должен включать:

а) схему расположения шпуров или наружных зарядов; наименования взрывчатых материалов; данные о способе заряжания, числе шпуров, их глубине и диаметре, массе и конструкции зарядов и боевиков, последовательности и количестве приемов взрывания зарядов, материале забойки и ее длине, длинах зажигательных и контрольных трубок (контрольного отрезка огнепроводного шнура); схему монтажа взрывной (электровзрывной) сети с указанием длины (сопротивления), замедлений, схемы и времени проветривания забоев;

б) величину радиуса опасной зоны;

в) указания о местах укрытия взрывника (мастера - взрывника) и рабочих на время производства взрывных работ, которые должны располагаться за пределами опасной зоны;

г) указания о расстановке постов охраны или оцепления, расположении предохранительных устройств, предупредительных и запрещающих знаков, ограждающих доступ в опасную зону и к месту взрыва.

Кроме того, для шахт, опасных по газу или пыли, в паспорте должны быть указаны количество и схема расположения специальных средств по предотвращению взрывов газа (пыли), а также режим взрывных работ.

В отдельных случаях в связи с изменением горно-геологических или других условий с разрешения лица технического надзора, осуществляющего непосредственное руководство взрывными работами, допускается уменьшение массы и числа зарядов в сравнении с показателями, предусмотренными паспортом.

24.1.3. Схемы буровзрывных работ

По схемам разрешается проводить разовые взрывы зарядов в шпурах:

- для доведения контура выработки до размеров, предусмотренных проектом;
- удаления навесов;

- выравнивания забоя;
- подрывки почвы выработки;
- расширения выработки при перекреплении;
- опытном взрывании;
- в целях ликвидации отказов.

Схема составляется и подписывается лицом технического надзора, осуществляющим непосредственное руководство взрывными работами, и на шахтах, опасных по газу или пыли, подлежит утверждению техническим руководителем шахты.

В схеме указываются расположение шпуров, масса и конструкция зарядов, места расположения постов и укрытия взрывника, необходимые дополнительные меры безопасности.

Со схемой под роспись должен быть ознакомлен взрывник (мастер - взрывник).

24.2. Персонал для взрывных работ

К персоналу для взрывных работ относятся:

1) руководители взрывных работ;

2) исполнители взрывных работ (взрывники и мастера-взрывники);

3) работники складов взрывчатых материалов (заведующий складом ВМ, раздатчик склада ВМ, лаборант склада ВМ).

К руководству взрывными работами допускаются лица, имеющие законченное высшее или среднее горнотехническое образование, либо окончившие специальные учебные заведения, дающие соответствующее право, а также получившие Единую книжку взрывника.

Инженерно-технические работники, руководящие взрывными работами на предприятиях и в организациях, ведущих взрывные работы, обязаны при назначении (утверждении) на должность и далее не реже одного раза в три года проходить аттестацию на знание Единых правил безопасности при взрывных работах по вопросам, входящим в их обязанности.

Обучение по профессии взрывника и мастера-взрывника (взрывника на шахтах и рудниках, опасных по газу или пыли) проходят лица мужского пола, имеющие среднее образование и следующий возраст и стаж работы:

в угольных шахтах, опасных по газу или пыли, - не моложе 18 лет и стаж на подземных работах проходчика или рабочего очистного забоя не менее 2 лет;

на всех других видах взрывных работ - не моложе 18 лет и стаж работы не менее одного года по специальности, соответствующей характеру работы организации.

По окончании обучения взрывники сдают квалификационный экзамен комиссии под председательством представителя территориального органа Ростехнадзора.

Лица, имеющие право руководства взрывными работами, имеют право работать взрывниками без обучения, после сдачи квалификационного экзамена.

По окончании обучения (перед стажировкой) взрывникам выдается квалификационное удостоверение – Единая книжка взрывника.

Взрывник допускается к самостоятельному производству взрывных работ только после работы стажером в течение одного месяца под руководством опытного взрывника.

Заведующими складами ВМ должны назначаться лица, имеющие право руководства взрывными работами или окончившие вузы (средние специальные учебные заведения) по специальности технологии изготовления и исследования ВВ, а также взрывники, прошедшие обучение по специальной программе подготовки заведующих складами ВМ, сдавшие квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника.

Раздатчиками ВМ на складах разрешается назначать лиц, имеющих образование не ниже среднего, прошедших обучение по специальной программе подготовки заведующих складами ВМ, сдавших квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника. Они допускаются к самостоятельной работе после стажировки в течение 10 дней. Раздатчиками можно назначать взрывников, прошедших стажировку в течение 5 дней.

Лаборантами складов ВМ могут назначаться лица, прошедшие подготовку по программе для лаборантов складов ВМ, сдавшие квалификационный экзамен и получившие Единую книжку взрывника.

24.3. Правила приемки, отпуска и учета взрывчатых материалов

Доставленные на места хранения взрывчатые материалы должны быть без промедления помещены в хранилища, на площадки и т. п. и оприходованы на основании отправочных заводских документов, наряд-накладной или наряд-путевки.

Предприятие обязано вести учет прихода и расхода взрывчатых материалов на складах ВМ в Книге учета прихода и расхода взрывчатых материалов (форма 1) и Книге учета выдачи и возврата взрывчатых материалов (форма 2).

Формы учета:

- Книга учета прихода и расхода взрывчатых материалов (форма 1) должна быть пронумерована, прошнурована и скреплена печатью или пломбой органа Ростехнадзора. Книгу должны вести заведующие и раздатчики складов взрывчатых материалов. Взрывчатые материалы каждого наименования должны учитываться отдельно. Остаток ВМ по каждому наименованию должен быть подсчитан и занесен в книгу на конец текущих суток.
- Книга учета выдачи и возврата взрывчатых материалов (форма 2) должна быть также пронумерована, прошнурована и скреплена печатью или пломбой органа Ростехнадзора. Книга предназначена для выдачи ВМ взрывникам и приема у них остатков ВМ. Книгу должны вести заведующие и раздатчики складов взрывчатых материалов.

- Наряд-накладная (форма 3) служит для отпуска взрывчатых материалов с одного места хранения на другое.
- Наряд-путевка на производство взрывных работ (форма 4) служит для отпуска взрывчатых материалов взрывникам. Наряд-путевка должна подписываться начальником участка, на котором проводятся взрывные работы, или его заместителем. На шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, кроме того, наряд-путевка должна подписываться руководителем служб взрывных работ и вентиляции и утверждаться руководителем шахты.

После взрывных работ взрывник, на имя которого выписана наряд-путевка, и лицо технического надзора, руководившее взрывными работами в смене, обязаны подтвердить своими подписями в наряд-путевке фактический расход взрывчатых материалов по назначению.

Проверка правильности учета, хранения и наличия взрывчатых материалов на складах должна проводиться ежемесячно лицами, назначенными руководителем предприятия, и периодически – представителем органов Ростехнадзора.

Контрольные вопросы

1. В каких случаях применяются проекты, паспорта и схемы буровзрывных (взрывных) работ?
2. Какие лица допускаются к руководству взрывными работами?
3. Кто допускается к обучению по профессии «взрывник»?
4. Какие должности персонала для взрывных работ существуют на складах ВМ?
5. Охарактеризуйте основные формы учета ВМ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Конспект лекций соответствует учебной программе дисциплины «Разрушение горных пород взрывом», разработанной на основании многолетнего опыта преподавания данного предмета в Уральском государственном горном университете.

Согласно программе, студенты, обучающиеся по специальностям направления «Горное дело», должны знать историю, современное состояние и перспективы применения взрывных технологий; основы теории взрыва и взрывчатых веществ, ассортимент промышленных взрывчатых материалов, технику и технологию основных методов ведения взрывных работ на горных предприятиях.

В соответствии с требованиями программы в конспекте лекций приводятся сведения о типах взрыва и характеристиках взрывчатых веществ, даются сведения о формах химического превращения ВВ, в т. ч. основах теории детонации, рассматриваются общие характеристики промышленных ВВ, основные типы и рецептуры непредохранительных ВВ, основы теории и ассортимент предохранительных ВВ, методы испытаний промышленных взрывчатых веществ. Подробно освещены вопросы, связанные с методами ведения взрывных работ: шпуровых, скважинных, камерных и наружных зарядов.

Список литературы

Андреев, К. К. Теория взрывчатых веществ / К. К. Андреев, А. Ф. Беляев. – М.: Оборонгиз, 1960.

Взрывчатые вещества и средства инициирования промышленного назначения: каталог. – М.: ГосНИП «Расчет», 2003.

Дубнов, Л. В. Промышленные взрывчатые вещества / Л. В. Дубнов, Н. С. Бахаревич, А. И. Романов. – М.: Недра, 1988.

Единые правила безопасности при взрывных работах. – М., 2001.

Кутузов, Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Часть I. Разрушение горных пород взрывом: учебник для вузов / Б. Н. Кутузов. – М.: Изд-во «Горная книга», 2007.

Кутузов, Б. Н. Разрушение горных пород взрывом (взрывные технологии в промышленности) / Б. Н. Кутузов. – М.: Изд-во МГГУ, 1994.

Латышев, О.Г. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие / О. Г. Латышев, А. Г. Петрушин, М. А. Азанов.– Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008.

Латышев, О.Г. Разрушение горных пород / О. Г. Латышев. – М.: Теплотехник, 2007.

Мосинец, В. Н. Разрушение трещиноватых и нарушенных массивов / В. Н. Мосинец, А. В. Абрамов. – М.: Недра, 1982.

Покровский, Г. И. Действие удара и взрыва в деформируемых средах /Г. И. Покровский, И. С. Федоров. – М.: Гос. изд-во лит. по стройматериалам, 1957.

Промышленные взрывчатые материалы. Применение взрывчатых материалов из утилизируемых боеприпасов и твердых ракетных топлив: Учебное пособие / С. В. Корнилков, М. В. Корнилков, Г. П. Берсенев [и др]; под общей редакцией М. В. Корнилкова. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003.

Ржевский, В. В. Процессы открытых горных работ / В. В. Ржевский. – М.: Недра, 1978.

Суханов, А. Ф. Разрушение горных пород взрывом / А. Ф. Суханов, Б. Н. Кутузов. – М.: Недра, 1983.

Технические правила ведения взрывных работ на земной поверхности. – М.: Недра, 1972.

Угольников, В. К. Промышленные взрывчатые материалы: учебное пособие / В. К. Угольников, П. С. Симонов, Н. В. Угольников. – Магнитогорск, Изд-во МГГУ им. Г. И. Носова, 2005.

Заявки на книгу отправлять по адресу:
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»,
Издательство

Учебное издание

Михаил Викторович Корнилков

РАЗРУШЕНИЕ ГОРНЫХ ПОРОД ВЗРЫВОМ

Конспект лекций

Редактор Л. В. Устьянцева

Компьютерная верстка М. В. Корнилков

Подписано в печать 29.09.2008 г. Бумага писчая. Формат 60×84/16.
Печать офсетная. Печ. л. 12,625. Уч.-изд. л. 12,25. Тираж 500. Заказ

Изд-во УГГУ
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отпечатано с оригинал-макета в лаборатории
множительной техники УГГУ



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

И. В. Назаров, Е. В. Шипилова

Методические указания
к геодезической практике для студентов всех специальностей и направлений

Екатеринбург – 2020

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение
высшего образования

«Уральский государственный горный университет»

И. В. Назаров, Е. В. Шипилова

Методические указания
к геодезической практике для студентов всех специальностей и направлений

Издание УГГУ Екатеринбург, 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ 5
1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ 6
1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30) 6
1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3 10
2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ 13
2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования 13
2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе 14
2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода 17
2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети 18
3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ 20
3.1. Вычисление привязки 20
3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий 22
3.3. Вычисление отметок пунктов съемочного обоснования методом тригонометрического нивелирования 23
3.4. Вычисление координат пунктов съемочного обоснования 26
3.4.1. Вычисление угловой невязки хода 26
3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода 28
3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съемочного обоснования 29
4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА 31
4.1. Работа на станции 31
4.2. Ведение журнала тахеометрической съемки 32
4.3. Составление абриса 34
5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА 36
5.1. Вычерчивание координатной сетки 36
5.1.1. Построение пунктов съемочного обоснования по координатам 36
5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план 37

5.3. Оформление топографического плана 37
6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ 39
6.1. Рекогносцировка трассы 39
6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей 39
6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям 40
6.4. Работа на станции при нивелировании 41
6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования 45
6.5.1. Обработка нивелирного журнала 45
6.5.2. Построение профиля трассы 47
6.5.3. Проектирование по профилю 49
7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ 52
7.1. Элементы геодезических разбивочных работ 52
7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла 52
7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния 53
7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом) 53
7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой 56
7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном 57
8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ 59
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ 60
ПРИЛОЖЕНИЯ 62
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Стандартный шрифт 62
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Вычислительный шрифт 63

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Задачей учебной геодезической практики является закрепление теоретических знаний студентов и приобретение ими практических навыков при решении различных инженерно-геодезических задач.

Все виды работ, предусмотренные программой, выполняются студентами самостоятельно бригадами в составе 6 человек, Продолжительность учебной геодезической практики – 2 недели.

Студенты допускаются к производству геодезических работ на практике лишь после изучения правил по охране труда и технике безопасности.

В период прохождения геодезической практики студенты обязаны выполнять установленный распорядок дня, бережно относиться к полученным приборам и инструментам и поддерживать дисциплину и порядок на полигоне и территории базы.

Руководитель практики систематически контролирует в течение всего периода практики се виды полевых и камеральных работ и принимает законченные работы.

Зачет по практики преподаватель принимает по пятибалльной системе от каждого студента в присутствии всех членов бригады.

Студенты, пропускающие дни практики, опаздывающие или уходящие с работы раньше срока по неуважительной причине, к зачету по практике не допускаются.

1. ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ И ИХ РАБОЧИЕ ПОВЕРКИ

Для измерения углов на учебно-геодезической практике используются теодолиты Т-30, 2Т-30.

Основные части теодолита (2Т-30) показаны на рис. 1.1, отсчетные устройства приборов – на рис. 1.2, сетка нитей – на рис. 1.3.

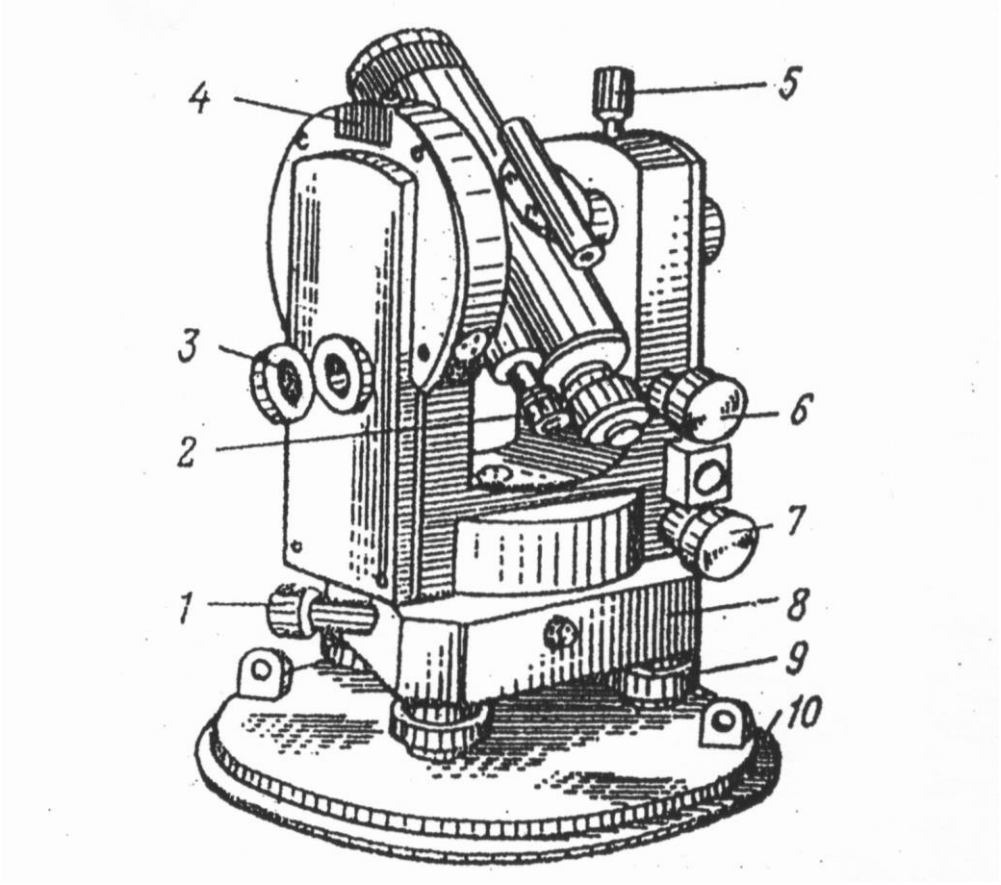


Рис. 1.1. Устройство теодолита 2Т30:
1 – наводящий винт лимба; 2 – микроскоп; 3 – зеркало для освещения шкал микроскопа;
4 – гнездо для крепления буссоли; 5 – закрепительный винт трубы;
6 – наводящий винт трубы; 7 – наводящий винт алидады;
8 – подставка; 9 – подъемные винты; 10 – основание

1.1. Рабочие поверки теодолита Т-30 (2Т-30)

Поверка 1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального круга должна быть перпендикулярна вертикальной оси вращения прибора.

Уровень горизонтального круга устанавливают по направлению двух подъемных винтов, приводят или пузырек на середину, Затем поворачивают, алидаду на 180°. При отклонении пузырька от средины более чем на 2 деления производят юстировку – на половину дуги отклонения пузырька уровня перемещают юстировочными винтами уровня. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к горизонтальной оси вращения трубы.

Выбирают на местности удаленную точку. Наводят теодолит на удаленную точку и берут отсчёты по горизонтальному кругу при двух положениях вертикального круга $КЛ_1$ и $КП_1$. Открепив становым винтом штатива подставку теодолита, поворачивают прибор примерно на 180° и повторяют то же самое, получая отчеты при $КЛ_2$ и $КП_2$. Получают значение коллимационной ошибки *C* по формуле:

$$C = \frac{(КЛ1 - КП1 \pm 180°) + (КЛ2 - КП2 \pm 180°)}{4}.$$

Если величина *C* превышает 2′, то вычисляют исправленный отсчет КП – С и устанавливают его на горизонтальном круге микрометренным винтом алидады. При этом центр сетки нитей сместится с точки наведения. Для исправления данного положения вращают горизонтальные исправленные винты сетки нитей до совмещения ее центра с точкой наведения.

Пример: отсчеты по горизонтальному кругу

	КЛ	КП
Наведение 1	40°22′	220°20′
Наведение 2	200°10′	20°10′

$$C = \frac{(40\,°22\,' - 220°\,20\,' + 180°00\,') + (200°\,10\,' - 20°10\,' - 180°00\,')}{4};$$

$$C = \frac{4'}{4} = 1'.$$

В штриховом микроскопе теодолита Т30 в середине поля зрения виден штрих, относительно которого осуществляется отсчет по лимбу (рис. 1.2, *а*). Перед отсчетом по лимбу необходимо определить цену деления лимба. В теодолите Т30 цена деления лимба составляет 10 угловых минут, т. к. градус разделен на шесть частей. Число минут оценивается на глаз в десятых долях цены деления лимба. Точность отсчета составляет 1′.

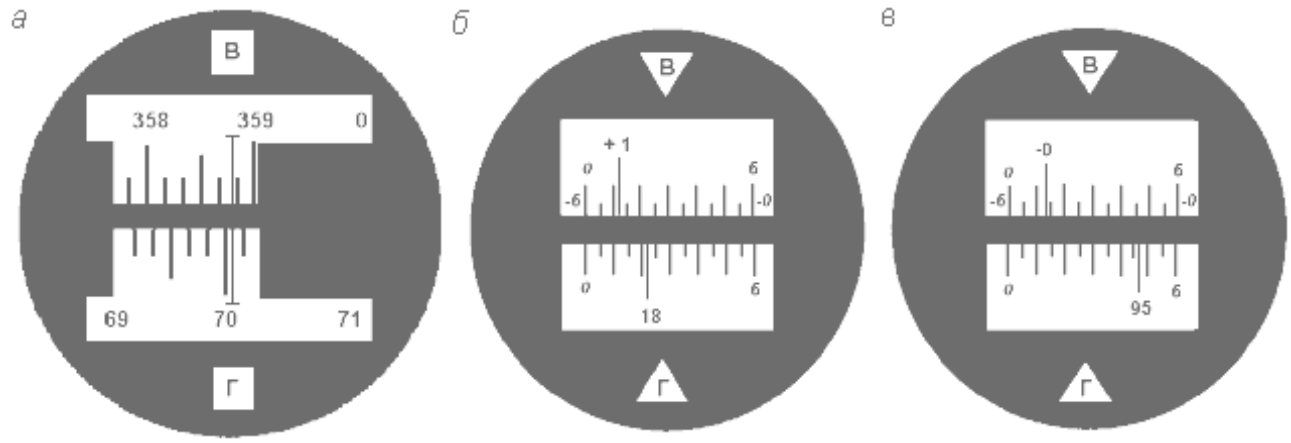


Рис. 1.2. Поле зрения отсчетных устройств: штрихового микроскопа с отсчетами по вертикальному кругу – 358° 48′, по горизонтальному – 70° 03′ (*а*); шкалового микроскопа с отсчетами: по вертикальному кругу – 1° 11′, по горизонтальному – 18°22′ (*б*); по вертикальному кругу – -0°47′, по горизонтальному – 95° 47′ (*в*)

В шкаловом микроскопе теодолита 2Т30 в поле зрения видна шкала, размер которой соответствует цене деления лимба (рис. 1.2, *б*, *в*). Для теодолита технической точности размер шкалы и цена деления лимба равны 60′. Шкала разделена на двенадцать частей, и цена ее деления составляет 5 угловых минут. Если перед числом градусов знака минус нет, отсчет производится по шкале от 0 до 6 в направлении слева направо (рис. 1.2, *б*). Если перед числом градусов стоит знак минус, в этом случае минуты отсчитываются по шкале вертикального круга, где перед цифрами от 0 до 6 стоит знак минус в направлении справа налево (рис. 1.2, *в*). Десятые доли цены деления шкалы берутся на глаз с точностью до 30″.

Поверка 3. Горизонтальная ось вращения зрительной трубы должна быть перпендикулярна оси вращения теодолита.

Устанавливают теодолит недалеко от стены здания. Центр сетки нитей зрительной трубы наводят на высоко расположенную точку и, закрепив алидаду, наклоняют трубу примерно до горизонтального положения. Отмечают карандашом на стене проекцию центра сетки нитей. Переводят трубу через зенит, снова повторяют все действия. Если наблюдаемое в зрительной трубе горизонтальное расстояние между двумя проекциями центра сетки нитей не превышает тройную ширину биссектора сетки, то условие поверки считается выполненным (рис. 1.3). В противном случае прибор подлежит исправлению на заводе.



Рис. 1.3. Сетка нитей

Поверка 4. Определение и исправление места нуля (МО) вертикального круга.

При двух положениях круга наводят центр сетки нитей на хорошо видимый предмет и берут отсчёты по вертикальному кругу КЛ и КП. Значение МО вычисляют по формуле:

Для 2Т-30

$$\text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП}}{2}.$$

Для Т-30

$$\text{МО} = \frac{\text{КЛ} + \text{КП} - 180°}{2}.$$

Пример:

Отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $\text{МО} = \frac{7°20' + 172°44' - 180°}{2} = 2',$

для Т-30 КП $172^\circ 44'$.

Отсчёты КЛ $7^\circ 20'$ $\text{МО} = \frac{7°20' - 7°24'}{2} = -2',$

для 2Т-30 КП $-7^\circ 24'$.

Место нуля определяют дважды. Среднее значение недолжно превышать 1-3′.

В противном случае микрометренным винтом вертикального круга устанавливают на вертикальном круге отсчет, равный КП-МО. При этом центр сетки нитей сместится с наблюдаемой точки. Для исправления МО его совмещают с точкой наведения, вращая вертикальные исправительные винты сетки нитей.

Для контроля поверку повторяют. При выполнении этой поверки следят, чтобы пузырёк уровня горизонтального круга находился в нуль-пункте.

1.2. Рабочие поверки нивелира Н-3

Нивелир Н-3 предназначен для определения превышения между смежными точками местности. Основные части нивелира приведены на рис. 1.4.

Поверка 1. Ось круглого уровня должна быть параллельно оси вращения нивелира.

Вращением подъемных винтов приводят пузырек круглого уровня на середину. Поворачивают нивелир на 180°. Если пузырек не сместится с средины то условие выполнено. В противном случае юстировочными винтами уровня перемещают его к нуль-пункту на половину дуги отклонения. Затем поверку повторяют.

Поверка 2. Визирная ось зрительной трубы, должна быть параллельна оси цилиндрического уровня.

Поверку выполняют двойным нивелированием одной и той же линии длиной 50-75 м (рис. 1.5).

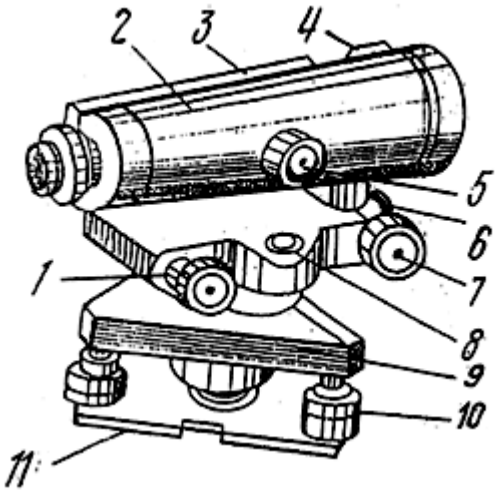
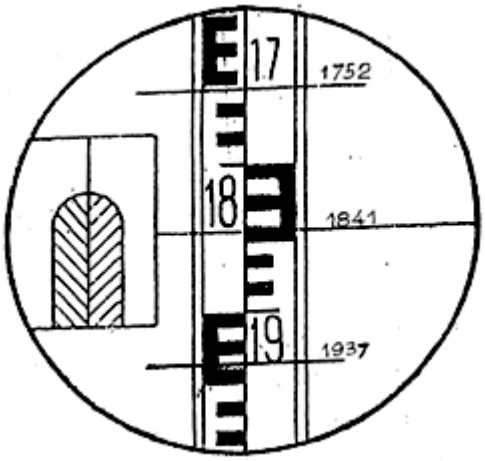


Рис. 1.4. Устройство нивелира:
1 – элевационный винт;
2 – зрительная труба;
3 – цилиндрический уровень;
4 – визир;
5 – винт фокусировки;
6 – закрепительный винт;
7 – наводящий винт;
8 – круглый уровень;
9 – подставка;
10 – подъемные винты;
11 – основание.



Отсчёты по рейке:
1752 мм - верхняя нить
1841 мм - средняя нить
1937 мм - нижняя нить

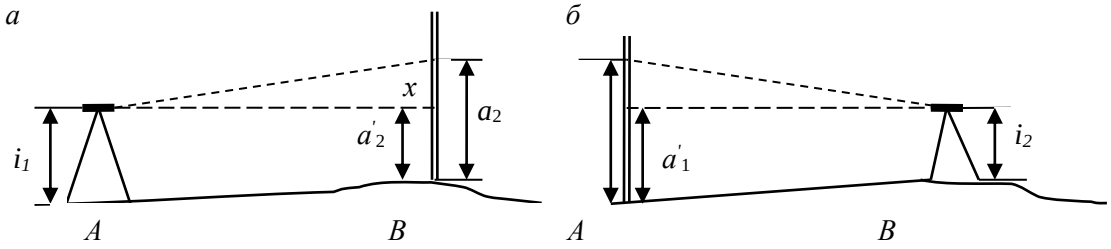


Рис. 1.5. Схема поверки главного геометрического условия

Устанавливают нивелир в точке. А, а рейку в точке В. Измеряют высоту инструмента i_1, в точке А и берут отсчёт по рейке a_1 в точке В. Затем нивелир и рейку меняют местами и снова измеряют высоту инструмента i_2 и берут отсчёт по рейке a_2. Если визирная ось не параллельна оси уровня и составляет с ним некоторый угол v, то отсчёты по рейке будут содержать некоторую погрешность X. Величину этой погрешности определяют по формуле:

$$X = \frac{a_1 + a_2}{2} - \frac{i_1 + i_2}{2}, \text{ мм.}$$

Пример: $i_1 = 1420$ мм $\qquad i_2 = 1540$ мм

$a_1 = 1180$ мм $\qquad a_2 = 1786$ мм

$$X = \frac{1180 + 1786}{2} - \frac{1420 + 1540}{2} = 3 \text{мм.}$$

Если величина $X > 4$ мм, то не параллельность осей исправляют. Для этого вычисляют исправленный отсчет $a_2 = a_2 - X$ (рис. 1.5) и, действуя элевационным винтом, устанавливают его на рейке по средине нити сетки. Затем, действуя вертикальными юстировочными винтами цилиндрического уровня, совмещают изображение концов пузырька уровня. Для контроля поверку повторяют.

Поверка 3. Сетка нитей должна быть расположена правильно, т. е. вертикальная нить должна быть вертикальна, а горизонтальная – горизонтальна.

На расстояние 15-20 м вывешивают отвес, наводят трубу нивелира на нить отвеса. Если вертикальная нить сетки нитей параллельна нити отвеса, то условие выполнено. В противном случае исправление делают поворотом всей оправы сетки нитей до правильного положения, предварительно ослабив винты оправы.

2. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ

Для производства топографо-геодезических работ на местности необходимо иметь сеть пунктов съемочного обоснования.

На практике каждая бригада студентов на своем участке создает планово-высотную съемочную сеть в виде замкнутого тахеометрического хода с общим числом вершин 6-7, в котором измеряют горизонтальные и вертикальные углы и длины сторон, а также осуществляют привязку тахеометрического хода к пунктам опорной геодезической сети.

2.1. Рекогносцировка местности и закрепление пунктов съёмочного обоснования

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: штыри, две вешки, молоток, тетрадь, две ручки.

Бригада студентов вместе с преподавателем обходит участок, выбирает места для точек съемочного обоснования и закрепляет их. При этом необходимо соблюдать ряд условий:

- Удобство установки теодолита для работы на станции;
- Взаимная видимость на соседние пункты;
- Максимальный обзор местности и полнота съемки;
- Расстояния между пунктами от 40 до 100 м.

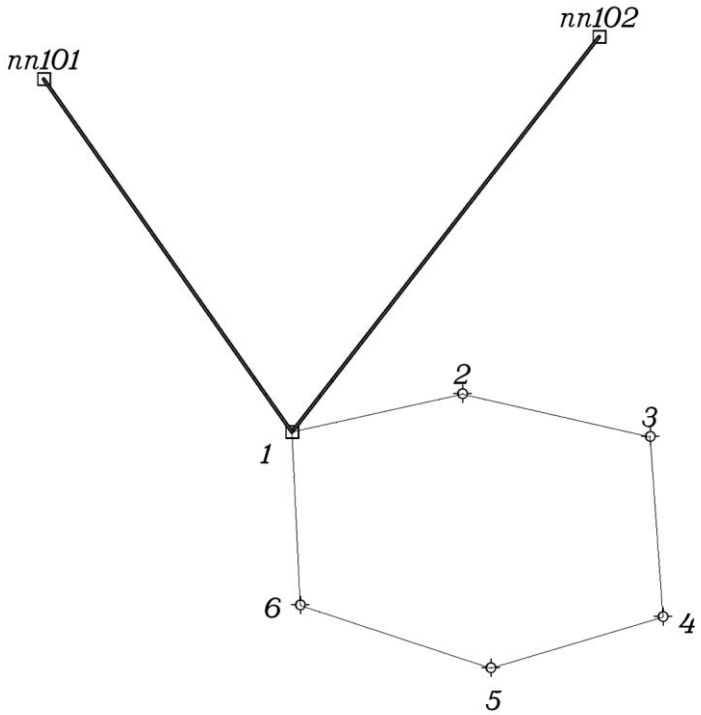


Рис. 2.1. Схема расположения пунктов съемочного обоснования

Закрепление пунктов съемочного обоснования производят металлическими штырями, которые забивают до уровня земной поверхности, вокруг штыря делают окопку, каждому из них присваивается порядковый номер. При рекогносцировке составляют общую схему расположения точек съемочного обоснования (рис. 2.1).

2.2. Измерение горизонтальных и вертикальных углов в тахеометрическом ходе

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: теодолит, две вешки, одна рейка, полевой журнал для измерения углов, карандаш, тетрадь.

На каждом пункте планово-высотного хода измеряют горизонтальный угол, вертикальные углы и наклонные длины линий. Углы измеряют теодолитами Т-30 или 2Т-30 одним полным приемом, длины сторон хода – нитяным дальномером. Результаты измерений записывают в журнал измерения углов и длин линий простым карандашом (таблица 1).

Порядок работы:

1) Теодолит центрируют над пунктом по отвесу с точностью 5 мм и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня при горизонтальном круге.

2) На две смежные точки выставляют визирные вехи, на которых отмечают ярким шнурком высоты инструмента на данной точке стояния.

3) Измерение горизонтального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Открепив закрепительный винт алидады, наводят на низ вехи (во избежание ошибок из-за наклона вехи). Берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают его в полевой журнал (1) (таблица 1, действие (1). В скобках показана последовательность действий при измерениях и записи в журнале). Затем открепляют закрепительный винт алидады, пересечение основных штрихов сетки наводят на низ правой вехи, берут отсчет по горизонтальному кругу, записывают в журнал (2). Вычитая из отсчёта (2) отсчёт (1), получают значение угла (3), измеренное одним полуприёмом.

4) Переводят трубу через зенит. Повторяя действия, описанные в пункте 3, измеряют горизонтальный угол вторым полуприемом при положении зрительной трубы КП. По отсчетам (4) и (5) вычисляют значение угла (6), полученного из второго полуприема.

5) Сравнивают значения углов (3) и (6), полученные из двух полуприемов. Их разность не должна быть больше $2t$, т. е. 1’, где t = 30” – точность теодолита. Вычисляют среднее значение горизонтального угла (7) по формуле:

$$\frac{(3)-(6)}{2}=(7).$$

Таблица 1

ЖУРНАЛ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛОВ И ДЛИН ЛИНИЙ

$$МО = \frac{КЛ + КП}{2}$$

Дата Исполнитель $\nu = КЛ - МО$

Точка стояния	Круг	Точки визирован.	Горизонтальный круг			Точки		Круг	Вертикальный круг			Длины линий измеренные
			Отсчёт ° '	Измеренный угол ° '	Средний угол ° '	Стояния	Визиров.		Отсчёт	Место нуля	Угол наклона	Горизонт. проложение
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	КЛ	2	196°15' (1)	244°24' (3)	244°24,5' (7)	1	2	КЛ	-2°01' (8)	-0°0'30" (12)	-2° 00' 30" (13)	57,1 (14)
		6	80°39' (2)					КП	2°00' (10)			
	КП	2	16°17' (4)	244°25' (6)		1	6	КЛ	8°35' (9)	0°	8°35'	116,5 (15)
		6	260°42' (5)					КП	-8°35' (11)			
2	КЛ	3	146°55'	59°46'	59°46'	2	1	КЛ	-8°36'	0°	-8°36'	116,5 (16)
		1	206°41'					КП	8°36'			
	КП	3	326°59'	59°46'		2	3	КЛ	-2°20'	-0°2'	-2°18'	82,5
		1	26°45'					КП	2°18'			

6) Измерение вертикального угла начинают при положении зрительной трубы КЛ. Зрительную трубу наводят на веху, установленную на смежной точке. Основной (средний) горизонтальный штрих сетки совмещают с отметкой высоты инструмента на вехе (шнурок). После чего берут отсчет по вертикальному кругу (8). Затем наводятся на веху, установленную второй точке, и записывают значения по вертикальному кругу (9).

7) Переводят зрительную трубу через зенит, повторяют действия, описанные в пункте 6, при положении зрительной трубы КП. Берут отсчет по вертикальному кругу и записывают в журнал (10), (11).

8) Вычисляют МО вертикального круга (12).

9) Вычисляют угол наклона (13) по формуле:

$$\nu = \text{КЛ} - \text{МО}.$$

Контроль:

- При измерении вертикальных углов на станции колебание МО для разных вертикальных углов не должно превышать ± 2′.
- Значения углов наклона, измеренных в прямом и обратном направлениях, не должны отличаться более, чем на ± 3′.

Запрещается! В полевом журнале стирать резинкой результаты измерений, писать цифру на цифре, переписывать полевой журнал. Ошибочные измерения зачеркиваются одной чертой, затем записи продолжаются дальше. Все записи должны вестись четко и аккуратно с использованием шрифтов (см. прил. 1, 2).

2.3. Измерение длин сторон тахеометрического хода

В процессе проложения тахеометрического хода в поле измеряют длины сторон хода. Для этого на смежные точки ставят нивелирную рейку (нулем вниз), наводят зрительную трубу на рейку, совмещая верхний дальномерный штрих сетки нитей с каким-нибудь целым делением рейки (обычно с отсчетом 1000). Подсчитывают длину отрезка “l” в см между верхним и нижним дальномерными штрихами. Доли сантиметровых делений оценивают на глаз.

Длина измеренной стороны определяется по формуле

$$S_{\text{изм}} = K \times l_{\text{см}},$$

где K – коэффициент нитяного дальномера (K = 100), l – длина отрезка в см между верхней и нижней дальномерными нитями.

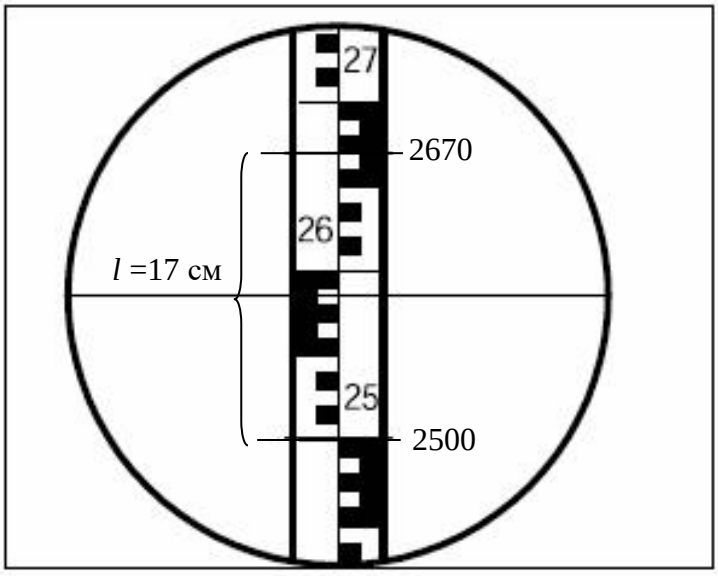


Рис. 2.2. Определение расстояний нитяным дальномером

Пример: на рис. 2.2 отчет по верхней нити 2670, отчет по нижней нити 2500, l = 2670 – 2500 = 170 мм = 17 см, $S_{изм}$ =17 см × 100 = 1700 см = 17,0 м.

На станции длину каждой стороны хода измеряют дважды по черной и по красной сторонам рейки, или по одной стороне, но по разным делениям рейки. Разность результатов измерений должна быть не более 0,3 м на 100 метров длины. Среднее значение длины стороны хода записывают в полевой журнал (14) с округлением до 0,1 м.

Длины сторон хода обязательно измеряют в обратном направлении. Разность между результатами измерений ”прямо” (15) и “обратно” (16) не должна превышать 1:200-1:400 (0,3-0,5 м на 100 м длины).

2.4. Привязка хода к пунктам опорной геодезической сети

Привязку тахеометрического хода выполняют для определения дирекционного угла начальной стороны хода. Одна из вершин тахеометрического хода является пунктом опорной геодезической сети (рис. 3.1). С него есть видимость на два других геодезических пункта (пп101, пп102). Для привязки хода к опорной геодезической сети производят измерение примычных углов φ_1 и φ_2. Это угол между твердой стороной и первой стороной тахеометрического хода (рис. 3.1). В полевом журнале вычерчивают схему привязки, показывают примычные углы.

Каждый примычный угол φ_1 и φ_2 измеряют двумя приемами с перестановкой лимба между приемами примерно на 90˚. Для контроля измеряют угол между исходными сторонами (δ). Контроль производят по формуле:

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2.$$

Допустимое расхождение $\pm 3'$.

3. ПЛАНОВО-ВЫСОТНОЕ СЪЁМОЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ. КАМЕРАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

После последних измерений производят проверку полевых журналов, правильность записей и вычислений измеренных и средних значений. По значениям измеренных горизонтальных углов и длин линий составляют схему съемочного обоснования и ее привязки (рис. 3.1). На схему выписывают измеренные значения углов и длин. Затем приступают к вычислениям. Вычисления линейных величин ведут с точностью до 0,1 м, а углов – до 30”. Из полевого журнала выписывают измеренные примычные углы φ_1 и φ_2.

3.1. Вычисление привязки

Дирекционный угол начальной стороны хода ($\alpha_{1\text{-}2}$) (рис. 3.1) вычисляют дважды, исходя из значений дирекционных углов исходных сторон опорной геодезической сети ($\alpha_{1\text{-}A}$, $\alpha_{1\text{-}B}$) и измеренных углов (φ_1, φ_2) по формулам:

$$\alpha_{1\text{-}2} = \alpha_{1\text{-}\,пп101} + \varphi_1;$$
$$\alpha_{1\text{-}2} = \alpha_{1\text{-}\,пп102} + \varphi_2.$$

Дирекционные углы исходных сторон вычисляют решая обратные геодезические задачи , по формулам:

$$r_{1\text{-}пп101} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{пп101} - Y_1}{X_{пп101} - X_1},\quad r_{1\text{-}пп102} = \operatorname{arctg}\frac{Y_{пп102} - Y_1}{X_{пп102} - X_1}.$$

Расхождение полученных значений $\alpha_{1\text{-}2}$ не должно превышать 2-3′.

После нахождения значения румба необходимо определить координатную четверть, содержащую направление. Координатную четверть определяют по знакам приращений координат (рис. 3.2).

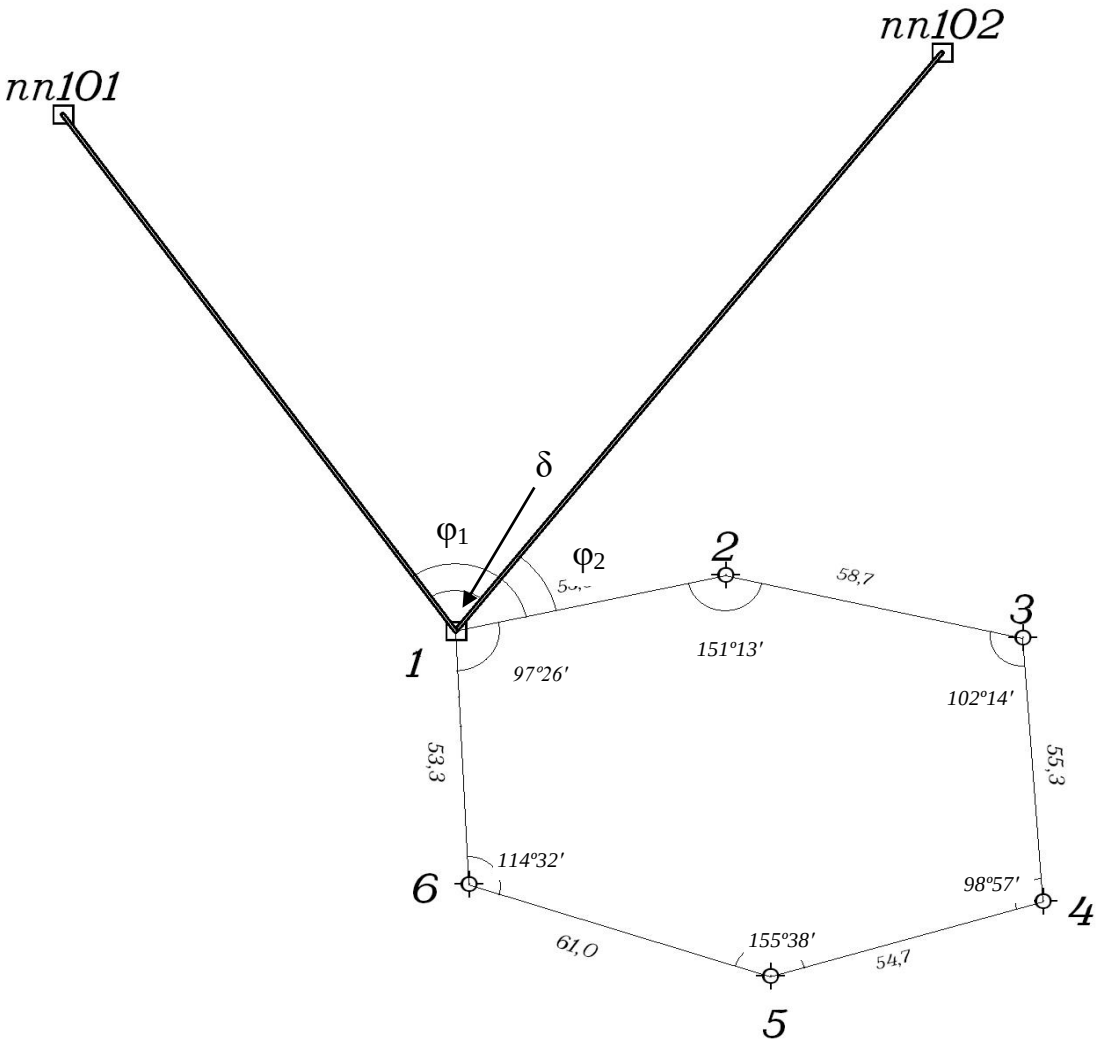


Рис. 3.1. Схема тахеометрического хода и геодезической привязки

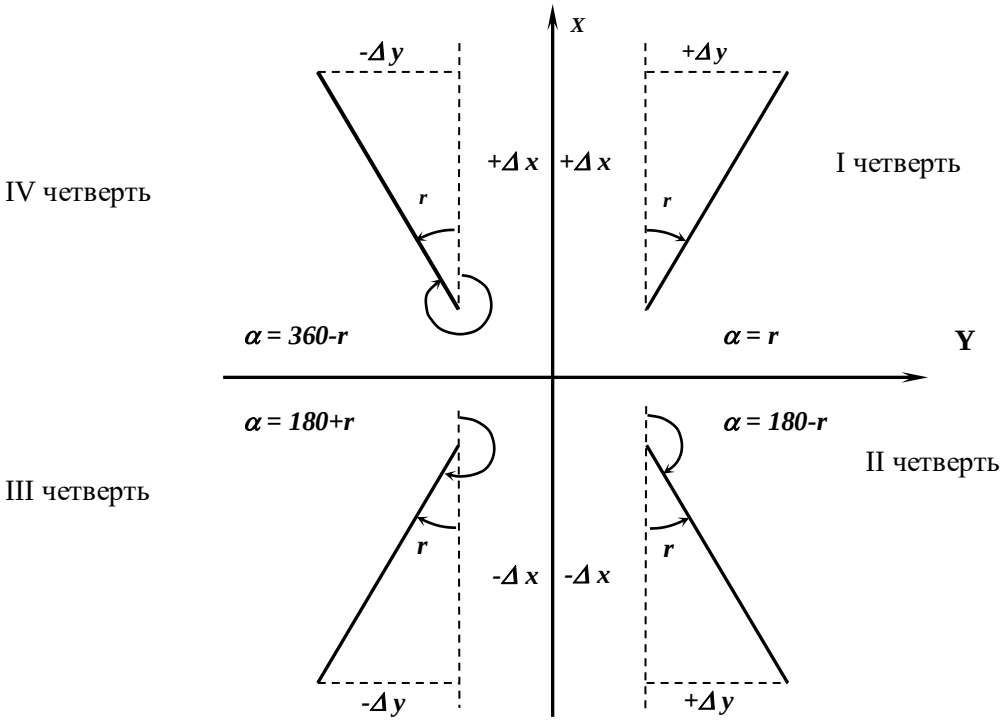


Рис. 3.2. Зависимости между дирекционными углами и румбами

Пример записи и вычислений дирекционных углов приведен ниже.

Таблица 2

Исходные данные

Название пункта	*X*, м	*У*, м	*H*, м
1	3348,05	2238,25	271,36
пп101	4099,71	1639,28	282,40
пп102	4001,87	2581,51	290,24

$$r_{1\text{-пп}101} = \text{arctg}\frac{Y_{\text{пп}101} - Y_1}{X_{\text{пп}101} - X_1} = \text{arctg}\frac{1639{,}28 - 2238{,}25}{4099{,}71 - 3348{,}05} = \text{arctg}\frac{-598{,}97}{751{,}66} =$$

$=38{,}54993965° = 38°33'00''$(IV ч.);

$$\alpha_{1\text{-пп}101} = 360° - 38°33'00'' = 321°27'.$$

$$r_{1\text{-пп}102} = \text{arctg}\frac{Y_{\text{пп}102} - Y_1}{X_{\text{пп}102} - X_1} = \text{arctg}\frac{2581{,}51 - 2238{,}25}{4001{,}87 - 3348{,}05} = \text{arctg}\frac{343{,}26}{653{,}82} =$$

$= 27{,}69992196° = 27°42'00''$ (I ч.);

$$\alpha_{1\text{-пп}102} = 27°42'00''.$$

$\varphi_1 = 333°18'00''$;

$$\alpha_{1\text{-}2} = 321°27'00'' + 333°18'00'' = 294°45'00''.$$

$\varphi_2 = 267°05'00''$;

$$\alpha_{1\text{-}2} = 27°42'00'' + 267°05'00'' = 294°47'00''.$$

Средний $\alpha_{1\text{-}2} = 294°46'00''$.

3.2. Вычисление горизонтальных проложений длин линий

Горизонтальные проложения необходимо знать для вычисления координат точек тахеометрического хода.

Вычисление горизонтальных проложений выполняют в ведомости вычисления отметок съемочного обоснования (таблица 3).

Из журнала измерения улов и длин линий выписывают среднее значения длин линий (*S*), полученные по результатам измерений в прямом и обратном направлениях, в графу 4 табл. 3 и углы наклона (*v*), измеренные в прямом и обратном направлениях, в графы 2 и 3 табл. 3. По этим данным вычисляют горизонтальные проложения с точностью до 0,01 м по формуле:

$$D = S \times \cos^2 v,$$

где *S* – среднее значение измеренной длины линии (графа 4), *v* – угол наклона линии в прямом направлении (графа 2), *D* – горизонтальное проложение (графа 5).

3.3. Вычисление отметок пунктов съемочного обоснования методом тригонометрического нивелирования

Вычисление отметок производится с точностью до 0,01 м в ведомости вычисления отметок (таблица 3).

По измеренным расстояниям и углам наклона вычисляют превышения между точками хода в прямом и обратном направлениях по формуле:

$$h = D \times \tan v.$$

Значения превышений с соответствующим знаком записывают в графы 6 и 7.

Расхождения в превышениях, полученных в прямом и обратном направлениях, допускаются не более 4 см на 100 м. Если это условие выполнено, то в графе 8 вычисляют средние превышения, сохраняя перед ними знак превышения из прямого хода. Сумму положительных и отрицательных значений превышений записывают в графе 8 внизу. Далее подсчитывают невязку по превышениям. Она равна сумме превышений замкнутого хода:

$$f_h = \Sigma h_{\text{ср}}.$$

Допустимую высотную невязку вычисляют по формуле:

$$\text{доп. } f_h = \pm 0{,}2 \text{ м} \sqrt{\sum D(\text{км})},$$

где $-\sum D$ сумма горизонтальных проложений ходя (периметр в км).

Полученную невязку f_h распределяют между превышениями с обратным знаком пропорционально длинам линий по формуле:

$$\delta_{hi} = -\frac{f_h}{\sum D} \times D_i.$$

Таблица 3

Вычисления отметок точек съемочного обоснования

№№ точек	Вертикальные углы		Длины сторон, м		Превышение, м				Отметки точек, м	№№ точек
	Прямо ° '	Обратно ° '	Измеренные, *S*	Горизонтальное проложение, *D*	Прямо	Обратно	Среднее	Исправленное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1									230,00	1
	-2°01'	+2°02'	83,0	82,90	-2,92	+2,95	-0,02 -2,94	-2,96		
2									227,04	2
	-5°24'	+5°25'	122,0	120,92	-11,43	11,46	-0,03 -11,45	-11,48		
3									215,56	3
	+2°15'	-2°16'	98,0	97,85	+3,85	-3,88	-0,02 +3,87	+3,85		
4									219,41	4
	+1°56'	-1°57'	120,0	119,86	+4,05	-4,09	-0,03 +4,07	+4,04		
5									223,45	5
	+4°30'	-4°29'	100,5	99,88	+7,86	-7,83	-0,02 +7,85	+7,83		
6									231,28	6
	-0°56'	+0°58'	76,5	76,48	-1,25	+1,29	-0,01 -1,27	-1,28		
1									230,00	1
				ΣD = 597,89 м		$\sum h_{ср}$ (+) = +15,79 $\sum h_{ср}$ (-) = -15,66		Σ = 0		
							f_h = +0,13	Доп. $f_h = \pm 0{,}2\text{м}\sqrt{\sum D(\text{км})}$		
								Доп. $f_h = \pm 0{,}2\text{м}\sqrt{0{,}6} = \pm 0{,}15$		

Вычислил Орлов Проверил Петров

Контроль: $\Sigma\delta = -f_h$

Величины поправок записывают в графе 8 над превышениями. В графу 9 записывают исправленные превышения.

Контроль: если исправленные превышения вычислены правильно, их алгебраическая сумма должна быть равна нулю.

По исправленным превышениям последовательно вычисляют отметки пунктов съемочного обоснования по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + h_n,$$

где H_{n+1} – высота последующего пункта (м), H_n – отметка предыдущего пункта (м), h_n – превышение между смежными пунктами (м).

Контролем вычисления отметок является получение отметки исходной точки в конце вычислений.

3.4. Вычисление координат пунктов съемочного обоснования

Вычисление координат производится в ведомости вычисления координат (таблица 4). В графу 1 ведомости выписывают номера вершин хода, в графу 2 – номера точек визирования. В графу 3 выписывают против соответствующих вершин средние значения измеренных горизонтальных углов. Значения горизонтальных проложений линий выписывают в графу 6 из таблицы 3.

3.4.1. Вычисление угловой невязки хода

Угловой невязкой f_β замкнутого тахеометрического хода называется разность между суммой измеренных горизонтальных углов $\Sigma\beta_{изм}$ и теоретической суммой внутренних углов плоского многоугольника $\Sigma\beta_{теор}$ т. е.

$$f_\beta = \Sigma\beta_{изм} - \Sigma\beta_{теор},$$

где $\Sigma\beta_{теор} = 180°\times(n - 2)$, n – число углов многоугольника.

Вычисленные значения $\Sigma\beta_{изм}$ и $\Sigma\beta_{теор}$ подписывают внизу графы 3.

Здесь же вычисляют величину допустимой угловой невязки по формуле:

$$f_{\beta доп} = 2 \times t \ (t = 0°0'30'' \text{ – точность инструмента}),$$
$$f_{\beta доп} = \pm 1'\sqrt{n}\,.$$

Таблица 4

Вычисление координат точек съемочного обоснования

Номера точек		Горизонтальные углы		Дирекционные углы	Горизонтальные проложения, м	Приращения координат, м				Координаты, м	
						Вычисленные		Исправленные			
Стояния	Визиров	Измеренные ° '	Исправленные ° '	° '		ΔX	ΔY	ΔX	ΔY	X	Y
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1						+0,05	+0,08			**3348,05**	**2238,25**
	3			**294°46'**	82,90	+34,73	-75,27	+34,78	-75,19		
2						+0,07	+0,12			3382,83	2162,06
	1	110°59'00"	110°59'								
3				3°47'	120,92	+120,64	+7,98	+120,71	+8,10		
	4									3503,54	2171,16
	2	123°09'00"	123°09'			+0,06	+0,10				
4				60°38'	97,85	+48,01	+85,32	+48,07	+85,42		
	5									3551,61	2256,58
	3	105°15'00"	105°15'			+0,07	+0,12				
5				135°23'	119,86	-85,35	+84,21	-85,28	+84,33		
	6									3466,33	2340,91
	4	117°58'00"	117°58'			+0,06	+0,10				
6				197°25'	99,88	-95,32	-29,90	-95,26	-29,8		
	1	-0°0'30"								3371,07	2311,11
	5	124°58'30"	124°58'			+0,05	+0,08				
1				252°27'	76,48	-23,07	-72,94	-23,02	-72,86		
	2	-0°0'30"									
	6	137°41'30"	137°41'							**3348,05**	**2238,25**
				(294°46')	ΣD = 597,89						
			$\sum\beta_{исп}$ = 720°			fx = -0,36	fy = -0,6				
						fs = 0,85		0	0		

$\Sigma\beta_{изм}$ = 720°01'00"

$\Sigma\beta_{теор}$ = 720°00'00"

f_{β} = +1'

$f_{\beta доп} = \pm 1' \sqrt{n} = \pm 1' \sqrt{6} = \pm 2{,}4'$

$$\frac{1}{\sum D \div f_s} = \frac{1}{703} \langle \frac{1}{300}$$

Вычислил Орлов

Проверил Петров

Если значение угловой невязки не превосходит допустимой величины, то ее распределяют поровну с обратным знаком между измеренными углами, с точностью до 30″, т. е. вычисляют поправки к измеренным горизонтальным углам по формулам:

$$\delta_\beta = -\frac{f_\beta}{n}.$$

Если полученное значение поправки меньше 30″, то угловую невязку вводят в наиболее слабое место тахеометрического хода (короткие стороны хода, горизонтальные углы $\leq 20°$ или $\geq 150°$, точки съемочного обоснования, наиболее удаленные от исходных пунктов сети).

Контроль: $\Sigma\delta_\beta = -f_\beta$.

Поправки в измеренные углы подписывают над их значениями. Вычисляют исправленные горизонтальные углы

$$\beta_{исп} = \beta_{изм} + \delta_\beta.$$

Контроль: $\Sigma\beta_{исп} = 180°\times(n - 2)$.

3.4.2. Вычисление дирекционных углов сторон хода

Вычисление дирекционных углов сторон хода производят по дирекционному углу начальной стороны и исправленным горизонтальным углам. Начальный дирекционный угол стороны 1-2 выписывают из решения привязки (см. раздел 3.1). В нашем примере $\alpha_{1\text{-}2} = 294°46'$. Его записывают в графу 5 между точками 1 и 2. Дирекционные углы остальных сторон хода вычисляют по формулам:

$$\alpha_{n+1} = \alpha_n + \beta_{лев} - 180° \text{ - для левых углов;}$$
$$\alpha_{n-1} = \alpha_n - \beta_{прав} + 180° \text{ - для правых углов,}$$

где α_{n+1} – дирекционный угол последующей стороны хода, α_n – дирекционный угол предыдущей стороны хода.

Контроль: полученный дирекционный угол первой стороны хода в конце вычислений должен быть равен исходному. С этой целью по дирекционному углу последней стороны и горизонтальному углу при вершине 1, которые ранее в вычислениях не участвовал, получают дирекционный угол начальной стороны ($\alpha_{1\text{-}2} = 294°\ 46'$).

Вычисленные значения дирекционных углов сторон хода записывают в графу 5.

3.4.3. Вычисление приращений координат, их невязок и координат пунктов съемочного обоснования

Приращение координат хода вычисляют по следующим формулам:

$$\Delta X_i = D_i \times \cos\alpha_i,\ \Delta Y_i = D_i \times \sin\alpha_i,$$

где D_i – горизонтальное проложения линий; α_i – дирекционные углы этих линий.

Вычисления производят с точностью до 0,01 м.

Вычисленные приращения координат записывают в графах 7 и 8.

Для замкнутого хода алгебраическая сумма приращений по каждой оси координат должна быть равна нулю:

$$\sum\Delta X = 0,\ \sum\Delta Y = 0.$$

Внизу графы 7 и 8 находят значения невязок f_x и f_y (по осям абсцисс и ординат), по формулам:

$$f_x = \sum\Delta X\ ,\ \ f_y = \sum\Delta Y.$$

Невязки в приращениях координат обусловлены действием погрешностей измерения углов и сторон хода. Совместное влияние невязок приращений по осям координат характеризуется линейной невязкой в периметре:

$$f_s = \sqrt{fx^2 + fy^2}.$$

Допустимую линейную невязку вычисляют по формуле относительной ошибки:

$$\frac{1}{\sum D \div f_s} \le \frac{1}{500},$$

где $\sum D$ – сумма горизонтальных проложений длин сторон хода (периметр).

Периметр ($\sum D$) подсчитывают в графе 6 и выписывают внизу. После проверки допустимости относительной линейной невязки $\frac{1}{\sum D \div f_s}$ распределяют невязки приращений координат f_x и f_y.

Невязки f_x и f_y распределяют с обратным знаком в каждое приращение координат пропорционально длинам сторон, т. е. вычисляют поправки к приращениям координат по формулам:

$$\delta X_i = -\frac{f_x}{\sum D} \times D_i, \qquad \delta Y_i = -\frac{f_y}{\sum D} \times D_i,$$

и подписывают их над приращениями в графах 7 и 8.

В графах 9 и 10 записывают исправленные значения приращений координат:

$$\Delta X_{\text{ИСПР}} = \Delta X_i + \delta X_i, \qquad \Delta Y_{\text{ИСПР}} = \Delta Y_i + \delta Y_i.$$

Контроль: $\sum \Delta X_{\text{ИСПР}} = 0$, $\sum \Delta Y_{\text{ИСПР}} = 0$.

Далее, в графах 11 и 12 последовательно вычисляют координаты точек тахеометрического хода от координат начальной точки 1, используя исправленные приращения координат, по формулам:

$$X_{n+1} = X_n + \Delta X_{\text{ИСПР}}, \qquad Y_{n+1} = Y_n + \Delta Y_{\text{ИСПР}},$$

где X_n, Y_n – координаты предыдущего пункта, X_{n+1} ,Y_{n+1} – координаты последующего пункта.

Контроль: вычисленные координаты начальной точки хода должны быть равны исходным (таблица 4).

4. ТАХЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СЪЕМКА

Инструменты и принадлежности для выполнения работ: теодолит, одна вешка, одна рейка, полевой журнал для тахеометрической съемки, абрисы, два карандаша, тахеометрические таблицы.

Тахеометрическую съемку ситуации и рельефа местности выполняют с пунктов съемочного обоснования в масштабе 1:500. На каждой станции измеряют расстояние, горизонтальный и вертикальные углы до съемочных пикетов, т.е. определяют полярные координаты каждой снимаемой точки (съемочных пикетов).

Все записи результатов измерений ведут в журнале тахеометрической съемки (таблица 5). В процессе съемки составляют абрис (рис. 4.1).

Особо важное значение при съемке имеет правильный выбор съемочных пикетов. При съемке ситуации рейку устанавливают на характерных точках контуров (углы зданий, изгибы дорог, рек, границы угодий, столбы электролиний и т. д.). При съемке рельефа рейку устанавливают на характерных точках и линиях рельефа местности (вершина холма, дно котловины, водораздел, тальвег, перегибы скатов, урезы воды).

Съемочные пикеты должны равномерно покрывать всю территорию съемки. Расстояние от точек съемочного обоснования до съемочных пикетов должно быть не более 80 м.

4.1. Работа на станции

Работу на станции выполняют в следующем порядке:

- теодолит центрируют над точкой с точностью до 1 см с помощью отвеса и горизонтируют с помощью цилиндрического уровня горизонтального круга;

- определяют МО вертикального круга на каждой станции, значение МО записывают в журнал тахеометрической съемки (таблица 5) для данной станции. Устанавливают визирную веху на следующую по ходу точку съемочного обоснования. Направление на эту точку принимают за начальное (например: станция 1, направление на точку 2), ориентируют лимб по начальному направлению. Для этого, вращая алидадой, устанавливают отсчет на горизонтальном круге 0°00’. Затем алидаду закрепляют, открепляют лимб, наводят теодолит на выставленную веху (на пункте 2). Далее лимб закрепляют до конца съемки на этой станции, а алидаду открепляют. Съемка ведется только при положении зрительной трубы круг «лево» (КЛ);

- рейкой измеряют высоту инструмента до 0,01 м, записывают ее значение в журнал и отмечают на рейке ярким шнурком (i = 1,30 м);

- рейку устанавливают на съемочный пикет;

- наводят теодолит на рейку, измеряют нитяным дальномером расстояние до рейки и записывают в журнал (1);

- наводят центр сетки нитей на высоту инструмента (шнурок), берут отсчеты по горизонтальному и вертикальному кругам теодолита и записывают в журнал (2), (3). Если на рейке отметки высоты инструмента не видно, то наводят центр сетки нитей на верх рейки и записывают на этом пикете высоту визирования (v = 3 м) в графу 8 таблицы 5.

4.2. Ведение журнала тахеометрической съемки

В журнале указывают номер станции, начальное направление, МО, высоту инструмента i в метрах, отметку точки H_0 съемочного обоснования в метрах. В соответствующие графы журнала записывают результаты полевых измерений (расстояний, отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам). Затем вычисляют углы наклона на съемочные пикеты по формуле:

$$v = КЛ - МО.$$

Находят горизонтальное проложение D и превышение h’ между точкой съемочного обоснования и съемочным пикетом по углу наклона и расстоянию из тахеометрических таблиц или по формулам, которые приведены в тахеометрических таблицах:

$$D = S \times \cos^2 v;$$
$$h' = D \times tan\ v;$$
$$h = h' + i - \mathrm{v},$$

где D – горизонтальное проложение, S – измеренное нитяным дальномером расстояние, v – угол наклона, i – высота инструмента, v – высота визирования.

Знак превышения соответствует знаку угла наклона.

Отметку съемочного пикета вычисляют по формуле:

$$H = H_0 + h,$$

и записывают в графу 11 (таблица 5).

Таблица 5

ЖУРНАЛ ТАХЕОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ

$$МО = \frac{КЛ + КП - 180°}{2} \quad (Т\text{-}30)$$

Точка стояния *1* $H_0 = 230{,}0$ $i = 1{,}30$ КЛ = 354°35'

Дата 13.07.17. КП = 185°23'

Начальное направление *2* Исполнитель Петров v = КЛ-МО МО = - 0°1'

№№ пикетов	Расстояния по дальномеру, м	Отсчеты по кругам /КЛ/		Углы наклона ° '	Горизонтальн. проложения, м	h', м	Высота визиров v, м	i-v	Превышение $h = h' + i$-v	Отметки пикетов $H = H_0 + h$	Примечание
		Горизонтальн. ° '	Вертикальн. ° '								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		0°00									
1	38,0	23°00'	352°59'	-7°00'	37,44	-4,60	1,30	0	-4,60	225,40	рельеф, дорога
2	35,0	53°30'	355°06'	-4°53'	34,75	-2,97	1,30	0	-2,97	227,03	рельеф, дорога
3	56,0	81°00'	356°06'	-3°53'	55,74	-3,78	1,30	0	-3,78	226,22	дорога
4	86,1	100°00'	356°36'	-3°23'	85,80	-5,07	1,30	0	-5,07	224,93	дорога
5	52,3	112°41'	358°47'	-1°12'	52,28	-1,10	1,30	0	-1,10	228,90	рельеф, луг
6	72,0	116°02'	354°23'	-5°36'	71,31	-6,99	3,00	-1,70	-8,69	221,31	рельеф, луг
7	25,0	137°30'	352°34'	-7°25'	24,58	-3,20	1,30	0	-3,20	226,80	обрыв, 2м
8	46,5	141°00'	355°17'	-4°42'	46,19	-3,80	1,30	0	-3,80	226,20	обрыв, 2м
9	25,8	180°10'	349°39'	-10°20'	24,97	-4,55	1,30	0	-4,55	225,45	обрыв, 2м

Вычислил

Проверил

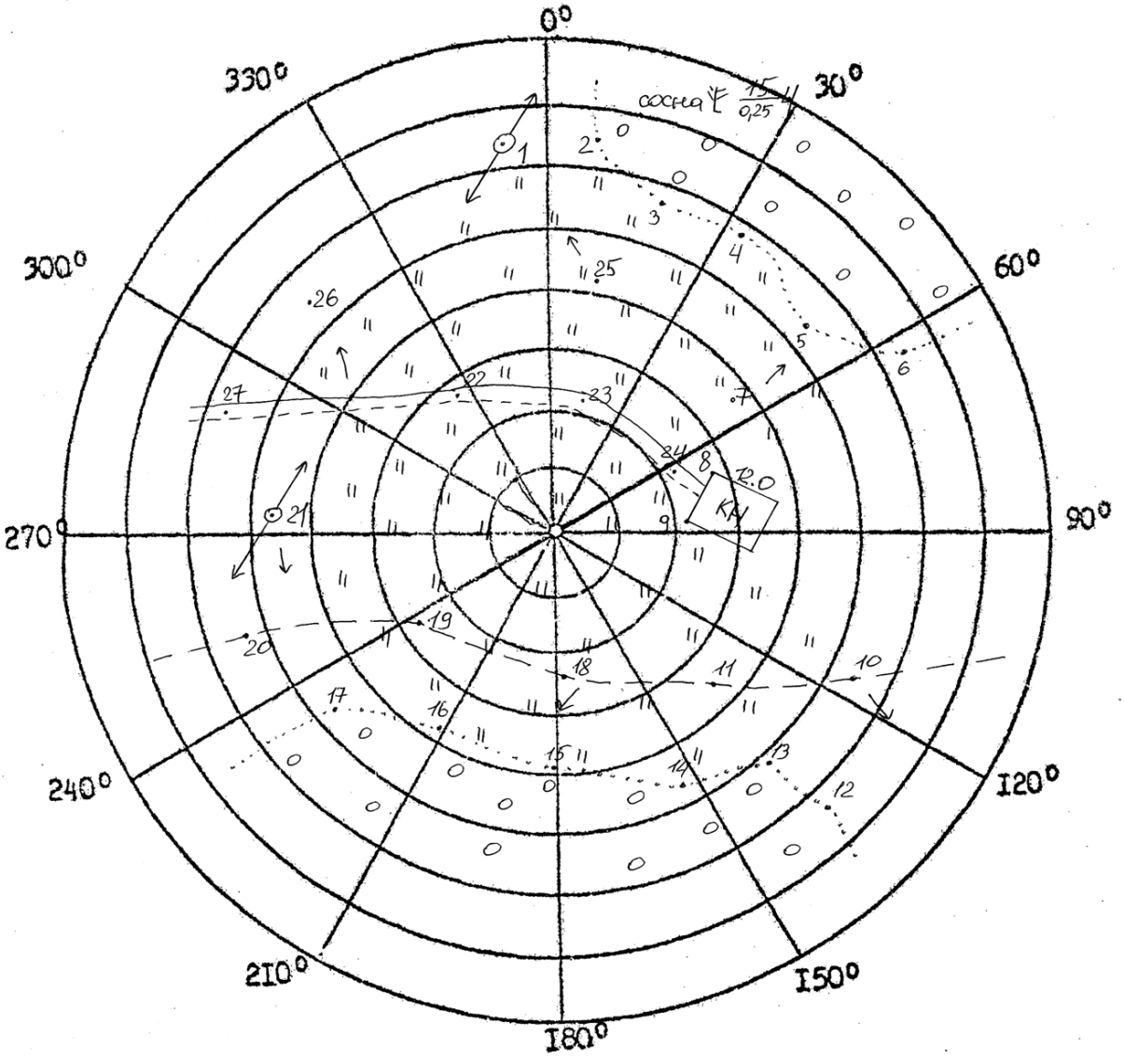
4.3. Составление абриса

Абрис – это схематический чертеж участка местности, снимаемого с данной станции. Абрис составляют на каждой станции одновременно с заполнением журнала тахеометрической съемки (рис. 4.1).

При заполнении абриса центр окружности принимают за станцию, с которой выполняют съемку, один из радиусов за начальное направление (0°), расстояния между окружностями принимают равными 10 м. Каждый съемочный пикет намечают на абрисе точкой, рядом надписывают его порядковый номер.

Станция 2

Начальное направление на пункт 1



Абрис составил Назаров И.В.

Рис. 4.1. Абрис тахеометрической съемки на п. 1

При съемке следят за тем, чтобы нумерация съемочных пикетов на абрисе соответствовала нумерации этих же пикетов в журнале тахеометрической съемки. На абрис наносят все снятые контуры ситуации, сопровождая их пояснительными надписями и условными знаками. На абрисе стрелками показывают направление скатов.

Составление абрисов является ответственной частью тахеометрической съемки, т.к. он в дальнейшем используется для создания топографического плана. Его надо вести аккуратно, все записи делают четко, отточенным карандашом, прямолинейные контуры вычерчивать по линейке. Четкое ведение абриса способствует качественному составлению топографического плана. Абрис сдается вместе с журналом тахеометрической съемки.

Закончив съемку на станции, по абрису проверяют, все ли элементы ситуации и рельефы засняты, нет ли пропусков, достаточно взято ли съемочных пикетов. Съемочные пикеты должны быть расположены не реже, чем через 3 см в масштабе плана, т. е. через 15 м на местности (в масштабе 1:500), их количество зависит от сложности ситуации и сложности рельефа. Кроме того, проверяют, не сбилась ли во время съемки ориентировка теодолита. Для этого в конце съемки снова визируют зрительную трубу по начальному направлению и проверяют неизменность отсчета по лимбу. Допустимое отклонение должно быть не более 3′. Сделав такой контроль, переходят на следующую станцию.

5. СОСТАВЛЕНИЕ ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ПЛАНА

При тахеометрической съемке топографический план создается камеральным путем. Размер рамки для планов масштаба 1:500 принят 50×50 см. План составляют в масштабе 1:500 и оформляют в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500».

Составление плана выполняют в следующем порядке:

- вычерчивание координатной сетки;
-построение точек по координатам;
-нанесение ситуации и местности на план;
-оформление топографического плана.

5.1. Вычерчивание координатной сетки

Координатную сетку строят на листе чертежной бумаги А1, стороны сетки принимают равными 10×10 см. Координатную сетку получают путем ее переноса со стандартных сеток, изготовленных на картографической пленке, через световой стол.

Правильность построения координатной сетки контролируют путем измерения циркулем-измерителем диагоналей всех квадратов сетки. Ошибки в длинах диагоналей не должно превышать 0,2 – 0,3 мм.

5.1.1. Построение пунктов съемочного обоснования по координатам

Для построения пунктов съемочного обоснования по координатам в масштабе 1:500 сетку координат оцифровывают через 50 м. За начало координат принимают юго-западный угол рамки. От него к северу надписывают абсциссы *X*, к востоку – ординаты *Y*. Координаты юго-западного угла плана выбирают так, чтобы тахеометрический ход разместился примерно в середине листа. Построение каждой точки съемочного обоснования производят с помощью циркуля-измерителя и масштабной линейки. Вначале определяют, в каком квадрате сетки располагается данная точка. Затем значение абсциссы откладывают по обеим сторонам квадрата и соединяют тонкой прямой линией. На этой линии откладывают значение ординаты *Y*. Полученную точку обводят условным знаком (кружочком), рядом надписывают номер пункта планово-высотного хода и его отметку до 0,01 м (справа от пункта).

Построение пунктов съемочного обоснования обязательно контролируют. Для этого значение горизонтального проложения между двумя точками циркулем-измерителем откладывают на масштабной линейке и сравнивают с

расстоянием между соответствующими точками на плане. Допустимое расхождение этих величин не должно быть более ±0,5 мм.

5.2. Нанесение ситуации и рельефа местности на план

Ситуацию наносят на план по данным журнала тахеометрической съемки и абрисов. Съемочные пикеты наносят на план по горизонтальному углу и горизонтальному проложению. Горизонтальные углы откладывают при помощи кругового транспортира от начального направления, а горизонтальные проложения – циркулем-измерителем по линейке. Справа от полученной точки подписывают отметку съемочного пикета до 0,1 м, слева – ее номер. Руководствуясь абрисом и подписями, сделанными в примечаниях тахеометрического журнала, рисуют условными знаками элементы ситуации. Виды угодий пока обозначают надписями. По отметкам точек проводят горизонтали с сечением рельефа через 1 м. Интерполирование горизонталей выполняют по тем направлениям, которые указаны в абрисе.

Окончив составление ситуации и рельефа на станции, приступают к нанесению съемочных пикетов следующей станции.

Составленный план представляют на просмотр преподавателю. После просмотра и проверки по указанию преподавателя план оформляют.

5.3. Оформление топографического плана

Порядок оформления следующий:

1) Пункты опорной геодезической сети, пункты съемочной сети, характерные высотные точки, ориентиры и местные предметы.

2) Гидрографическая сеть, урезы воды, подписи, относящиеся к гидрографии.

3) Населенные пункты.

4) Элементы линейной протяженности (границы контуров, дорожная сеть, электролинии, телефонные линии и др.).

5) Рельеф. При этом выделяют утолщенные горизонтали, расставляют бергштрихи, размещают надписи горизонталей, кратные 5 м, вычерчивают формы рельефа, не выражающиеся горизонталями (обрывы, ямы, скалы и др.).

6) Почвенно-растительный покров (виды угодий, которые ранее подписывались, теперь вычерчивают условными знаками).

7) Рамка и зарамочное оформление.

Во избежание пропусков после оформления план тщательно корректируют. Без разрешения преподавателя не следует стирать с плана

съемочные пикеты. Все оформление выполняется в соответствии с «Условными знаками для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500».

Перечень сдаваемых материалов: журнал тахеометрической съемки, абрисы для каждой станции, топографический план.

6. ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ НИВЕЛИРОВАНИЕ ПО ОСИ ТРАССЫ

Назначение нивелирования по оси трассы – определение отметок точек местности и построение профиля оси будущего инженерного сооружения.

Работы по нивелированию трассы состоят из следующих этапов:

- рекогносцировка трассы;
- разбивка пикетажа и поперечных профилей;
- нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям;
- камеральная обработка результатов нивелирования;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

Инструменты и принадлежности для выполнения работы: нивелир Н-3 со штативом, две рейки, мерная лента, шпильки, колья или штыри для закрепления пикетов, молоток, нивелирный журнал, пикетажный журнал, карандаши.

6.1. Рекогносцировка трассы

Трассу выбирают с учетом следующих условий: число поворотов трассы должно быть минимальным, стороны трассы должны проходить на местности по возможности с малыми углами наклона.

В процессе рекогносцировки закрепляют вершины углов поворота (ВУ).

6.2. Разбивка пикетажа по трассе и поперечных профилей

Стороны трассы измеряют стальной лентой (шпагатом), отмечая на трассе штырями или колышками пикеты – точки, отстоящие одна от другой на 100 м. Для трасс, проходящих по участкам со сложным рельефом, пикеты могут разбиваться через 50 м.

Количество пикетов на бригаду – 12, количество поперечников – 2.

Если угол наклона местности больше 2°, то расстояние между пикетами увеличивают на величину поправки за наклон. Около каждого пикета забивают сторожок – кол или штырь с табличкой, на котором пишут номер пикета и номер бригады.

Расстояние до плюсовых точек, намечаемых на перегибах местности и пересечении трассы с дорогами и ЛЭП, измеряют от младшего пикета и отмечают сторожками, например ПК 5 + 65.0 (рис. 6.1).

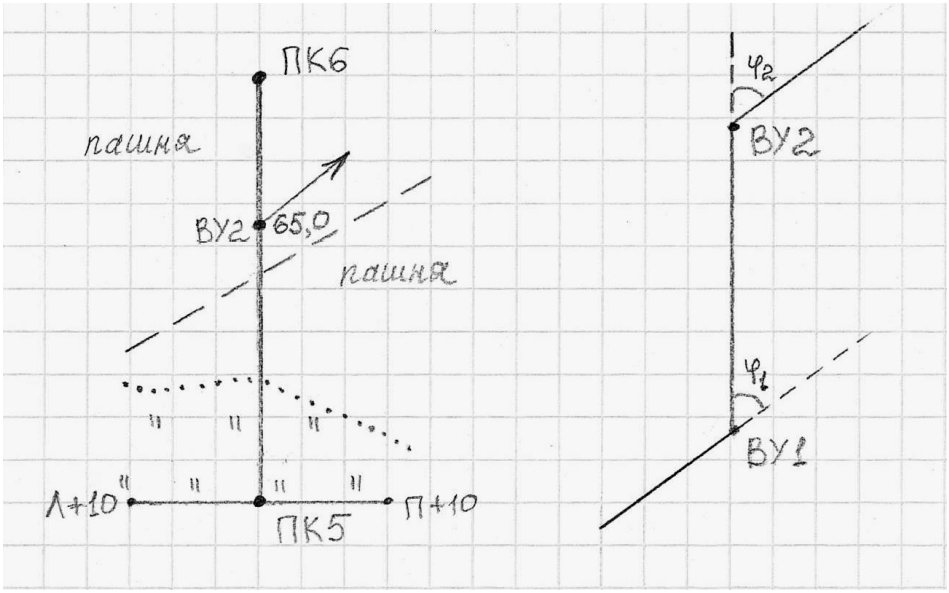


Рис. 6.1. Пикетажный журнал

Разбивают поперечные профили. Для этого перпендикулярно к оси трассы измеряют расстояние от оси трассы влево и вправо до точек перегиба местности. Концы поперечного профиля и точки перегиба отмечают сторожками, на которых надписывают расстояния от оси трассы с добавлением буквы Л (влево) или П (вправо) от оси трассы, например, Л + 10,0 или П + 5,0. Началом поперечного профиля может быть пикет или плюсовая точка. Его длину принимают по указанию преподавателя (10-20 м).

В процессе разбивки пикетажа ведут пикетажный журнал (рис. 6.1), в котором в масштабе 1:1000 показывают ось трассы, пикеты, плюсовые точки, поперечные профили, углы поворота, направление поворота трассы (стрелкой), на глаз зарисовывают контуры местности в полосе шириной по 20 м в обе стороны от оси трассы.

6.3. Нивелирование по оси трассы и по поперечным профилям

После выполнения поверок нивелира, результаты которых записывают на первой странице журнала, приступают к нивелированию по пикетажу. Нивелирование выполняют способом «из середины». Нивелирный ход привязывают к ближайшему реперу. На каждой станции хода две нивелирные точки являются связующими, с их помощью передают высоты по ходу. Остальные точки называются промежуточными. Как правило, связующими точками являются пикеты. Если превышение между пикетами больше длины рейки, то для передачи высот используют дополнительные связующие точки, называемые *Х* точками. *Х* точки закрепляют колышками или штырями. Между смежными пикетами может быть несколько точек *Х*, в зависимости от рельефа.

В качестве *X* точек можно использовать плюсовые точки. Примеры выбора станции и связующих точек показаны на рис. 6.2.

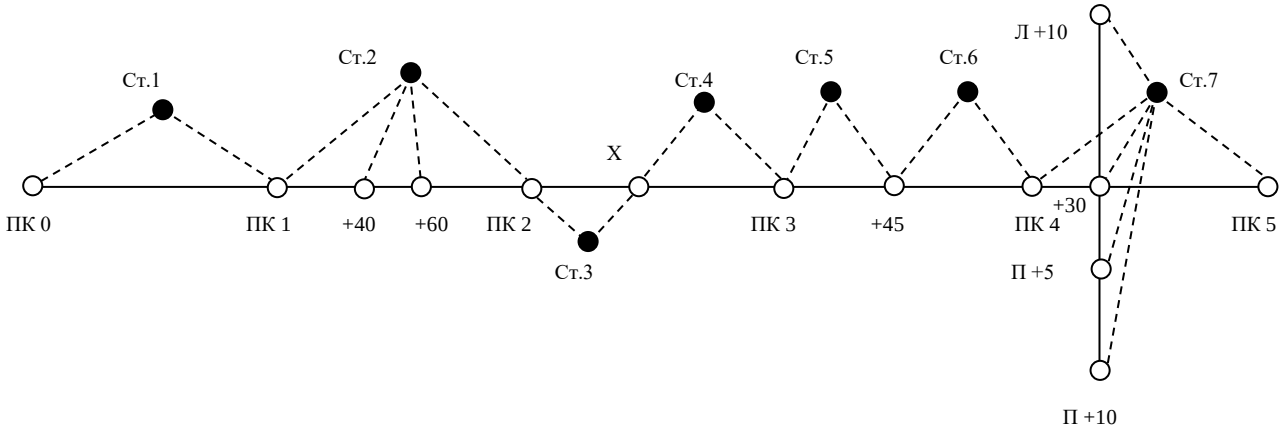


Рис. 6.2. Выбор станций при нивелировании трассы

6.4. Работа на станции при нивелировании

Все записи при нивелировании ведут в полевом журнале карандашом. Работу на станции производят в следующем порядке. Нивелир устанавливают примерно на равном расстоянии от связующих точек. Равенство расстояний определяют на глаз. На связующих точках на колышках устанавливают рейки.

Нивелир горизонтируют с помощью круглого уровня. Наводят трубу нивелира на заднюю рейку, совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по черной стороне рейки (1). Порядок записей и вычислений показан в таблице 6. Поворачивают рейку, проверяют точность совмещения концов пузырька цилиндрического уровня и берут отсчет по красной стороне (2). Затем нивелир наводят на переднюю рейку, обязательно совмещают элевационным винтом концы пузырька цилиндрического уровня и снова берут отсчеты по черной и по красной сторонам рейки (3), (4).

При нивелировании все отсчеты и превышения записывают в миллиметрах.

Если отсчет по рейке больше 1 м, то рейку необходимо слегка покачивать вперед и назад. При этом в нивелир наблюдают и берут наименьший отсчет. Тут же на станции вычисляют превышения *h* по черной (5) и красной (6) сторонам реек по формуле:

$$h = З - П,$$

где З – отчет по задней рейке; П – отсчет по передней рейке.

Эти превышения не должны отличаться более чем на 5мм. При большем расхождении нивелирование связующих точек повторяют, несколько изменив высоту инструмента.

Если разность превышений, вычисленных на станции, не превосходит допуск, то вычисляют среднее превышение (7) до целых мм и записывают в графе 8 или 9.

ЖУРНАЛ НИВЕЛИРОВАНИЯ

Таблица 6

Прямой ход

Дата 27.07.02

Исполнитель *Орлов*

№№ станции	Номер пикетов и промежут. точек	Отсчет по рейке			Превышения		Среднее превышение		Горизонт инструмента	Отметки точек	Номера пикетов и пром. точек	Примечания
		задний	передний	промежут.	+	-	+	-				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0-1	1861(1)	1363(3)		498(5)							
		6646(2)	6146(4)		500(6)		+2 499(7)			127,115	0	
2	1-2	0430(1)	0656(3)			226(5)			128,046	127,616	1	
		5218(2)	5440(4)			222(6)		+2 224(7)				
	1+40,0			2530(8)						125,516	1+40,0	
	1+60,0			2340(9)						125,706	1+60,0	
3	2-x	2830	420		2410					127,394	2	
		7615	5202		2413		+2 2412					
4	x-3	2131	720		1411							
		6915	5509		1406		+2 1408					
5	3-3+45,0	2752	151		2601					131,218	3	
		7535	4942		2593		+1 2597			133,816	3+45,0	
∑		43933	30549		13832	448	6916	224				
		+13384			+13384		+6692					
					+6692							

Вычислил *Петров*

Проверил *Иванов*

Одновременно с нивелированием связующих точек нивелируют плюсовые точки и точки поперечного профиля. Для этого после вычисления среднего превышения на станции рейку с задней связующей точками и точки поперечного профиля, устанавливают ее на землю у сторожков нулем вниз, берут по одному отсчету только по черной стороне рейки и записывают отсчет в графу 5 (8), (9).

После этого задний реечник переходит на следующую связующую точку, а передний остается на предыдущей связующей точке, наблюдатель переходит и выбирает следующую станцию. Если в районе трассы есть только один репер, к которому будет привязываться трасса, то для контроля нивелирования студенты на практике прокладывают обратный нивелирный ход, начиная нивелирование с последнего пикета. В обратном ходе нивелируют только связующие точки. Если есть возможность привязать последний пикет к реперу, то обратный ход не прокладывают.

Все записи в журнале должны быть выполнены аккуратно, без подчисток и исправлений. Неправильные записи зачеркивают, а в примечаниях пишут причину зачеркивания.

В полевом журнале дают схему привязки (рис. 6.3) и делают полевую привязку. Для этого выполняют нивелирование от репера до ПКО в прямом и обратном направлениях, вычисляют среднее превышение $h_{ср}$.

Решают привязку, т. е. вычисляют отметку ПКО ($H_{пко}$) по формуле:

$$H_{ПКО} = H_{Rp} + h_{ср}$$

$$h_{ср} = \frac{h_{пр} + h_{обр}}{2},$$

если привязка сделана по схеме (*а*).

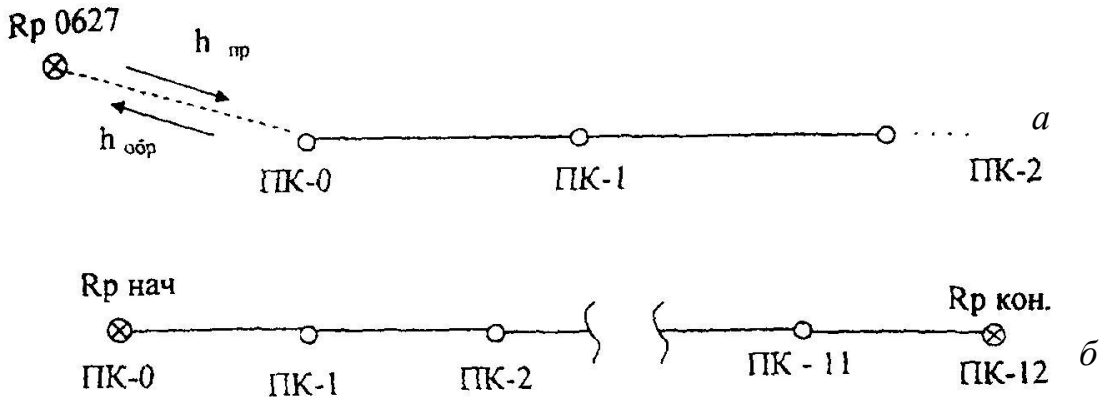


Рис. 6.3. Схемы привязки нивелирного хода:
а – висячий ход, *б* – разомкнутый ход

6.5. Камеральная обработка результатов нивелирования

Камеральную обработку производят в таком порядке:
- обработка нивелирного журнала;
- построение профиля;
- проектирование по профилю.

6.5.1. Обработка нивелирного журнала

Для проверки правильности записей и вычислений в журнале производят постраничный контроль по формуле:

$$\sum З - \sum П = \sum h.$$

Для этого на каждой странице журнала находят: суммы отсчетов ∑3, ∑4 по графам 3, 4; суммы превышений ∑6, ∑7, ∑8, ∑9 по графам 6, 7, 8, 9 (таблица 6). Вычисляют величины:

$$\sum 3 - \sum 4; \quad \sum 6 + \sum 7; \quad \sum 8 + \sum 9.$$

Соблюдение равенств:

$$\sum 3 - \sum 4 = \sum 6 + \sum 7; \quad \frac{\sum 6 + \sum 7}{2} = \sum 8 + \sum 9,$$

показывает, что вычисления на данной странице сделаны верно. Аналогично производят контроль и на следующих страницах журнала. Суммируя величины (∑8 + ∑9) отдельно по прямому и обратным ходам, получают суммарное превышения $\sum h_{прям}$ – прямого и $\sum h_{обр}$ обратного ходов. Сумма величин $\sum h$ прямого и обратных ходов дает невязку f_h:

$$f_h = \sum h_{прям} + \sum h_{обр}.$$

Если ход пройден точками с известными отметками $H_{НАЧ}$ и $H_{КОН}$ (рис. 6.3, *б*), невязку вычисляют по формуле:

$$f_h = \sum h_{ср} - (H_{КОН} - H_{НАЧ}).$$

Допустимое значение невязки вычисляют по формуле:

$$f_{h доп} = \pm\sqrt{L(км)}, \text{ мм},$$

где L – длина хода (в километрах) от начального до конечного пикета. Вычисляют невязку в полевом журнале, на чистой странице.

Если полученная невязка больше допустимой, то нивелирный ход переделывают. Если полученная невязка допустима, то в случае (*а*) половину ее распределяют с обратным знаком поровну в превышения прямого хода, округляя при этом поправки до целых километров. Во втором случае (*б*), вся невязка распределяется поровну с обратным знаком на превышения между связующими точками. Поправки в превышениях δ_h вычисляют по формуле:

$$\delta_h = -\frac{f_h}{n},$$

где n – число превышений.

Записывают поправки над средними превышениями в полевом журнале. Исправленные превышения определяют по формуле:

$$h_1 = h_{ср} + \delta_{h1}.$$

Из привязки хода к реперу вычисляют отметку нулевого пикета $H_{ПКО}$ (в нашем примере $H_{ПКО}$ = 127,115 м). Записывают ее в графе (II) напротив нулевого пикета (0).

Зная эту отметку и исправленные превышения, последовательно вычисляют отметки связующих точек по всему ходу:

$$H_1 = H_0 + h_1, \quad H_2 = H_1 + h_2 \ \ldots$$

Получив отметку последнего пикета $H_К$, проверяют правильность вычислений по формуле:

$$H_{КОН} - H_{НАЧ} = \sum h - \frac{f_h}{2} \ (а) \text{ или } H_{КОН} - H_{НАЧ} = \sum h - f_h \ (б).$$

Вычисления в журнале заканчивают нахождением отметок промежуточных точек. Их вычисляют через горизонт инструмента ГИ. Горизонтом инструмента называют отметку визирного луча нивелира на данной станции. ГИ вычисляют по формуле:

$$ГИ = Н + a,$$

где Н – отметка связующей точки на данной станции; a – отсчет по черной стороне рейки на этой точке.

Пример: Для станции 2 в таблице 6:

$$ГИ = H_1 + a_1,$$

$H_{ПК1}$ = 127,616 м, a_1 = 0430 мм – отсчет на ПК1,

ГИ = 128,046 м (записывают в графу 10 напротив станции 2).

Отметки промежуточных точек $Н_{ПРОМ}$ находят вычитанием промежуточных отсчетов по рейке «*с*» из горизонта инструмента:

$$H_{ПРОМ} = ГИ - c.$$

На этой же станции находим:

$H_{ПК1+40.0} = 128{,}046 - 2{,}530 = 125{,}516$ м,

$H_{ПК1+60.0} = 128{,}046 - 2{,}340 = 125{,}706$ м.

6.5.2. Построение профиля трассы

По вычисленным отметкам пикетов, плюсовых точек и точек поперечного профиля на координатной бумаге строят продольный и поперечный профили местности по трассе. Масштабы построения:

- для продольного профиля: горизонтальный 1: 2000, вертикальный 1:200;
- для поперечного профиля: горизонтальный 1: 200, вертикальный 1:200.

Последовательность построения профиля приведена ниже.

Первоначально вычерчивают сетку профиля. Название граф и размеры в миллиметрах показаны на рис. 6.4.

В графе «Расстояния» отмечают положения пикетов и плюсовых точек, выписывают расстояния между плюсовыми точками и пикетами. *X* точки не строят. Ниже этой графы выписывают номера пикетов.

Пользуясь пикетажным журналом, заполняют графу «План трассы», в которой показывают:

а) ось в виде прямой линии красного цвета;

б) ситуацию (по результатам съемки полосы местности) соответствующими условными знаками.

В графу «Фактические отметки» выписывают из журнала нивелирования отметки всех пикетов и плюсовых точек с округлением до 0,01 м.

Выбирают и надписывают отметку условного горизонта, которая должна быт на 5-8 метров меньше самой низкой отметки по трассе.

В системе прямоугольных координат, где линия условного горизонта – ось расстояний, а вертикальная линия, проходящая через нулевой пикет – ось отметок, строят положение всех пикетов и плюсовых точек.

Полученные точки соединяют прямыми линиями и получают продольный профиль местности по оси трассы. Все построения выполняют карандашом.

Над точками продольного профиля, которые служили началом поперечных профилей, строят сетки поперечных профилей (рис. 6.4).

Заполняют графы «Расстояния» и «Фактические отметки» так же, как это делалось при построении продольного профили. Под сеткой надписывают пикетажные обозначения точек поперечного профиля.

Выбрав условный горизонт, строят положение точек поперечного профиля. Соединив полученные точки, получают поперечный профиль местности.

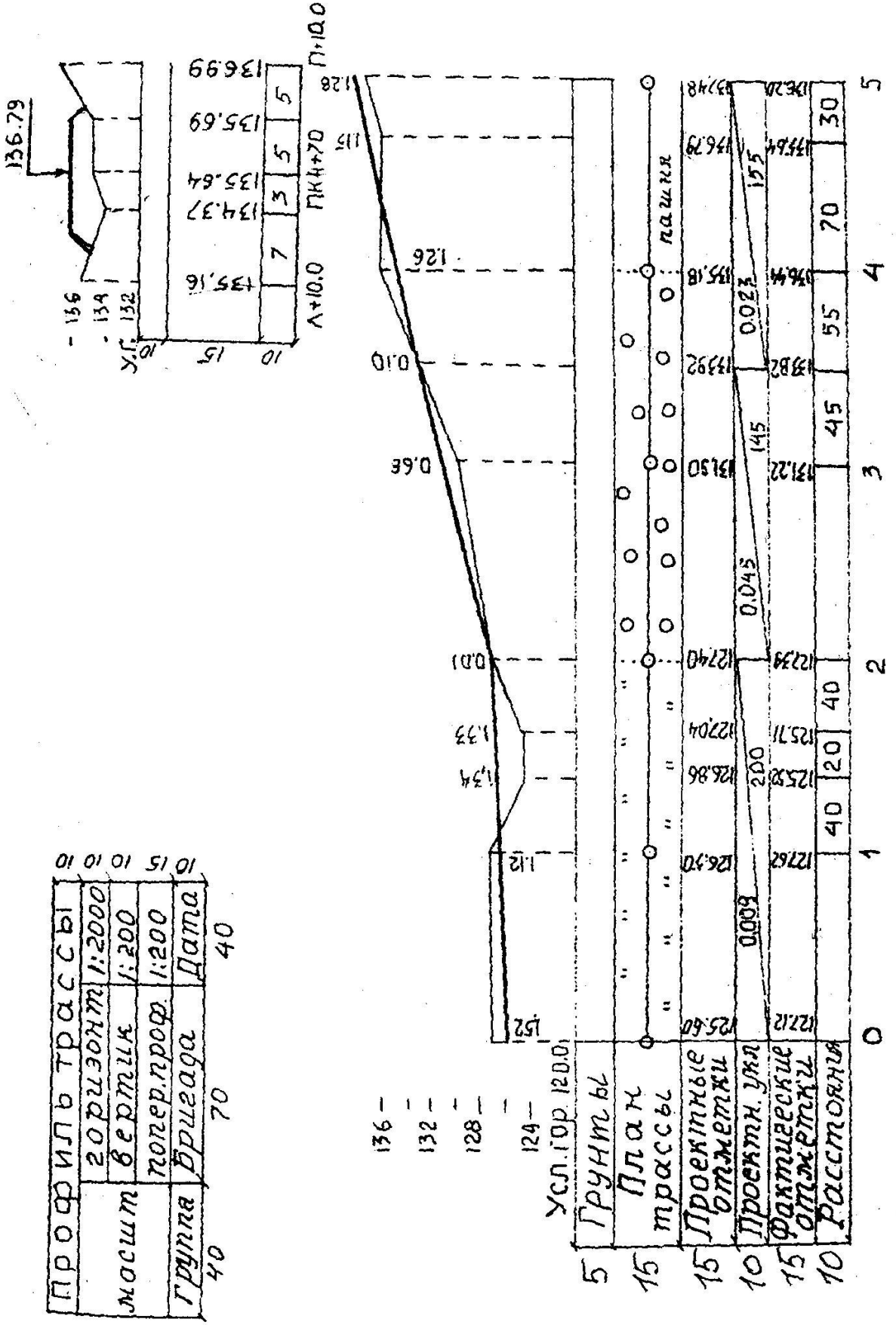


Рис. 6.4. Профиль трассы

Профиль местности – графический документ, позволяющий решать ряд инженерных задач.

6.5.3. Проектирование по профилю

На практике по продольному профилю студенты проводят проектную линию, которая будет являться профилем оси будущего инженерного сооружения (дороги, канала и т. д.). Проектную линию намечают графически с учетом следующих требований:

- уклоны участков проектной линии не должны превышать допустимых значений (предельный уклон задается преподавателем);
- объем земляных работ должны быть минимальным;
- объемы насыпей и выемок должны быть примерно одинаковы, т. е. на профиле должно соблюдаться примерное равенство площадей насыпей и выемок;
- шаг проектирования принимают от 100 до 600 м;
- измерение уклона проектной линии можно производить на пикетах или плюсовых точках.

Проектная отметка ПКО задается преподавателям или принимается равной фактической отметке этого пикета.

На рис. 6.4 проектная отметка ПКО H_0 = 125,60 м участков проектной линии с разными уклонами намечено три: длиной 200, 145 и 155 м; измерение уклона проектной линии предусмотрено в двух точках: на ПК2 и на плюсовой точке ПК3+45,0 расчет и вычерчивание проектной линии производится в следующем порядке:

По профилю определяют приближенно (с точностью 0,1 мм в вертикальном масштабе профиля) проектные отметки точек перелома и конца проектной линии:

$$H_2 = 127{,}4\text{м}; \quad H_{3+45.0} = 133{,}8\text{ м}; \quad H_5 = 137{,}4\text{ м}.$$

Вычисляют превышения по участкам проектной линии:

$$h_1 = H_2 - H_0 = +1{,}8\text{ м};$$
$$h_2 = H_{3\text{-}45.0} - H_2 = +6{,}4\text{ м};$$
$$h_3 = H_5 - H_{3+45.0} = +3{,}6\text{ м}.$$

вычисляют уклоны i – отношения превышений h к горизонтальным проложениям участков проектной линии d:

$$i = \frac{h}{d}..$$

$$i_1 = \frac{1{,}8}{200} = +0{,}009;$$

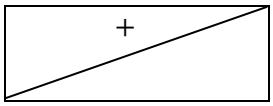
$$i_2 = \frac{6,4}{145} = +0,045;$$

$$i_3 = \frac{3,6}{155} = +0,023.$$

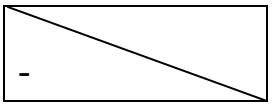
Полученные уклоны округляют до 0,001 и выписывают в графу «Проектные уклоны» продольного профиля.

Все данные проектирования наносят на профиль красным цветом.

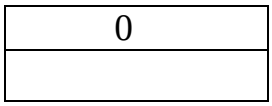
Под выписанными уклонами проводят линии (с подъемом (*а*), спуском (*б*) или горизонтальные (*с*) – в зависимости от знака уклона). Под линиями выписывают длины участков проектной линии.



(*а*)



(*б*)



(*с*)

По значениям округленных уклонов вычисляют и выписывают в соответствующую графу продольного профиля проектные отметки концов участков проектной линии по формуле:

$$H_{n\text{-}1} = H_n + i \times d.$$

Для нашего примера:

$$H_2 = 125,60 + 0,009 \times 200 = 125,60 + 1,80 = 127.40 \text{ м};$$

$$H_{3\text{-}45} = 127,40 + 0,45 \times 145 = 127,40 + 6,52 = 133,92 \text{ м};$$

$$H_5 = 133,92 + 0,023 \times 155 = 133,92 + 3,56 = 137,46 \text{ м}.$$

На профиле уточняют по вычисленным отметкам положение точек перелома и конца проектной линии, соединяют полученные отрезки линиями и получают проектный профиль оси будущего инженерного сооружения.

Вычисляют и выписывают проектные отметки всех остальных пикетов и плюсовых точек трассы по той же формуле (здесь «*d*» – это расстояние между пикетами, или расстояние от пикета до плюсовой точки). $H_1 = H_0 + i \times 100 = 126,50$ м, $H_{1\text{-}40} = H_1 + i \times 40 = 126,86$ м. Контролем вычислений служат выписанные проектные отметки конца участков проектной линии.

Вычисляют рабочие отметки как разности проектных и фактических отметок соответствующих точек профиля. Рабочие отметки выписывают около проектной линии: положительные (высота насыпи) – выше, а отрицательные (глубина выемки) – ниже проектной линии.

В заключении по вычисленной отметке точки оси поперечного профиля наносят положение проектной линии на поперечном профиле. Над проектной линией выписывают ее отметку. Проектную линию наносят горизонтально, по 10м влево и вправо от оси трассы. Показывают кюветы (если линия идет в выемке) и откосы (если линия идет по насыпи). Уклон откосов и бортов канав

45°, ширина дна кювета – 0,6 м. Над продольным профилем вычерчивают штамп.

Перечень сдаваемых материалов: отчет по нивелированию (раздел в общем отчете по практике), пикетажный журнал, журнал нивелирования, профиль местности по оси трассы.

7. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

На геодезической практике студенты выполняют следующие инженерно-геодезические задачи:

- вынос в натуру точки с заданными координатами;
- вынос на местность точки с заданной отметкой;
- вынос в натуру линии с заданным уклоном.

Проектные данные для выполнения этих задач (отметки, длины линий, уклон, координаты) задает преподаватель.

Подготовительные работы для решения инженерно-геодезических задач выполняются по топографическому плану масштаба 1:500, составленному студентами по результатам тахеометрической съемки.

Вынос проекта в натуру (геодезические разбивочные работы) осуществляются от имеющихся на участке пунктов геодезической сети с использованием следующих геодезических приборов: теодолита Т-30, нивелира Н-3 или Н-10, мерной ленты, рулетки.

7.1. Элементы геодезических разбивочных работ

Разбивочные работы можно представить как совокупность отдельных простых операций. Рассмотрим основные из них.

7.1.1. Вынос в натуру проектного горизонтального угла

Над вершиной угла O устанавливают теодолит и ориентируют его лимб вдоль заданного направления OA. Вращением алидады откладывают проектный угол β и по направлению визирной оси трубы забивают колышек C_1. Для исключения влияния коллимационной ошибки проводят трубу через зенит и откладывают величину угла β при другом положении вертикального круга, забивают колышек в точке C_2. Расстояние C_1-C_2 делят пополам, полученный угол AOC и будет проектным углом. После построения проектного угла производят контрольные измерения этого угла (см. рис. 7.1).

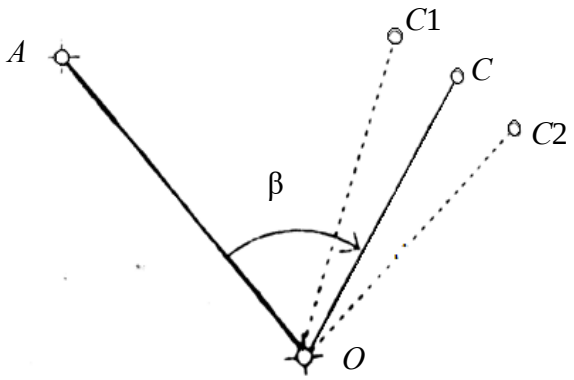


Рис. 7.1. Построение на местности проектного горизонтального угла

7.1.2. Вынос в натуру проектного расстояния

Для выноса проектного расстояния по заданному направлению мерной лентой откладывают наклонную длину, конец линии закрепляют колышком. Для контроля длину линии измеряют второй раз – обратно. Наклонное проектное расстояние находят по формуле:

$$L = \sqrt{D^2 + h^2},$$

где D – горизонтальное проложение линии, м; h – превышение между точками концами линии, м.

D и h определяют по топографическому плану.

7.2. Вынос в натуру точки с заданными координатами (полярным способом)

На топографическом плане запроектирована буровая скважина (C), которую необходимо вынести в натуру от ближайших пунктов геодезической сети (в примере пункты 1 и 2 на рис. 7.2).

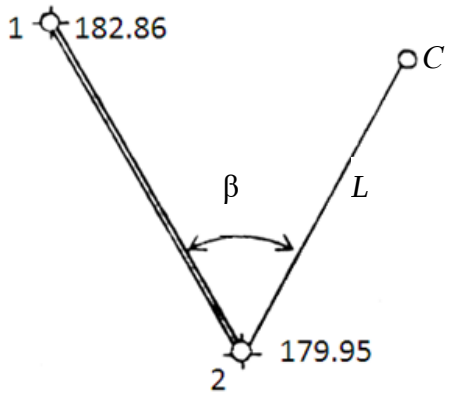


Рис. 7.2. Схема выноса в натуру запроектированной точки

Прямоугольные координаты и отметки пунктов геодезической сети 1 и 2 выписывают из ведомостей вычисления координат и высот точек съемочного обоснования, а координаты и отметку точки *C* студенты определяют графически с топографического плана (таблица 7).

Таблица 7

Исходные данные

	X	*У*	*H*
1	3833,62	2950,42	182,86
2	3771,20	2838,80	179,95
C	3764,42	2858,20	184,50

Для переноса запроектированной точки в натуру применим способ полярных координат.

Вначале выполняют геодезическую подготовку проекта. Для этого необходимо вычислить разбивочные элементы, т. е. полярный угол β и полярное расстояние *L* по формулам:

$$\beta = \alpha_{2\text{-}C} - \alpha_{2\text{-}1},$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \operatorname{arctg}\frac{Y_C - Y_2}{X_C - X_2},$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \operatorname{arctg}\frac{Y_1 - Y_2}{X1 - X_2},$$

$$L = \sqrt{D^2 + h^2}, \quad D_{2-C} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \; h = H_C - H_2,$$

где X_1, X_2, Y_1, Y_2 – прямоугольные координаты исходных пунктов; X_C, Y_C – прямоугольные координаты запроектированной точки *C*; H_2, H_C – отметки точек 2 и *C*; $D_{2\text{-}C}$ – горизонтальное проложение линии 2 – *C*; *L* – наклонное проектное

расстояние от пункта 2 до точки *C*; $\alpha_{2\text{-}C}$, $\alpha_{2\text{-}1}$ – дирекционные углы линий 2-*C* и 2-1.

В нашем примере:

$$r(\alpha_{2-1}) = \text{arctg}\frac{2950{,}42 - 2838{,}80}{3833{,}62 - 3771{,}20} = \text{arctg}\frac{+111{,}62}{+62{,}42} = 1{,}78821 \ (1-\text{ячетверть}),$$

$$r(\alpha_{2-1}) = \alpha_{2-1} = 60°47'07''.$$

$$r(\alpha_{2-C}) = \text{arctg}\frac{2858{,}20 - 2838{,}80}{3764{,}42 - 3771{,}20} = \text{arctg}\frac{+19{,}40}{-6{,}78} = 2{,}86136 \ (2-\text{ячетверть}),$$

$$r_{2-C} = 70°44'10''.$$

$$\alpha_{2-C} = 180° - 70°44'10'' = 109°15'50'',$$

$$\beta = 109°15'50'' - 60°47'07'' = 48°28'43'',$$

$$D_{2-C} = \sqrt{19{,}40^2 + 6{,}78^2} = 20{,}55, \text{ м},$$

h = 184,50 м – 179,95 м = 4,55 м,

$$L = \sqrt{20{,}55^2 + 4{,}55^2} = 21{,}05, \text{ м}.$$

Затем составляют разбивочный чертеж в масштабе топографического плана, на котором запроектирован объект (рис. 7.3).

На разбивочный чертеж наносят: пункты геодезической сети (1, 2); величины углов и линий, которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектированной точки.

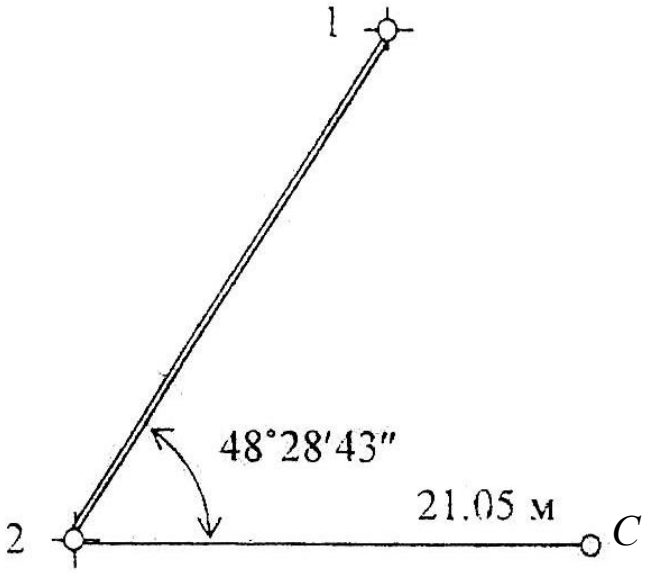


Рис. 7.3. Разбивочный чертеж

На местности в точке 2 устанавливают теодолит и способами изложенными выше (7.1.1, 7.1.2), отмеряют величины, указанные на разбивочном чертеже. Для контроля можно вычислить полярные координаты точки *C* от пункта 1.

7.3. Вынос в натуру точки с заданной отметкой

От пункта геодезической сети А с отметкой H_0 = 49,347 м необходимо вынести на местность точку В с проектной отметкой $H_{пр}$ = 48,000 м. Сначала точку В выносят и закрепляют на местности в соответствии с ее плановым положением.

Для выноса проектной отметки в точке В между исходной точкой А и проектной точкой В устанавливают нивелир (рис. 7.4).

Установив рейку на т. А, берут по ней отсчет *a* (пусть *a* = 0,572 м).

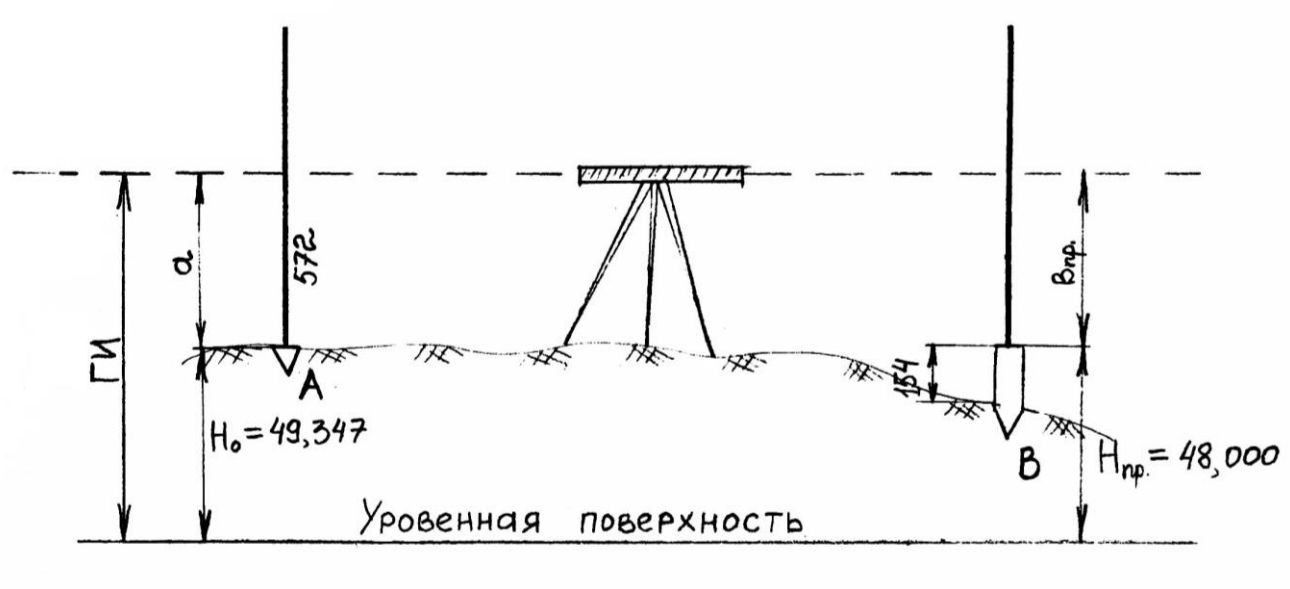


Рис. 7.4. Вынос в натуру точки с проектной отметкой

Определяют горизонт инструмента (ГИ) по формуле:

$$ГИ = H_0 + a = 49{,}347 + 0{,}572 = 49{,}946 \text{ м}.$$

Вычисляют проектный отсчет по рейке $в_{пр}$, соответствующий проектной отметке точки В.

$$в_{пр} = ГИ - H_{пр} = 49{,}946 \text{ м} - 48{,}000 \text{ м} = 1946 \text{ мм}.$$

Затем, наблюдая в трубу нивелира по рейке установленной в точке В, забивают колышек на такую глубину, чтобы отсчет по рейке, установленной пятой на колышке, был равен вычисленному значению $в_{пр}$ = 1946 мм.

Допустим, отсчет по рейке в т. В равен 2100 мм, тогда 2100 – 1946 = 154 мм, это величина, на которую надо приподнять колышек, чтобы получить проектную отметку, соответствующую верху колышка.

7.4. Вынос в натуру линии с проектным уклоном

От пункта геодезической сети А с отметкой H_0 = 50,20 м (рис. 7.5, *а*) требуется разбить линию длинной D = 30 м с уклоном i = 0,040.

Проектное направление линии выносят на местность, закрепляют точками, расположенными через 10 м (1, 2, В).

Вычисляют проектные отметки точек 1, 2, В по формуле:

$$H_{\text{пр}} = H_0 + i \times d,$$

где $H_{\text{пр}}$ – проектная отметка точки, закрепленной на линии АВ; i – проектный уклон; d – расстояние от исходной точки А до определенной точки.

$$H_{\text{пр1}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 10 = 50{,}20 + 0{,}04 = 50{,}24 \text{ м};$$

$$H_{\text{пр2}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 20 = 50{,}20 + 0{,}08 = 50{,}28 \text{ м};$$

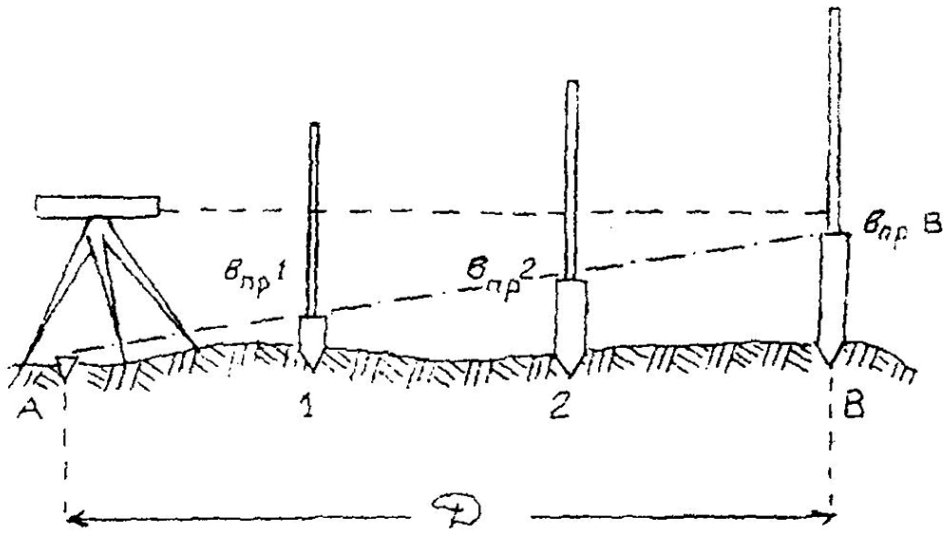
$$H_{\text{прВ}} = 50{,}20 + 0{,}040 \times 30 = 50{,}20 + 0{,}12 = 50{,}32 \text{ м}.$$

Вычисленные проектные отметки точек 1, 2, В выносят в натуру изложенным выше способом. На рис. 7.5, *а* $в_{\text{пр}}1$, $в_{\text{пр}}2$, $в_{\text{пр}}$ В – проектные отсчеты по рейке в точках 1, 2, В.

При другом способе разбивки проектного уклона подъемными винтами нивелира наклоняют трубу нивелира до тех пор, пока отсчет по рейке на вынесенной проектной точке В не станет равен высоте инструмента. В результате линия визирования будет параллельна линии заданного уклона. Промежуточные точки линии определяют установкой рейки в точках 1 и 2 и получением на них того же отсчета, что и на точке В (рис. 7.5, *б*).

Материалы, прилагаемые к отчету в главе «Инженерно-геодезические задачи».

а



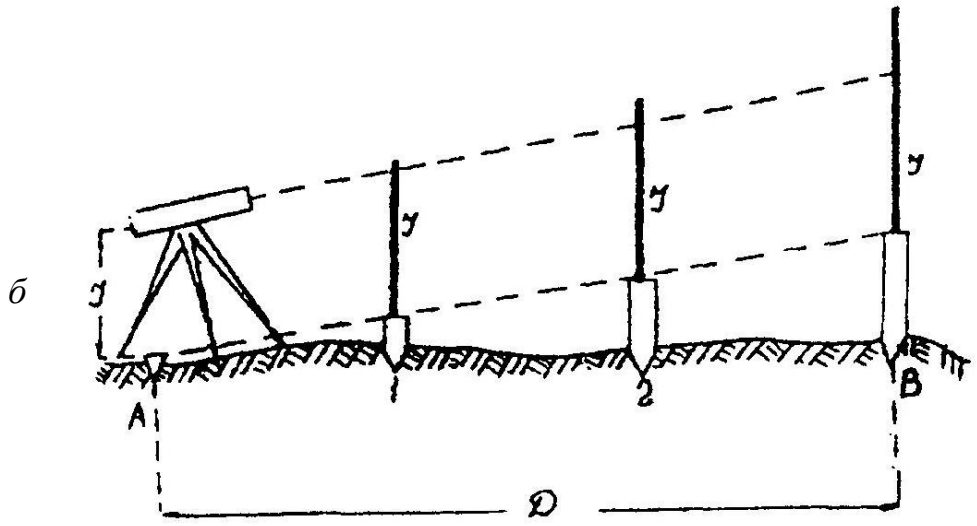


Рис. 7.5. Построение заданного уклона

В отчете по геодезической практике в главе «Инженерно-геодезические задачи» дается описание решения задачи, все вычисления по определению разбивочных элементов и разбивочные чертежи с указанием углов и длин, которые необходимо отложить на местности от исходных пунктов до проектных точек; на топографическом плане бригады указывают проектные точки.

8. ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИКЕ

По итогам геодезической практики студенты пишут бригадный отчет. Отчет оформляется на листах А-4. В отчете отражаются следующие вопросы:

- описание участка работ: местоположения, рельеф, растительность, гидрография, дорожная сеть, наличие населенных пунктов, промышленных предприятий и т. п.;

- виды геодезических работ, поверки приборов, камеральная обработка результатов полевых измерений, результаты и допуски;

- виды работ, выполненные отдельными студентами.

Содержание отчета:

1. Общие сведения.
2. Физико-географическая характеристика района работ.
3. Рекогносцировка местности и закладка центров.
4. Поверки теодолита.
5. Измерение горизонтальных и вертикальных углов и измерение расстояний.
6. Вычисление координат и отметок съемочного обоснования.
7. Тахеометрическая съемка.
8. Поверки нивелира.
9. Геометрическое нивелирование.
10. Инженерно-техническое нивелирование по оси трассы.
11. Решение инженерно-геодезических задач.
12. Вычерчивание топографического плана.

К отчету прилагаются:

1. Схема съемочного обоснования и привязки в произвольном масштабе (на схему выписывают средние значения измеренных углов и длин).
2. Журналы измерения углов и длин сторон.
3. Ведомости вычисления отметок точек съемочного обоснования.
4. Ведомость вычисления координат точек съемочного обоснования.
5. Журнал тахеометрической съемки.
6. Абрисы.
7. Топографический план масштаба 1:500.
8. Пикетажный журнал.
9. Журнал нивелирования.
10. Профиль местности по оси трассы.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ГОСТ 22268-76. Геодезия. Термины и определения.

ГКИНП-02-033-79. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500.

Клепко В. Л., Назаров И. В. Геодезия: курс лекций. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 148 с.

СП 47.13330.2012. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.

Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Стандартный шрифт

Стандартный шрифт (по ГОСТу 2.304-81 – чертежный шрифт) пишется от руки с наклоном 1:3. Применяется для ведения записей в журнале и оформления документации.

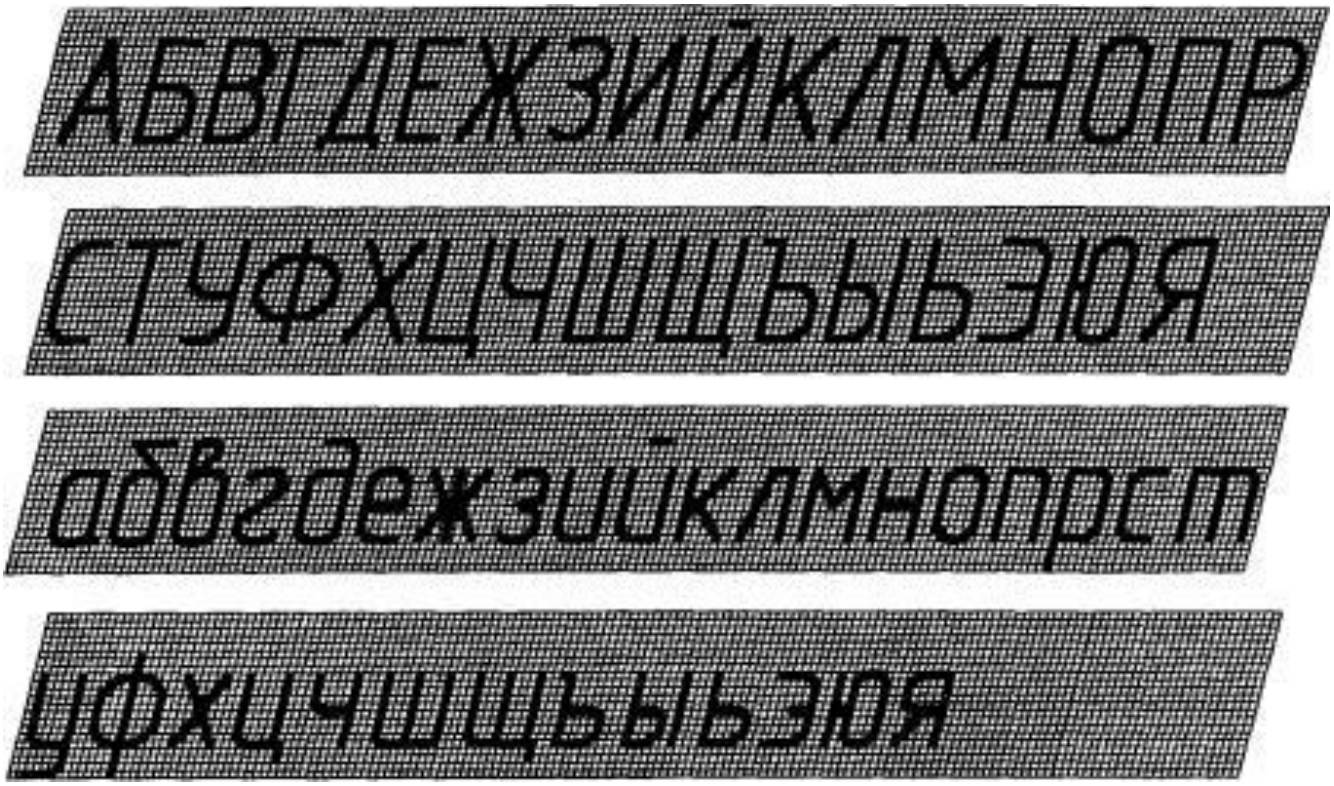


СХЕМА Профиль План

147°25′ 638,9 70,241 139°57′

Студент Преподаватель

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Вычислительный шрифт

Вычислительный шрифт имеет прямое начертание. Он применяется при полевых и вычислительных работах. Шрифт легко запоминается и читается, прост в исполнении.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.03 «ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ» 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 ***спредингом*** 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»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ОСНОВЫ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Специальность:
21.05.03 Технология геологической разведки

Екатеринбург

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……4
1. ОКОНТУРИВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ……7
1.1.Оконтуривание рудного тела в разрезе скважины и в поперечном сечении……7
1.2. Оконтуривание пластообразной рудной залежи на плане……12
2. ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ……16

ВВЕДЕНИЕ

Оконтуривание месторождений полезных ископаемых – это определение на горизонтальной, вертикальной проекциях и разрезах границ контуров распространения залежей полезного ископаемого или его частей (отдельных тел, блоков, горизонтов). Оно производится по показателям кондиций: бортовому содержанию полезного компонента, минимальному промышленному содержанию, минимальной мощности тела полезного ископаемого или метропроценту и ряду других. Оконтуривание месторождений полезных ископаемых – этап, предшествующий подсчету запасов полезных ископаемых. Оконтуривание сводится к установлению опорных точек контура объекта по естественным обнажениям, горным выработкам, разведочным скважинам и построению по ним линии подсчетного контура залежи. Для подсчета запасов отстраивается промышленный контур, ограничивающий кондиционные участки тела полезного ископаемого. Он может быть внутренним и внешним. **Внутренний** контур отстраивается через крайние разведочные пересечения, встретившие полезное ископаемое; **внешний** – через точки предполагаемых естественных или условных (экстраполированных) границ распространения месторождения.

В пределах выработки опорные точки устанавливаются по данным замеров, непосредственных наблюдений и опробования. При четких геологических границах подсчетный контур совпадает с геологическим. При сложном распределении полезных компонентов оконтуривание производят по пробе с бортовым содержанием, по мощности или метропроценту (произведению величины мощности на содержание). При отстройке подсчетного контура установленные по отдельным выработкам опорные точки переносятся на планы, разрезы или проекции и соединяются прямыми или изогнутыми (согласно геологической структуре) линиями. Положение опорных точек между крайними пересечениями с кондиционными и некондиционными показателями находят способом интерполяции. За пределами выработок с кондиционными показателями при отсутствии оконтуривающих пересечений подсчетный контур определяют методом экстраполяции с использованием геолого-геофизических данных по месторождению.

Запасы, оконтуренные по достаточно густой сети разведочных пересечений, могут быть отнесены к категориям *A* и *B*, а на объектах сложного геологического строения – к категории C_1. Запасы, распо-

ложенные за пределами внутреннего контура, обычно относятся к категориям C_2 и реже – C_1.

Подсчетом запасов называется операция по определению количества промышленно пригодного минерального сырья в недрах. Разведанные и правильно учтенные запасы полезных ископаемых представляют надежную основу для экономики страны. Поэтому обоснованный подсчет запасов для разных видов минерального сырья имеет важное государственное значение. Хотя подсчет запасов является вычислительной операцией, в его основе лежит методически обоснованная разведка и всестороннее изучение геологического строения месторождения полезного ископаемого.

По Л. И. Четверикову (1984) понятие «**методика разведки**» является базовым понятием теории разведки. Оно включает в себя: а) комплекс локальных наблюдений и замеров разведочных параметров (метод разведки); б) способы осуществления этих наблюдений и замеров; в) методы обработки, анализа и оценки разведочной информации; г) интерпретацию данной информации и создание эмпирической модели разведуемых недр. Пункт «а» занимает особое положение. Он реализуется через разведочные системы. Вслед за А. Б. Кажданом [1, 2] под разведочной системой мы понимаем совокупность определенным образом расположенных разведочных пересечений. По пространственной ориентировке разрезов разведочные системы подразделяются на три класса: 1) вертикальных разрезов; 2) горизонтальных разрезов; 3) продольных разрезов. Выбор системы разведки зависит от ряда факторов: а) поставленных задач и выбранной методики разведки; б) горно-геологических особенностей разведки; в) имеющихся технических средств; г) географо-геоморфологических и экономических факторов. Оптимальной будет такая система разведки, которая позволит решить поставленные задачи и осуществить оценку недр с наименьшей затратой времени и материально-технических средств.

Подсчет запасов и сопутствующее ему изучение месторождений проводятся для: а) определения количества минерального сырья в недрах с выяснением распределения запасов по отдельным сортам и участкам месторождения; б) обоснования степени надежности цифр подсчета запасов и степени изученности месторождения; в) сбора необходимых данных для геолого-экономической оценки разведуемого месторождения, включающей обоснование способа вскрытия и отработки объекта, оценку технологических свойств и качеств минераль-

ного сырья, расчет экономической целесообразности промышленного освоения.

Запасы какого-либо компонента (например, металла) в недрах рудного месторождения рассчитываются по формуле

$$P = Q \cdot c,$$

где P – запасы компонента (например, металла); Q – запасы минерального сырья (например, руды); c – среднее содержание компонента в контуре подсчитываемых запасов (например, среднее содержание металла в руде).

Если «c» выражено в процентах, то $P = Q\dfrac{c}{100}$.

Запасы минерального сырья (Q) определяются по формуле

$$Q = V \cdot d\ ,$$

где V – объем тела полезного ископаемого, по которому производится подсчет запасов, м^3; d – объемная масса минерального сырья в недрах, т/м^3.

Объем тела полезного ископаемого (V) определяется по формуле

$$V = S \cdot m,$$

где S – площадь полезного ископаемого, м^2; m – средняя мощность тела полезного ископаемого в пределах контура подсчитываемых запасов, м.

В итоге формулу подсчета запасов можно выразить так: $P = S \cdot m \cdot d \cdot c$

$$\text{или}\quad P = \frac{S \cdot m \cdot d \cdot c}{100}.$$

Запасы минерального сырья в недрах (Q) устанавливаются в следующих единицах: 1) запасы руды коренных металлических месторождений твердых полезных ископаемых – в тыс. т; 2) запасы песков россыпных месторождений, пород для строительных целей и др. – в тыс. м^3 или млн м^3. Запасы компонентов учитываются в т или в тыс. т. При этом для железа, марганца, хрома, ванадия и алюминия определяются только запасы сырой руды (Q) и среднее содержание в ней металла (c), а запасы металлов (P) не вычисляются. Запасы благородных металлов (золота, платины, серебра) определяются в кг или т. При подсчете запасов алмазов содержание выражается в каратах (1 карат = 200 мг) или граммах.

Запасы подсчитываются по месторождениям (участкам) по результатам геологоразведочных и эксплуатационных работ, выполненных в процессе их изучения и промышленного освоения. Они оцениваются в недрах без введения поправок на потери и разубожи-

вания при добыче, обогащении и переработке концентратов. В комплексных месторождениях подлежат подсчету запасы основных и совместно залегающих с ними полезных ископаемых, а также содержащиеся в них основные и попутные полезные компоненты (металлы, минералы, химические элементы и их соединения), целесообразность промышленного использования которых определена кондициями на минеральное сырье.

1. ОКОНТУРИВАНИЕ ЗАЛЕЖЕЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Важнейшим элементом разведки месторождений полезных ископаемых является оконтуривание залежей, позволяющее определить их форму и внутреннее строение. Оконтуривание ведется по показателям кондиций, которые зависят от способа определения границ тела полезного ископаемого (визуальный или путем опробования), от характера распределения полезного компонента (равномерное, неравномерное) и от сложности внутреннего строения.

Первоначально выполняется оконтуривание тела по разведочной выработке, а затем оконтуривание в разведочном сечении и на плане. По данной теме предлагаются два задания, работа над которыми дает студенту представление об оконтуривании рудных залежей. В обоих заданиях контуры промышленного оруденения устанавливаются по данным опробования. Это позволяет при выполнении каждого задания убедиться в тесной связи количества балансовых запасов от качества полезного ископаемого. В каждом задании следует показать штриховкой распределение балансовых и забалансовых запасов.

1.1. Оконтуривание рудного тела в разрезе скважины и в поперечном разведочном сечении

Дано: поперечный геологический разрез пластообразной залежи гипергенных никелевых руд, полученный по данным эксплуатационной разведки (рис. П. 1 – П. 3). Разведочные скважины расположены друг от друга на расстоянии 10-15 м. Длина керновых проб 2 м. Содержание никеля вынесено рядом с соответствующими пробами. Фрагмент этого разреза приведен на рис. 1. Для реализации индиви-

дуальной самостоятельной работы каждого студента на группу выдается 3 разреза по 10 вариантов в каждом.

В процессе оконтуривания следует руководствоваться следующими кондициями:

1. Минимальная рабочая мощность – 2 м.

2. Максимальная мощность пустых пород и забалансированных руд, включаемых в промышленный контур рудного тела, – 2 м.

3. Бортовое содержание никеля повариантно (табл. 1).

Таблица 1

Кондиции для оконтуривания по конкретным вариантам задания

Варианты		Бортовое содержание никеля, % масс.	Минимальное промышленное содержание никеля по блоку, % масс.
нечетные скважины	четные скважины		
1, 11, 21	6, 16, 26	0,7	1,05
2, 12, 22	7,17,27	0,8	1,10
3, 13, 23	8, 18, 28	0,9	1,15
4, 14, 24	9,19,29	1,0	1,20
5, 15, 25	10, 20, 30	1,1	1.30

4. Минимальное содержание никеля, принятое за нижний предел для оконтуривания забалансовых руд, составляет 0,5 % масс.

Необходимо:

а) пользуясь кондициями, определить опорные точки для оконтуривания в пределах каждой выработки; отметки кровли и подошвы залежи соединить пунктирной линией;

б) вычислить и поставить над скважиной в виде дроби мощность рудной залежи (числитель) и среднее содержание никеля в процентах (знаменатель);

в) провести контуры забалансовых руд в разведочном сечении;

г) вычислить площадь балансовых руд в разрезе и линейный запас никеля, приняв значение объемной массы сухой руды, равной 1,15 т/м^3;

д) исследовать зависимость линейного запаса балансовых руд (количество) от уровня бортового содержания, принятого при оконтуривании.

Методические указания к выполнению работы.

Каждый студент получает разведочный профиль с исходными данными для оконтуривания в соответствии с вариантом задания (1-10, 11-20, 21-30), определяемым согласно порядковому номеру студента в групповом журнале. Каждый вариант предусматривает обработку данных по четным или нечетным скважинам, входящим в разведочный профиль.

Наметив по заданному бортовому содержанию верхнюю границу рудного тела по каждой скважине, следует соединить из жирной пунктирной линией, соответствующей положению в пространстве кровли рудного тела. Затем аналогичным образом необходимо провести пунктирную линию, соединяющую отметки подошвы рудного тела.

Далее необходимо выделить участки забалансовых руд, включаемых в контур рудного тела. Как правило, они соответствуют спаренному положению двух проб с некондиционным (ниже бортового) содержанием никеля.

Наметив внешние и внутренние границы забалансовых руд, нужно определить среднее содержание никеля по скважине и общую мощность рудного тела по скважине (среднеарифметическим способом). Оба параметра выносятся в виде дроби над скважиной.

На рис. 1 дан пример оконтуривания на одном из участков разреза. При бортовом содержании никеля 0,8 % по скважине № 1 мощность залежи составила 10 м, так как некондиционный интервал с содержанием 0,53 % не превышает 2 м. Среднее содержание никеля по пяти пробам составило 0,95 %.

Скважина 3 вскрыла внутри рудного тела интервал забалансовых руд мощностью 4 м (0,70 и 0,75 %). Поскольку согласно кондициям внутри рудного тела такие руды могут присутствовать лишь в виде прослоев не более 2 м, этот интервал исключается из контура балансовых руд. Однако, если такой участок окружен балансовыми рудами в соседних скважинах, он вычленяется на разрезе как «островок» забалансовых руд. Некондиционные интервалы мощностью 2 м, располагающиеся среди кондиционных, включаются в контур балан-

совых руд без каких-либо ограничений. Примером может служить интервал с содержанием 0,7 % никеля по скважине 5 (см. рис. 1). В случае более высоких требований кондиций к качеству руд ($C_{б.}$ = 0,9 % масс), этот интервал совместно с соседним (0,8 %) вычленяется из рудного контура как «окно» забалансовых руд.

После проведения контура балансовых руд следует проверить правильность оконтуривания. С этой целью необходимо вычислить среднее значение мощности рудного тела (среднеарифметическое) и среднее содержание никеля по разведочному сечению (средневзвешенное). При соблюдении неравенства $\overline{C} \geq C_{\text{мин. пр.}}$ можно считать оконтуривание завершенным. Если среднее содержание никеля меньше минимального промышленного, нужно исключить из расчета среднего значения скважины с наименьшим содержанием никеля (одну-две) и вновь проверить наличие приведенного выше неравенства.

Закончив оконтуривание балансовых руд, следует провести, по соответствующему показателю кондиций, контуры забалансовых руд (верхний и нижний) и показать распространение названных типов руд в разведочном сечении соответствующей штриховкой (см. рис. 1). Проведя оконтуривание балансовых руд по разрезу, нужно определить их площадь (S) в м^2, учитывая соотношение вертикального и горизонтального масштабов. Это можно сделать с помощью палетки или умножением длины залежи в разрезе на среднюю ее мощность, вычисленную ранее. В качестве палетки можно использовать кальку, на которой равномерно по квадратной сетке (1,0 х 1,0 см) нанесены яркие (жирные) точки, каждая из которых соответствует единичной площадке, определяемой произведением знаменателей горизонтального и вертикального масштабов. В нашем случае это 20 м^2 (1:1000 и 1:200). Если точки на палетке нанести через 0,5 см, то площадь зоны влияния каждой точки будет 5 м^2. Точки, попавшие на границу контура, соответствуют половине единичной площадки (10 или 2,5 м^2 соответственно). Для повышения точности вычисления площади определение площади по палетке следует выполнить дважды.

Затем необходимо определить линейный запас никеля ($P_{\text{Ni}i}$) в слое 1 м, пользуясь формулой

$$P_{\text{Ni}} = S \cdot 1 \cdot d \cdot \overline{C} \cdot 100^{-1},$$

где S - площадь балансовых руд, м^2; d - объемная масса сухой руды, т/м^3; $\overline{C}$ - среднее содержание никеля по разрезу, % масс.

Заключительная часть работы состоит из исследования связи количества руды (линейный запас) от его качества (среднее или бортовое содержание никеля). Для этого студенты, выполнявшие оконтуривание при различных вариантах бортового содержания, но при одинаковых исходных данных (варианты 1-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-25, 26-30), объединяются в группы по пять человек для обмена полученными результатами и их обсуждения. Обменявшись значениями вычисленных линейных запасов никеля в балансовых рудах, каждый студент строит график зависимости величины линейного запаса (ордината) от бортового содержания (абсцисса). В итоге он убеждается в конкретном проявлении зависимости подсчитанных запасов от принятых кондиций.

Итоги проделанной работы отображаются на правой стороне отчетного бланка, где последовательно (сверху вниз) приводятся следующие данные:

- промышленные кондиции, использованные при оконтуривании (бортовое и минимальное промышленное содержание никеля);
- среднее содержание никеля по разрезу в сопоставлении с минимальным промышленным, % масс;
- средняя мощность рудного тела, м;
- площадь балансовых руд в разведочном сечении, $м^2$;
- расчет линейного запаса никеля, т;
- график зависимости линейного запаса никеля от его бортового содержания.

Время выполнения работы в аудитории – 2 часа.

1.2. Оконтуривание пластообразной рудной залежи на плане

Оконтуривание залежи гипергенных никелевых руд реализуется в проекции на дневную поверхность после проведения оконтуривания в каждой скважине и разведочном пересечении.

Дано: Разведочный план небольшого месторождения гипергенных никелевых руд, разведанного по сети 50 х 50 м в стадию оценочных работ (номера скважин 1-86) и 25 х 25 м в стадию разведки (номера скважин 87 и более). Возле каждой скважины показаны мощность рудного тела и среднее содержание никеля по пересечениям с балансовыми рудами. По скважинам, не вскрывшим промышленного оруденения, выносятся содержания никеля по забалансовым рудам. Фрагмент этого плана приводится на рис. 2.

Основные показатели кондиций, определяющие условия оконтуривания, приведены в табл. 2. Всего предложено пять значений кондиционных показателей.

Таблица 2

Промышленные кондиции для оконтуривания залежей в плане

Варианты заданий				Бортовое содержание никеля, % масс.	Минимальное промышленное содержание никеля по залежи, % масс.
а	б	в	г		
1	6	11	16	0,7	1,05
2	7	12	17	0,8	1,10
3	8	13	18	0,9	1,15
4	9	14	19	1,0	1,20
5	10	15	20	1,1	1,30

Варианты с индексами «а» (1-5) и «в» (11-15) выполняются с использованием всех скважин, а с индексами «б» (6-10) и «г» (16-20) – по скважинам стадии оценочных работ (см. рис. 2).

При названных условиях одновременно реализуется 20 индивидуальных решений данного задания.

В качестве дополнительных кондиций заданы:

1. Минимальная рабочая мощность – 2 м;

2. Минимальное содержание никеля, дающее право относить руды к забалансовым – 0,5 % масс.

Необходимо: пользуясь заданными кондициями, провести оконтуривание балансовых и забалансовых руд, отобразив их штриховкой на бланке задания.

Методические указания к выполнению работы.

Каждому студенту выдается план расположения разведочных скважин со значениями мощностей рудных тел и средних содержаний никеля по разведочным пересечениям. В соответствии с порядковым номером студента в групповом журнале определяется вариант его индивидуального задания, включающий перечень разведочных скважин, участвующих в оконтуривании, и промышленные кондиции, при которых оно должно быть выполнено (см. табл. 2).

В контур балансовых руд включаются скважины с содержанием никеля выше бортового. Положение контура на плане определяется интерполяцией между скважинами с кондиционным и некондиционным содержанием и фиксируется жирной пунктирной линией. Аналогичным образом проводится внутриконтурная граница балансовых и забалансовых руд.

После проведения контура балансовых руд необходимо вычислить средневзвешенное содержание никеля по залежи (блоку) и среднюю мощность залежи. Оконтуривание можно считать выполненным правильно, если соблюдается неравенство: $\overline{C} \geq C_{\text{мин. пр.}}$ Если приведенное неравенство не соблюдается, то запасы руды оконтуренного блока или залежи относятся к забалансовым. Для того, чтобы перевести их в балансовые, нужно исключить из проведенного контура одну или несколько скважин с наименьшим содержанием никеля и вновь проверить приведенное выше неравенство. При его соответствии заданному условию оконтуривание балансовых руд можно считать завершенным.

Следующей операцией оконтуривания следует считать проведение контура забалансовых руд, включив в него скважины с содержанием никеля более 0,5 % масс.

Для вариантов оконтуривания с использованием всех скважин, нанесенных на разведочном плане (обозначены в табл. 2 символами «а» и «в»), необходимо провести дополнительный контур через крайние скважины с содержанием никеля выше бортового. Его следует провести жирной сплошной линией. Это будет контур, ограничивающий запасы категории В. При этом запасы балансовых руд между сплошной и пунктирной линиями будут отнесены к категории C_1 (см. рис. 2).

Положение контура балансовых руд проводится на середине расстояния между скважинами с параметрами, соответствующими кондициям и некондиционными.

После выполнения оконтуривания необходимо произвести подсчет запасов руды и металла в контурах балансовых запасов. Затем, объединившись в группы по пять человек с одинаковыми исходными данными (а – г, см. табл. 2), студенты обмениваются итогами расчетов запасов руды и металла и строят графики зависимости запасов никеля (ординаты) от бортового содержания (абсцисса).

Требования к оформлению результатов работы.

В итоге работы на разведочном плане с исходными данными каждый студент показывает штриховкой контуры развития балансовых и забалансовых руд (см. рис. 2). На поле справа указываются: кондиции, при которых производилось оконтуривание; средние содержания никеля и средние мощности руд по залежам (блокам); площади выделенных блоков и запасы руд и металла по каждому из них; график зависимости запасов никеля от бортового содержания, принятого при оконтуривании.

В вариантах с полным использованием разведочных данных (см. табл. 2) на плане выделяются площади блоков, соответствующих по разведанности категориям B и C_1.

Время выполнения работы – 2 часа.

2. ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОЦЕНОЧНЫХ РАБОТ

Целью предлагаемых к решению задач (задания 1-12, рисунки 3-14) является – приобретение студентами навыков проектирования оценочных работ в пределах рудоперспективных участков.

Порядок выполнения работы.

1) Ознакомившись с геологической ситуацией, отображенной на бланке задания, необходимо сделать заключение о возможном геолого-промышленном типе месторождения, руководствуясь литературными сведениями [3, 4, 5]. Для отнесения оцениваемого объекта к определенному промтипу следует учитывать: форму, размеры, условия залегания выходящих на поверхность залежей полезного ископаемого; состав, условия залегания рудовмещающих пород; уровень установленных при опробовании концентраций полезных компонентов.

2) Привести примеры месторождений-эталонов. Охарактеризовать возможный минеральный и химический состав полезного ископаемого (руководствуясь рекомендованными источниками).

3) Обосновать возможную группу прогнозируемого месторождения по сложности геологического строения для целей разведки, взяв рекомендации инструкции ГКЗ [6].

4) Сформулировать задачи, решаемые при проведении оценочных работ. Уточнить их применительно к конкретной геологической обстановке.

5) Обосновать систему разведочных работ (форму, плотность разведочной сети). Нанести проектные выработки на план и отстроенные проектные геологические разрезы – 1-2 шт. (размещенные в нижней части листа – на бланке задания).

6) Наметить виды и способы отбора проб применительно к конкретному типу полезного ископаемого. Для каждого вида опробования (химического, геохимического, минералогического, технологического, технического, геофизического) обосновать цель исследования, способы отбора проб, параметры проб (сечение, длину, массу пробы). Составить схему обработки проб. Все запланированные виды исследований отразить в табличной форме.

7) Подсчитать проектные запасы полезного ископаемого по категории C_1 (для отдельных блоков), C_2, а также прогнозные ресурсы по категории P_1. Ограничить проектные выработки глубиной до 100-150 м, в отдельных случаях – до 200 м (в зависимости от типа полезного ископаемого). По запроектированным выработкам предусмотреть возможные (вероятные) параметры (мощность залежи, содержание полезного компонента, объемная масса руды и т. д.). Обосновать метод подсчета запасов и выполнить его, отразив результаты в табличной форме.

Отчетными документами являются графический материал и пояснительная записка к нему. На приведенной на бланке задания схематической геологической карте следует нанести проектные разведочные выработки (горноразведочные, буровые скважины), отразив номерами последовательность их проходки. Проектные выработки должны быть также нанесены и на отстроенные геологические разрезы, а также при необходимости на продольную вертикальную проекцию. На графике отразить контуры блоков проектных запасов категории C_1, C_2 и прогнозных ресурсов категории P_1. В пояснительной записке обосновать методику оценочных работ, объем аналитических исследований. Геолого-промышленную значимость оцениваемого объекта сравнить с литературными сведениями [3, 4, 5, 7]. Время выполнения задания – 6-8 часов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Каждан, А. Б.* Разведка месторождений полезных ископаемых / А. Б. Каждан. – М.: Недра, 1977. – 327 с.

2. *Каждан, А. Б.* Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Научные основы поисков и разведки) / А. Б. Каждан. – М.: Недра, 1984. – 285 с.

3. *Авдонин, В. В.* Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин, В. Е. Бойцов, В. М. Григорьев [и др.]. – М.: Трикста, 2005. – 720 с.

4. *Малахов, И. А.* Промышленные типы металлических полезных ископаемых / И. А. Малахов, П. Л. Бурмако, А. П. Алексеев. - Екатеринбург: УГГУ, 2007. – 209 с.

5. *Яковлев, П. Д.* Промышленные типы рудных месторождений / П. Д. Яковлев. – М.: Недра, 1986. – 358 с.

6. *Сборник нормативно-методических документов по геолого-экономической оценке месторождений полезных ископаемых.* – М.: ГКЗ, 1998. – 319 с.

7. *Баранников, А. Г.* Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых: лабораторный практикум с основами теории / А. Г. Баранников, А. Н. Угрюмов, Г. П. Дворник. – Екатеринбург: УГГУ, 2004. – 104 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И МЕТОДИКЕ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЗНАКОМИТЕЛЬНОЙ ПРАКТИКИ

Специальность
21.05.0*3 Технология геологической разведки*

Екатеринбург

Содержание

		Стр.
	Введение	4
1.	Организация и методика проведения практики	-
1.1.	Организационные вопросы	-
1.1.1.	План проведения практики	-
1.1.2.	Снаряжение учебных групп	5
1.1.3.	Устройство и ликвидация лагеря	6
1.1.4.	Правила техники безопасности при геологических исследованиях	-
1.2.	Методические вопросы проведения практики	7
1.2.1.	Рекогносцировочный этап практики	-
1.2.1.1.	Методика проведения рекогносцировочных маршрутов	8
1.2.1.2.	Составление отчета по рекогносцировочному этапу практики	-
1.2.1.2.1.	Требования к составлению и оформлению отчета	-
1.2.1.2.2.	Содержание разделов пояснительной записки	9
1.2.1.3.	Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики	13
1.2.2.	Площадная геологическая съемка	-
1.2.2.1.	Составление опорной сети наблюдений	14
1.2.2.2.	Изучение коренных пород	-
1.2.2.3.	Изучение рыхлых отложений	15
1.2.2.4.	Гидрогеологические наблюдения	-
1.2.2.5.	Составление полевой документации	16
1.2.2.6.	Составление коллекции горных пород, минералов и органических остатков	-
1.2.2.7.	Эколого-геологические наблюдения	-
1.2.2.8.	Составление отчета по площадной съемке	17
1.2.2.9.	Аттестация работ по площадной съемке	18
2.	Приемы полевых геологических наблюдений	-
2.1.	Ведение полевой книжки	19
2.2.	Работа с горным компасом	-
2.2.1.	Устройство горного компаса	-
2.2.2.	Понятие элементов залегания горных пород	20
2.2.3.	Правила определения элементов залегания наклонных поверхностей	22
2.2.4.	Определение превышений точек рельефа	23
2.2.5.	Привязка точек наблюдения	24
2.3.	Изучение обнажений горных пород	27
2.3.1.	Типы обнажений горных пород	-
2.3.2.	Привязка обнажений	-
2.3.3.	Описание горных пород	28
2.3.4.	Наблюдение структурных элементов	-
2.3.5.	Отбор образцов горных пород	29

2.3.6. Зарисовка обнажений 30
2.4. Первичная обработка полевых материалов 34
2.4.1. Обработка коллекций горных пород и корректура полевых книжек -
2.4.2. Обработка замеров ориентировки плоскостных структурных элементов 35
3. Физико-географическая и геологическая характеристики Сухоложского района 36
3.1. Физико-географический очерк -
3.2. История геологического изучения района 37
3.3. Геологическое строение района 39
3.3.1. Стратиграфия -
3.3.1.1. Палеозойская эратема -
3.3.1.2. Мезозойская эратема 43
3.3.1.3. Кайнозойская эратема 45
3.3.2. Интрузивные образования 52
3.3.2.1. Среднеордовикские интрузии -
3.3.2.2. Раннеордовикские интрузии -
3.3.2.3. Среднедевонские интрузии 53
3.3.2.4. Раннекаменноугольные интрузии -
3.3.2.5. Ранне-среднекаменноугольные интрузии 54
3.3.2.6. Позднепермские-раннетриасовые интрузии -
3.3.3. Тектоника -
3.3.4. Гидрогеология 55
3.3.5. Геоморфология 56
3.3.5.1. Речные террасы 57
3.3.5.2. Карстовые формы рельефа 58
3.3.6. Полезные ископаемые -
3.3.6.1. Горючие полезные ископаемые 59
3.3.6.2. Металлические полезные искоаемые -
3.3.6.3. Неметаллические полезные ископаемые 60
3.3.6.4. Строительные материалы -
3.3.6.5. Подземные воды -
3.4. Экологическая характеристика района -
Рекомендуемая литература 63
Приложение 1 64

Введение

Учебно-методическая геологосъемочная практика студентов 2-го курса геологических и геофизических специальностей Института геологии и геофизики Уральского государственного горного университета проводится в Сухоложском районе Свердловской области в 120 км к востоку от г. Екатеринбурга. База практики расположена на правом берегу р. Пышмы в 500 м. ниже брода против села Рудянского.

В геологическом отношении район расположен на стыке складчатых структур Урала с горизонтально залегающими отложениями чехла Западно-Сибирской платформы, что позволяет познакомить студентов не только с палеозойскими образованиями Уральской складчатой системы, но и с мезозойскими и кайнозойскими отложениями платформенного чехла.

Учебная практика имеет целью закрепить теоретические знания полученные студентами при прохождении курсов структурной геологии и геологического картирования, минералогии, петрографии, палеонтологии и исторической геологии. Ее задачи сводятся к выработке у студентов навыков полевых геологических исследований, приобретаемых в процессе изучения и описания горных пород, руд, ископаемых остатков и дислокаций горных пород во время рекогносцировочных маршрутов по району практики и при самостоятельной геологической съемке.

Руководство практикой осуществляется коллективом кафедры геологии, поисков и разведки МПИ с привлечением преподавателей других кафедр ИГиГ УГГУ.

1. Организация и методика проведения практики

1.1. Организационные вопросы

1.1.1. План проведения практики

План проведения практики проводится в стенах университета. Не позднее одного месяца до начала практики проводится организационное (первое) собрание, на котором рассматривается состояние противознцифалитных прививок, представляются руководители групп, объявляется перечень продуктов, снаряжения, деталей экипировки, которые студенты должны взять на практику.

Во время второго организационного собрания студентам объявляются: сроки, задачи практики, место прохождения практики, порядок проезда до базы практики, проводится вводный инструктаж по охране труда, бытовой санитарии, и противопожарной безопасности.

Длительность практики составляет 4 недели и время, отводимое на проведение различных видов работы распределяется следующим образом:

Отъезд и устройство на базе	- 2 дня
Вводные установочные лекции и инструктаж по охране труда на рабочем месте	- 1 день
Рекогносцировочные маршруты студентов	- 8 дней
Камеральные работы и аттестация рекогносцировочного этапа практики	- 5 дней
Площадная геологическая съемка (с камеральными работами и защитой отчетов)	- 7 дней
Ликвидационные работы	- 1 день

Итого: 24 раб. дня (4 недели)

Цикл установочных лекций включает следующие темы:

1. Геологическое строение района практики.

2. Геоморфология и гидрогеология района практики.

3. Инструктаж на рабочем месте при устройстве полевого лагеря и проведении геологических исследований.

После чтения установочных лекций и инструктажа по охране труда при ведения полевых исследований студенты совместно с руководителем академической группы решают внутригрупповые организационные вопросы: разбиваются на бригады по 5-6 человек, договариваются о закупках продуктов, посуды и снаряжения, необходимого для полевой жизни. Группа обеспечивает себя билетами для проезда по железной дороге от ст. Свердловск до ст. Кунара. По прибытии на базу практики студентам отводится два дня (включая день прибытия) для устройства лагеря, организации быта и получения со склада полевого снаряжения и методической литературы. В конце второго дня проводится первое практическое занитие, во воремя которого студенты обучаются ориентировке на местности, измерению расстояний шагами, описанию обнажений горных пород.

Геологическая практика начинается с прохождения рекогносцировочных маршрутов, во время которых студенты знакомятся с геологическим строением района практики и с методикой описания естественных и искусственных обнажений горных пород, проявлений полезных ископаемых и керна буровых скважин, с методикой геоморфологических и гидрогеологических наблюдений.

После прохождения рекогносцировочных маршрутов каждая бригада составляет отчет, который включает общую характеристику геологического строения Сухоложского района. Отчет защищается перед комиссией, состоящей из преподавателей, находящихся на практике. Защитившие отчет, бригады приступают к проведению площадной и маршрутной съемок.

Практика считается пройденной после защиты отчетов по самостоятельным съемкам.

1.1.2. Снаряжение учебных групп.

Обеспечение групп необходимым снаряжением и оборудованием проводится через старосту и бригадира. Староста получает на базе снаряжение, общее для всех групп: палатки, постельные принадлежности, лопаты, кайла, топоры. Бригадир получает снаряжение на бригаду: чертежные доски, планшеты, методическую литературу, молотки, компасы, лупы и различные графические материалы.

Каждая бригада должна заранее позаботиться о том, чтобы иметь набор цветных карандашей, тушь (красную, черную, синюю, зеленую), иметь ластик, транспортир, рейсфедер, ручки ученические, линейки, угольники, тетрадь для написания отчета, фотоаппарат, пленки, фотобумагу и реактивы.

Каждая группа должна себя обеспечить посудой, необходимой для приготовления пищи на кострах, запасом продовольствия.

Студент должен быть экипирован применительно к работе в полевых условиях. Минимальный перечень необходимых вещей должен включать:

- костюм из плотной ткани для полевой работы;
- смену белья;
- обувь на рифленой резиновой подошве (туристические ботинки, кеды);
- хлопчатобумажные и шерстяные носки;
- легкую одежду для теплой погоды;
- теплую одежду для прохладной погоды (свитер, теплая кофта, телогрейка, вязаная шапочка);
- плащ и резиновые сапоги на случай непогоды;

- посуду (миску, ложку, кружку);
- туалетные принадлежности;
- складной нож;
- фонарик с запасом батареек;
- средство против комаров и клещей.

Снаряжение учебной группы и ее готовность к прохождению геологических маршрутов проверяется руководителем группы перед выходом в поле.

1.1.3. Устройство и ликвидация лагеря

Каждая академическая группа несет полную ответственность за правильную организацию и оформление места своей стоянки. Основные требования, предъявляемые к полевому геологическому лагерю, сводятся к следующему:

- палатки ставятся выходом на подветренную сторону:
- вокруг палатки должна быть вырыта канавка для стока воды;
- пол в палатке должен быть покрыт специальными щитами, сделапнными из досок, или устлан хвойными (или другими) ветками;
- костер должен располагаться с подветренной стороны на расстоянии не менее 10 м. От ближайшей палатки;
- за пределами лагеря должна быть вырыта яма для пищевых отходов и мусора;
- в обязанность группы входит сооружение своими силами обеденного стола с навесом от дождя;
- внутри палаток должна постоянно поддерживаться чистота и порядок.

По завершению практики лагерь должен быть ликвидирован. На территории бывшего лагеря наводится чистота. Колья, крепившие палатки, выдергиваются, все временные сооружения ликвидируются, ямы для пищевых отходов аккуратно засыпаются землей.

Прием убранной территории производится комиссией во главе с руководителем практики.

1.1.4. Правила техники безопасности при геологических исследованиях

Перед выездом на практику все студенты должны сделать противоэнцефалитные прививки.

На базе практики, перед началом рекогносцировочных маршрутов проводится смотр готовности группы к полевым работам: просматриваются снаряжение, обувь, одежда и пр., а также проверяются знания студентами природных условий и правил безопасности производства полевых работ.

В процессе прохождения геологических маршрутов движение перемещающейся группы должно быть компактным, обеспечивающим постоянную видимость или голосовую связь между людьми на случай оказания им необходимой помощи.

В ясный день нельзя уходить в геологический маршрут не защищенным от солнечных лучей. Каждый бригадир обязан в маршруте иметь при себе индивидуальный санитарный пакет.

Во избежание укусов змей передвижение по базе и вне ее производить в обуви. Воду для питья и приготовления пищи брать только из указанных источников.

При передвижении на автомашине запрещается перегруз машины и превышение нормальных габаритов груза. Груз должен быть распределен равномерно; колющие и

режущие инструменты (топоры, вилы, колья) уложены на днище кузова и прочно закреплены; люди расположены с максимально возможными удобствами. Запрещается: стоять в кузове автомашины, сидеть на бортах, перемещаться без надобности, соскакивать и садиться на ходу, курить и т. д.

При передвижении по крутым скалистым откосам запрещается сбрасывать камни, отваливать без надобности неустойчивые глыбы и т.п. Хождение по крутым тропам и карнизам должно быть осторожным. Особое внимание следует обращать на выступающие камни, ветви деревьев, мешающие передвижению. При передвижении по осыпям всегда следует иметь в виду возможность внезапного срыва сверху камней.

При сильной грозе не рекомендуется находиться вблизи одиноких деревьев, а также у металлических матч, держать вблизи себя геологический молоток и прочие металлические предметы.

Отбивание образцов твердых горных пород геологическим молотком должно производиться с предосторожностями, исключающими попадание осколков в лицо.

При проходке легких горных выработок запрещается раскачивать, сдвигать с места крупные валуны и нависшие камни. Во всех случаях работа должна производиться с помощью лома, кирки, лопаты таким образом, чтобы валун, глыба или отслоившийся пласт не могли причинить работающему травму.

Костры разрешается разводить только в защищенных местах, исключающих возможность возникновения пожара. Место костра необходимо окапывать. После ухода с места стоянки костры должны быть потушены.

Купаться разрешается группами, не менее трех человек так, чтобы умеющие плавать вели наблюдение за купающимися. Категорически запрещается купание в ночное время.

Рекомендуется проводить взаимоосмотр ежедневно на предмет наличия клещей.

Руководство практик (группы) должно знать, где находятся люди, и ежедневно проверять их наличие в лагере. Все отлучки из лагеря или из маршрута должны производиться только с ведома и разрешения руководителя практики (группы).

В случае установления факта отсутствия в лагере по неизвестным причинам кого-либо из сотрудников и студентов или невозвращения группы из маршрута в контрольный срок, руководитель практики (группы) обязан немедленно принять розыскные или спасательные меры.

Только после проведения со студентами инструктажа по охране труда ведения полевых работ и при соответствующей экипировки студентов группа допускается к проведению полевых работ.

1.2. Методические вопросы проведения практики

1.2.1. Рекогносцировочный этап практики

Целью рекогносцировочного этапа практики является ознакомление студентов с главнейшими особенностями геологического строения района практики и привитие студентам навыков описания естественных и искусственных обнажений горных пород, производства геоморфологических и гидрогеологических наблюдений. Выполнение этих задач осуществляется путем проведения маршрутов по наиболее информативным геологическим объектам, изучение которых способствует созданию представлений о строении всего района в целом.

1.2.1.1. Методика проведения рекогносцировочных маршрутов

В соответствии с программой учебной практики студенты проходят 8 рекогносцировочных маршрутов. Перед началом маршрутов каждая бригада получает нераскрашенную геологическую карту района практики, на которую она должна нанести пройденные маршруты и дооформленную и раскрашенную приложить к отчету по рекогносцировочному этапу практики.

Маршруты ведет руководитель учебной группы. По ходу движения он знакомит студентов с конкретными обнажениями (или с другими какими-либо геологическими объектами) путем демонстрации слагающих их пород, возрастных и пространственных взаимоотношений этих пород, а также разрывных и складчатых дислокаций (если таковые имеются). После этого руководитель дает описание обнажения, которое студенты записывают в свои индивидуальные полевые книжки. По рекомендации руководителя студенты отбирают образцы горных пород, измеряют ориентировку текстурной неоднородности пород и контактов, а также ориентировку дислокаций горных пород. Параллельно с вышеуказанным, руководитель обучает студентов делать привязку обнажения, измерять шагами, производить зарисовки обнажений.

После возвращения из маршрута, в указанные в распорядке дня часы, под руководством руководителя группы студенты проводят камеральную обработку полевых материалов: заполняют журнал образцов горных пород, раскрашивают геологическую карту на участке пройденного маршрута, выносят на карту элементы залегания горных пород, либо объекты, описанные в маршруте, но не отмеченные на карте.

Данные, полученные во время прохождения рекогносцировочных маршрутов, наряду с имеющимся в Методических указаниях описаниям района, кладутся в основу представлений о геологическом строении района практики и составляют основной фактический материал по рекогносцировочному этапу практики.

1.2.1.2.Составление отчета по рекогносцировочному этапу практики

После завершения геологических маршрутов каждая бригада распределяет обязанности по составлению отчета и составляет отчет за рекогносцировочный этап практики. Отчет должен включать: 1 – геологическую карту района практики в масштабе 1 : 50 000, 2- карту фактического материала, 3 - пояснительную записку к геологической карте (текстовая часть отчета), 4 – коллекцию горных пород, 5 – индивидуальные полевые книжки.

1.2.1.2.1. Требования к составлению и оформлению отчета

Геологическая карта.

Геологиченская карта, выданная бригадам перед рекогносцировочными маршрутами доложна быть раскрашена в соответствии с требованиями к оформлению геологических карт. Раскрашиваются также условные обозначения и геологический разрез. В правом верхнем углу карты должен быть указан шифр учебной группы, номер бригады и вписан состав бригады. На карту должны быть нанесены пройденные маршруты, элементы залегания горных пород, проявления полезных ископаемых и другие объекты, описанные во время маршрутов, но отсутствующие на карте.

Карта фактического материала.

Карта фактического материала составляется на кальке. На карту должны быть нанесены ручкой или тушью пройденные маршруты и номера точек наблюдений; номера

и места: отбора образцов горных пород, сколков шлифов, находок фауны и флоры, проб на различные лабораторные исследования, микрополигонов для изучения трещиноватости; элементы залегания разрывных нарушений, интервалы (или точки) гидротермальных или метасоматических изменений, зоны (ареалы, точки) рудной минерализации. Линии маршрута должны сопровождаться литологическими знаками горных пород (литологическими «дорожками»).

Пояснительная записка.

Пояснительная записка к геологической карте района должна включать следующие разделы и главы:

Введение

1. Физико-географический очерк.
2. История геолого-геофизических исследований района.
3. Методика маршрутных исследований
4. Геологическое строение района

4.1. Стратиграфия

4.2. Интрузивные образованеия

4.3. Тектоника

5. Геоморфология
6. Гидрогеология
7. Полезные ископаемые
8. История геологического развития
9. Экологическая характеристика

Заключение

1.2.1.2.2. Содержание разделов пояснительной записки

Введение

Во «Введении» указываются: 1 – цели и задачи практики, 2 – место проведения практики, 3 – административное положение, экономика и пути сообщения района практики, 4 – перечень выполненных работ, 5 – состав бригады, 6 – распределение обязанностей по составлению отчета, с указанием авторов глав отчета и его графических приложений.

Физико-географический очерк

Физико-географический очерк должен содержать сведения об особенностях рельефа Сухоложского района, его гидрографической сети, растительности, животном мире и климате. Здесь же указывается степень обнаженности и проходимости района, категория дешифрируемости аэрофотоснимков.

История исследований района

Эта глава должна содержать краткую характеристику ранее проведенных в районе геологических и геофизических исследований. В хронологической последовательности должны быть раскрыты основные результаты проведенных работ.

Методика проведенных маршрутных исследований

В главе приводится перечень пройденных рекогносцировочных маршрутов и их цели, методика полевых наблюдений, виды проведенных камеральных работ.

Геологическое строение района практики

В основе этого раздела должны лежать сведения о геологическом строении района практики, изложенные в соответствующем разделе данных Методических указаний и почерпнутые с геологической карты района м-ба 1:50 000. Студенты только дополняют этот каркас конкретным фактическим материалом, собранным во время рекогносцировочных маршрутов.

Стратиграфия

Глава начинается с общей характеристики стратифицированных образований района: перечисляются развитые в районе стратиграфические подразделения в ранге эратем, приводятся общие сведения об их составе, площадном распространении и условия залегания слагающих их пород. Затем развертывается последовательная характеристика эратем с соблюдением принятой рубрикации излагаемого материала. Описание ведется в хронологической последовательности от наиболее древних к более молодым и заканчивается характеристикой отложений четвертичной системы. Очень важно, чтобы при описании стратиграфических подразделений соблюдалась четкая их рубрикация с указанием группы, системы, отдела, яруса, зоны. Все заголовки внутри главы должны отражать соподчиненность выделенных стратиграфических единиц, исключающую ненужные повторения. Названия стратиграфических подразделений необходимо сопровождать их индексацией.

Характеристика каждой толщи горных пород, выделенных в самостоятельную стратиграфическую единицу, должна приводиться по определенной стандартной форме, облегчающей поиск и усвоение необходимой информации : вначале указывается, какими горными породами сложено данное стратиграфическое подразделение, отмечаются особенности площадного распространения пород данного возраста, положение в главнейших тектонических структурах района, затем характеризуется их состав, текстурные и структурные особенности, после чего дается обоснование возраста и характеристика контактов с подстилающими образованиями. Обязательно приводится перечень руководящих палеонтологических форм, подтверждающих возраст данного стратиграфического подразделения. Заканчивается глава указанием мощности стратиграфического подразделения.

Эффузивные тела покровного типа включаются в состав стратиграфического разреза, и приводится их петрографическая характеристика.

Глава должна быть проиллюстрирована фотографиями и зарисовками, показывающими характер обнажений горных пород того или иного стратиграфического подразделения, особенности его внутреннего строения и характер дислокаций составляющих его пород.

Интрузивные образования

Эта глава начинается с указания интрузивных комплексов, представленных на описываемой территории (совокупностей интрузивных тел, объединенных общностью состава, возраста, условий образования и залегания), которые известны в районе по литературным данным, указаны на геологической карте, а также были встречены при изучении опорных обнажений во время рекогносцировочных маршрутов. Характеристика интрузивных комплексов производится в последовательности: от древних к молодым и от основных (ультраосновных) к кислым.

Относительно каждого интрузивного комплекса указывается следующее: 1 – минеральный состав, структурные и текстурные особенности пород; 2 – количество, форма (дайка, шток, нэкк и пр.) размеры и внутреннее строение интрузивных тел

(наличие, состав и строение экзо- и эндоконтактовых зон, элементы прототектоники); 3 – относительный возраст интрузивных тел.

Все интрузии одного интрузивного комплекса описываются сообща, с указанием каких-то особенностей отдельных тел. Крупные интрузии описываются индивидуально.

Тектоника

В начале главы дается самая общая характеристика структурных особенностей изучаемого района, отмечаются условия залегания стратифицированных образований (складчатое, моноклинальное, горизонтальное). Затем приводится тектоническое районирование территории (то есть указывается положение района в крупных тектонических структурах). После этого дается подробная характеристика сначала складчатых, а затем и разрывных структур последовательно от крупных к мелким.

Описание **складчатых дислокаций** включает в себя указание: 1 – морфологического и генетического типов складок; 2 – ориентировки складок (простирания относительно сторон света); 3 – ориентировки шарниров складок. На геологической карте, при этом, необходимо показать оси складок и значками показать направления погружения шарниров складок.

Описание **разрывных дислокаций** включает в себя: 1 – разделение всех разломов на группы по ориентировке, кинематическому типу и возрасту; 2 – описание каждой группы разломов (или единичных разломов) с указанием размера; направления и амплитуды перемещения блоков; вида пород, слагающих шовную зону разломов; характера взаимоотношений разломов со складчатыми дислокациями и другими геологическими структурами. При этом, для облегчения поиска на карте описываемых в тексте разломов, рекомендуется надписывать наиболее крупным и характерным разломам (как и складкам) собственные названия, указанные в тексте данного Методического руководства, а не поименованным давать свои названия, или хотя бы номера.

Завершается глава описанием **трещиноватости** пород района. Характеристика трещиноватости сопровождается сводной таблицей замеров трещин и круговой диаграммой ориентировки трещин. В конце описания должны быть сделаны выводы о преобладающих направлениях трещиноватости и её генетических типах.

Геоморфология

В этой главе приводится описание генетических типов рельефа и отдельных его элементов (речных долин и оврагов, уступов, водоразделов), дается детальная характеристика речного террасового комплекса с указанием вида террас (эрозионные, аккумулятивные, эрозионно-аккумулятивные), высоты уступа и размеров площадок каждой террасы. Указывается состав горных пород, слагающих террасы. Производится определение высоты склонов долины реки, вычисляются углы наклонов тальвега логов и оврагов.

Глава сопровождается геоморфологическим разрезом (обычно поперечным профилем долины реки Пышмы), на котором должны быть отражены взаимоотношения различных элементов рельефа и генетических типов четвертичных отложений.

Гидрогеология

В главе «Гидрогеология» описываются подземные воды района практики. Указываются типы развитых в районе подземных вод и закономерности их пространственного размещения. Указываются коллекторские свойства разных видов пород, средний дебит приуроченных к ним выходов подземных вод и их химизм. Приводится описание встреченных во время рекогносцировочных маршрутов родников и их дебит.

Полезные ископаемые

Глава начинается с перечня главнейших типов месторождений полезных ископаемых, известных в Сухоложском районе. Далее приводится краткая характеристика месторождений по выделенным типам. При написании главы должна соблюдаться четкая рубрикация текста. Вначале описываются горючие полезные ископаемые, затем металлические (черные, цветные, благородные металлы), неметаллические, подземные и минерализованные воды, строительные материалы. Кроме описания известных в районе месторождений (эксплуатируемых в настоящее время или законсервированных и отработанных), следует охарактеризовать все зафиксированные в районе рудопроявления и пункты минерализации. Известные в районе месторождения должны быть вынесены специальными условными знаками на геологическую карту Сухоложского района .

При написании главы следует использовать литературные источники и личные наблюдения, произведённые во время рекогносцировочных маршрутов.

Глава иллюстрируется разрезами месторождений, показывающими главнейшие особенности форм залегания рудных тел.

История геологического развития

Характеристика истории геологического развития района должна опираться на вертикальное расчленение горных пород, указанное в стратиграфической колонке. По составу горных пород, их текстурным и структурным особенностям восстанавливаются условия образования осадков, реконструируется палеогеографическая обстановка. Особое внимание уделяется характеристике магматических (эффузивных и интрузивных) процессов и тектонических движений земной коры на различных этапах её развития. Обосновывается последовательность внедрения интрузий различного состава. Производится выделение главнейших фаз складчатости, указывается место появления тех или иных месторождений полезных ископаемых в ходе геологического развития Сухоложского района. Приводятся сведения о геотектонической обстановке.

Глава заканчивается характеристикой признаков проявления неотектонических движений и историей формирования современного рельефа.

Экологическая характеристика

В главе приводятся сведения о эколого-геологической ситуации района по личным наблюдениям при проведении маршрутов. Дается характеристика природных неблагоприятных геологических объектов и процессов. В начале главы приводятся сведения об объектах экзогенного происхождения: оползнях, обвалах, осыпях, оврагах, селях, выходах скальных пород, карстовых формах, участков вспучивания грунтов либо проседания, границы паводковых затоплений, заболачивания, участках активной аккумуляции речных и временных водотоков, участках эрозии русловой (интенсивное врезание) и боковой (подмыв берегов).

Далее приводятся сведения о техногенных объектах, нарушающие и загрязняющие среду, а также потенциально опасные для жизни. К таковым относятся карьеры, отвалы, хвостохранилища, заводы и фабрики, очистные сооружения, свалки, склады ГСМ, минеральных удобрений и ядохимикатов, населенные пункты, животноводческие фермы, навозохранилища, участки лесозаготовок, железные и автомобильные дороги, пахотные земли, линии ЛЭП, газопроводы, нефтепроводы.

Приводятся сведения о загрязненности водотоков.

В заключение главы дается характеристика ландшафтов: природных – лесных, луговых, болотных; техногенных: техногенно-образованных (карьерные поля, свалки, отстойники) и техногенно-измененных (промышленные зоны городов и рабочих поселков,

загрязненные участки почвогрунтов и поверхностных вод). Сведения о ландшафтах рекомендуется представлять в табличной форме (в процентах от площади развития).

Заключение

В "Заключении" даются основные выводы о геологическом строении изученного района. Указывается, что остаётся неясным и вызывает сомнения, даются рекомендации о направлении дальнейших исследований.

К отчету по рекогносцировочному этапу практики прикладывается коллекция горных пород, собранная во время маршрутов. Коллекция должна включать главные виды горных пород района практики, образцы минералов и ископаемых органических остатков. Правила отбора и маркировки образцов и заполнения журнала образцов приведены на стр. настоящего пособия.

К отчету прикладываются также индивидуальные полевые книжки членов бригады. Они должны быть оформлены в соответствии с предъявленными требованиями (стр. настоящего пособия) и содержать описания всех пройденных бригадой маршрутов. Неаккуратно заполненные или имеющие пробелы в описании маршрутов полевые книжки возвращаются на доработку.

Отчет за рекогносцировочный этап практики защищается перед комиссией состоящей из преподавателей проводящих учебную практику.

1.2.1.3. Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики

Аттестация студентов за рекогносцировочный этап практики проводится по двум аспектам: сдача коллоквиума и защита отчета. Аттестация проводится путём собеседования раздельно по каждому аспекту, или одновременно по обоим.

Коллоквиум включает опрос студентов на предмет знания методики полевых наблюдений, порядка изложения содержания глав отчета и просмотр индивидуальных полевых книжек. Аттестация за коллоквиум индивидуальна. Студент, не показавший достаточных знаний вопросов коллоквиума, приглашается на повторное собеседование.

Защита отчета включает общую оценку отчета, как результирующего отчетного материала за пройденный рекогносцировочный этап практики, и оценку знаний членами бригады геологического строения и горных пород района практики.

Оценка конкретно отчета включает: полноту содержания глав отчета; полноту использования материалов, полученных во время рекогносцировочных маршрутов; содержание и правильность оформления внутритекстовой графики, геологической карты и журнала образцов.

Защита отчета принимается при общей положительной оценке отчета как результирующего документа и при знании студентами геологии района (каждым персонально).

Не принятый отчет возвращается на доработку, а студент, не знающий геологии района, приглашается на повторное собеседование. Бригада, не аттестованная за рекогносцировочный этап практики, не допускается к выполнению следующего задания - площадной геологической съёмки.

1.2.2. Площадная геологическая съёмка

После аттестации рекогносцировочного этапа практики студенты приступают к проведению площадной геологической съёмки. С этой целью каждой бригаде выделяется участок, контуры которого задаются руководителем группы. Учитывая в общем плохую обнажённость района практики, участки для съёмки выделяются по долинам реки Пышмы

и её крупным притокам. Размер участка, выделяемого бригаде для самостоятельного картирования при масштабе съёмки 1:1000 составляет 500х500 м.

1.2.2.1. Составление опорной сети наблюдений

Перед проведением площадной геологической съёмки каждой бригаде выдаётся топографическая основа будущей геологической карты. Руководитель группы указывает каждой бригаде на местности начало и конец участка на одном из берегов реки и направление линий, ограничивающих участок. Далее студенты сами прокладывают на местности (вдоль берега реки) линию опорных пикетов, к которой будут привязывать в последующем точки наблюдений и геологические маршруты. Рекомендуется пикеты располагать на таких расстояниях друг от друга, чтобы они (пикеты) совпадали с профилями сети наблюдений. Требуемый размер сети наблюдений - 50х50 м (расстояние между профилями, вдоль которых будут проходиться геологические маршруты - 50 м, расстояние между пикетами в профилях - также 50 м). Координаты углов полигонов определяются с помощью топопривязчика.

1.2.2.2. Изучение коренных пород.

Главной задачей геологической съёмки является установление особенностей геологического строения выделенного бригаде участка. Бригада в начале работ производит рекогносцировку местности с целью выявления всех естественных обнажений, которые могут быть детально изучены и описаны. Главным методом съёмки в конкретных условиях является сплошное оконтуривание обнажений и прослеживание контактов. На участках сплошного выхода горных пород, после их оконтуривания, можно ставить на карте точки с указанием номера обнажений и привязывать к ним произведенные в поле наблюдения. Вблизи этих точек на полевой карте указываются, элементы залегания слоистости, сланцеватости и пр.

Первая задача, которая стоит перед бригадой, заключается в выделении главнейших типов горных пород. При этом следует иметь в виду, что диагностика горных пород в поле - дело нелегкое, требующее определённых навыков и предварительного изучения образцов под микроскопом. В первую очередь необходимо обнаружить признаки сходства или различия выделенных разновидностей и положить их в основу определения типа горных пород. В поле можно дать предварительное (условное) название породы, но очень важно, чтобы одинаковые по видимым признакам горные породы назывались одинаково.

Вторая задача, которую приходится решать бригаде, заключается в установлении последовательности напластований. Решение этой задачи становится возможным при детальном изучении контактов между различными типами горных пород. Особенно это трудно делать при картировании чередующихся между собой лавовых покровов, потоков и их туфов. Однако в любых случаях приходится опираться на имеющийся Фактический материал и составлять на его основе представление о стратиграфической последовательности напластований, мощности стратифицированных толщ. Выводы, сделанные в результате проведенных на участке наблюдений, кладутся в основу стратиграфической колонки изученного участка.

Третья и наиболее сложная задача, стоящая перед бригадой, сводится к выявлению структуры закартированного участка. Сложность этой задачи заключается в том, что представления о структурах обычно рождаются на базе отрывочных сведений. В обнажениях горных пород встречаются лишь элементы той цельной структуры, которая должна быть осмыслена и отражена на геологической карте. Часто возникают такие

ситуации, когда нельзя дать однозначной интерпретации структурных наблюдений и приходится останавливаться на том или ином варианте, с которым наиболее полно согласуется имеющийся фактический материал.

В процессе проведения структурных наблюдений рекомендуется шире использовать проходку канав и расчисток. На территории участков, задернованных и покрытых лесом, контакты между различными типами горных пород экстраполируются с учётом элементов залегания в изученных обнажениях и общей структуры участка. В связи с недостаточной обнажённостью и невозможностью проходки нужных объёмов горных выработок, составленная бригадой геологическая карта обычно несёт в себе элементы гипотетичности.

Бригада не имеет права закончить полевые работы, пока не будет составлена и принята руководителем академической группы полевая геологическая карта. Бригада обязана также провести необходимый комплекс геоморфологических и гидрогеологических наблюдений.

1.2.2.3. Изучение рыхлых отложений

Кроме изучения коренных пород, при геологической съёмке выделенного бригаде участка производится детальное изучение рыхлых отложений. Главной задачей, стоящей перед бригадой, является выделение основных генетических типов пород четвертичной системы и установление их возрастных соотношений. На некоторых участках встречаются реликты мезозойской коры выветривания. Особое внимание обращается на возрастное расчленение аллювиальных отложений и оконтуривание поймы, высокой поймы, первой, второй и более высоких надпойменных террас. При наличии аллювиальных галечников определяется петрографический состав, размерность, формы, степень окатанности для 100 галек, непредвзято отобранных (лучше ведром). По процентным соотношениям строятся диаграммы, пригодные для корреляции одновозрастных отложений, а также для определения пригодности галечников в качестве полезного ископаемого (строительного материала). При отсутствии естественных обнажений рекомендуется на уступе террасы пройти канаву или сделать расчистку и дать детальное описание слоев, слагающих террасовый комплекс. Кроме выделения аллювиальных отложений, необходимо оконтурить площади развития и составить описание элювиальных, делювиальных и элювиально-делювиальных, а также озёрно-болотных отложений. Осыпи выделяются как коллювиальные отложения.

Обязательным для бригады является составление геоморфологического профиля с показом на нём всех особенностей пространственно-возрастных соотношений четвертичных отложений различных генетических типов.

1.2.2.4. Гидрогеологические наблюдения

В процессе геологического изучения выделенного бригаде участка должно быть обращено внимание на обследование всех выходов на поверхность подземных вод (источников). В пикетажных книжках необходимо дать описание каждого источника с указанием его относительной отметки, характера проявления (небольшой родник или общее просачивание подземных вод, группа родников и т.д.). В обязанность бригады входит определение расхода воды (дебита),в источниках путем заполнения мерной емкости. Поделив объём ёмкости на время ее заполнения, получают величину расхода воды в л/сек

1.2.2.5. Составление полевой документации

При проведении самостоятельной геологической съёмки обычно заполняется одна полевая книжка на двух членов бригады (на маршрутную пару). Требования к описанию обнажений те же, что и при проведении рекогносцировочных маршрутов. Нумерация точек наблюдений сквозная для всех маршрутных пар. Это значит, что каждая маршрутная пара имеет свой интервал номеров, не перекрывающийся с номерами других маршрутных пар.

Полевая геологическая карта составляется на стратиграфической основе с использованием цветной легенды. Горные породы обозначаются крапом (штриховыми знаками), а интрузивные также и цветом состава. Измеренные элементы залегания текстурной неоднородности пород или контактов показываются соответствующими условными знаками.

На полевой геологической карте четвертичные отложения должны быть расчленены по генезису и по возрасту. Кроме этого на карте должны быть указаны и формы рельефа: низкая и высокая поймы, надпойменные террасы, гребни водоразделов.

Полевая геологическая карта выполняется на миллиметровке, прикреплённой для удобства пользования к фанерному планшету.

Канавы должны документироваться в виде развертки, отражающей особенности строения слоистой толщи на каждой её стенке. При расчистках документируются лишь коренные породы. Обязательно должен быть указан масштаб и ориентировка (азимут) одной из стенок горной выработки.

1.2.2.6. Составление коллекции горных пород, минералов и органических остатков

В отличие от коллекции горных пород за рекогносцировочный этап практики коллекция при площадной съёмке состоит из образцов двух типов - демонстрационных и рабочих.

Во время площадной геологической съёмки, рекомендуется брать образцы всех разновидностей пород из всех обнажений. Это помогает объективно выделить площади развития различных пород при просмотре образцов всеми маршрутными парами, участвующими в съёмке участка. Это позволяет также проконсультироваться с руководителем по любому обнажению или фрагменту участка, тем более что он не всегда может осмотреть (вместе со студентами) весь участок. В итоге получается большое количество образцов, многие из которых дублируют друг друга. По этой причине коллекцию пород, собранную при площадной съёмке, рекомендуется делить на две части - демонстрационные образцы и рабочие. Демонстрационные образцы (как представители группы пород) представляются на защиту отчета, а рабочие оставляются (и предназначаются) для решения спорных вопросов. Рабочие образцы могут иметь меньшие размеры и нестандартную форму.

1.2.2.7. Эколого-геологические наблюдения

Эколого-геологические наблюдения проводятся попутно при геологических маршрутах. Встреченные объекты экзогенного, либо техногенного происхождения отображаются на полевых картах в значковой форме. В полевой документации дается характеристика каждому объекту: параметры, степень опасности для людей и животных,

генезис. В полевых книжках фиксируются также границы ландшафтов и дается краткая их характеристика: растительность, микрорельеф, почвы.

При составлении карты четвертичных образований окантуриваются ландшафты, селитебные зоны (жилая застройка), рекреационные (участки, действующие или рекомендуемые для отдыха населения).

1.2.2.8. Составление отчета по площадной съёмке

Отчёт по площадной съёмке строится по тому же плану, что и отчёт по рекогносцировочному этапу практики. Можно упустить лишь главу "История геолого-геофизических исследований" и дать сокращённое описание главы "Физико-географический очерк" - упустить сведения о климате и экономическую характеристику описываемого участка. Не нужно смущаться, что содержание глав при описании геологии участка будет отличаться небольшим объёмом. Важно, чтобы в их основе лежали материалы личных наблюдений, собранные бригадой при изучении горных пород данного участка. Полнота глав, их насыщенность фактическим материалом, по сути, и характеризуют собой качество самостоятельной работы бригады, творческую инициативу и пытливость её членов, степень их общей теоретической подготовки.

Текст отчёта должен быть иллюстрирован фотографиями и зарисовками обнажений, таблицей замеров трещин и круговыми диаграммами трещиноватости, ритмограммами слоистых толщ и стратиграфическими колонками составленными в поле по обнажениям.

Внутритекстовые графические приложения выполняются на ватмане, в туши. Фотографии также должны быть аккуратно оформлены на вкладных листах. Зарисовки и фотографии необходимо сопровождать подрисуночным текстом, раскрывающим смысл помещения в отчёт данной иллюстрации. Фотографии, зарисовки, схемы и диаграммы должны иметь единую нумерацию (рис. и цифра). Таблицы нумеруются отдельно.

По каждому закартированному участку составляются три чертежа:

1. Геологическая карта.
2. Карта четвертичных отложений.
3. Карта фактического материала.

Геологическая карта выполняется на ватмане. На неё наносятся горизонтали рельефа, гидрографическая сеть и прослеженные в поле геологические границы: литологические, стратиграфические, интрузивные и тектонические. Выделенные на участке стратиграфические подразделения раскрашиваются цветом, соответствующим возрасту горных пород. При этом более древние образования одной системы должны иметь более темные тона, а более молодые образования - более светлые. .Литологический состав стратифицированных толщ указывается штриховыми условными обозначениями. Геологическая карта сопровождается стратиграфической колонкой, разрезом и условными обозначениями. Раскраска интрузивных тел производится соответственно их составу. Обязательно указываются элементы залегания слоистости, кливажа и геологических границ, если их ориентировка была измерена.

Составители геологической карты должны обращать внимание на строгое соответствие изображения структур в плане с их конфигурацией на разрезе. Последовательность напластований, показанная на разрезе, должна соответствовать данным стратиграфической колонки. При оформлении геологической карты должны соблюдаться требования, предъявляемые к размерам шрифта, типам условных обозначений и пр.

Карта четвертичных (или рыхлых) отложений выполняется на ватмане. Разными цветами раскрашиваются площади распространения различных генетических

типов отложений четвертичной системы (аллювиальные, делювиальные, пролювиальные и др.). Оконтуриваются и раскрашиваются одинаковым цветом выходы коренных пород. Наносятся уступы речных террас.

Карта сопровождается геологическим разрезом и схемой возрастных взаимоотношений генетических типов пород четвертичной системы.

На карте отражаются элементы геолого-экологической обстановки (штриховкой, значками).

Карта фактического материала выполняется на кальке на топографической основе. На неё наносятся все точки наблюдения с учетом степени обнаженности (обнажения, элювий, делювий) с указанием их номера. Пройденные геологические маршруты указываются линиями. Выходы коренных пород оконтуриваются пунктирными линиями. На карту наносятся основные геологические границы и пункты отбора и номера фауны и флоры, образцов, проб.

1.2.2.9. Аттестация работ по площадной съемке

Аттестация этапа площадной съемки проводится путем защиты отчета. Отчет защищается перед создаваемой для этих целей комиссией. Отчет комиссией оценивается по тем же критериям, что и отчет по рекогносцировочному этапу практики.

2. ПРИЁМЫ ПОЛЕВЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Полевые геологические наблюдения проводятся с целью изучения горных пород, их взаимоотношений и особенностей залегания. Это изучение в условиях учебной геологической практики заключается, в основном, в описании обнажений горных пород, состоящем из ряда операций: 1 - привязка обнажения; 2 - определение состава и строения горных пород, формы и условий их залегания; 3 - выяснение пространственных и временных соотношений горных пород; 4 - отбор образцов и остатков ископаемых организмов; 5 - зарисовка или фотографирование обнажения (или его части). Все эти операции могут быть проделаны только при наличии соответствующих предметов и инструментов, составляющих личное снаряжение геолога.

В **личное снаряжение геолога** при полевых исследованиях входят: полевая книжка с карандашом или шариковой ручкой, транспортир и резинка, геологический молоток, горный компас, лупа (или несколько, с разным увеличением), рюкзак и мешочки для сбора образцов, этикетки для образцов, полевая сумка для хранения топографических карт и аэрофотоснимков, рулетка.

Осуществление операций по изучению обнажений требует знания и выполнения определенных правил и приемов пользования предметами личного снаряжения, а также правил текстового и графического изображения полученной при изучении обнажения геологической информации.

К ним относятся: 1 - приемы работы с горным компасом, 2 - правила ведения полевой книжки и выполнения зарисовок геологических объектов, 3 - способы привязки точек наблюдения (в т.ч. топопривязчиком) и другие операции, сопровождающие изучение обнажений.

2.1. Ведение полевой книжки

Полевая книжка (пикетажная книжка) служит для занесения в неё результатов наблюдений, сделанных во время полевой работы и является основным документом, отражающим работу геолога. В книжке должны быть записаны все полевые наблюдения, выводы, сведения об отобранных образцах и сделаны необходимые зарисовки. Записи производятся аккуратно, карандашом или шариковой ручкой, на правой стороне, а рисунки - на левой стороне. Желательно делать выносы, подчеркивания, облегчающие чтение и просмотр пикетажной книжки.

Запись полученных сведений рекомендуется вести в следующем порядке: 1 - номер точки наблюдения (обнажения); 2 - указание о местоположении обнажения (привязка обнажения), 3 - тип обнажения (коренной выход, развал, высыпки); 4 - форма и характер выхода; 5 - указание состава пород, слагающих обнажение, их возрастные и пространственные взаимоотношения; 6 - сведения о трещиноватости горных пород и о разрывах со смещением; 7 - сведения о проявлениях рудной минерализации и пр.

На титульном листе полевой книжки указывается: название института, группа и фамилия студента, год прохождения практики, а также сроки начала и окончания записей.

Во время рекогносцировочного этапа практики полевая книжка ведется каждым студентом персонально и прилагается затем к соответствующему отчету.

Во время выполнения самостоятельных заданий полевая книжка ведется одна на маршрутную пару, занимающуюся геологической съёмкой.

2.2. Работа с горным компасом

Для ориентировки на местности и привязки обнажений, для определения элементов залегания горных пород, а также при проведении ряда других вспомогательных работ, сопровождающих геологические исследования, используется горный компас.

2.2.1. Устройство горного компаса

Устройство горного компаса показано на рис. I.

У компаса есть два независимых друг от друга направления. Одно из них, параллельное установившейся магнитной стрелке, постоянно и не зависит от поворотов корпуса, поскольку магнитная стрелка при отсутствии возмущавших магнитных масс всегда ориентируется по направлению север-юг. Второе направление, проходящее через деления 0 и 180 шкалы лимба, может быть, по желанию наблюдателя, ориентировано параллельно любому направлению на местности. Поскольку эти два направления пересекаются в центре лимба, то с его помощью можно измерять углы между направлением на север (показываемым северным концом магнитной стрелки) и любым другим направлением, параллельно которому устанавливается второе направление компаса

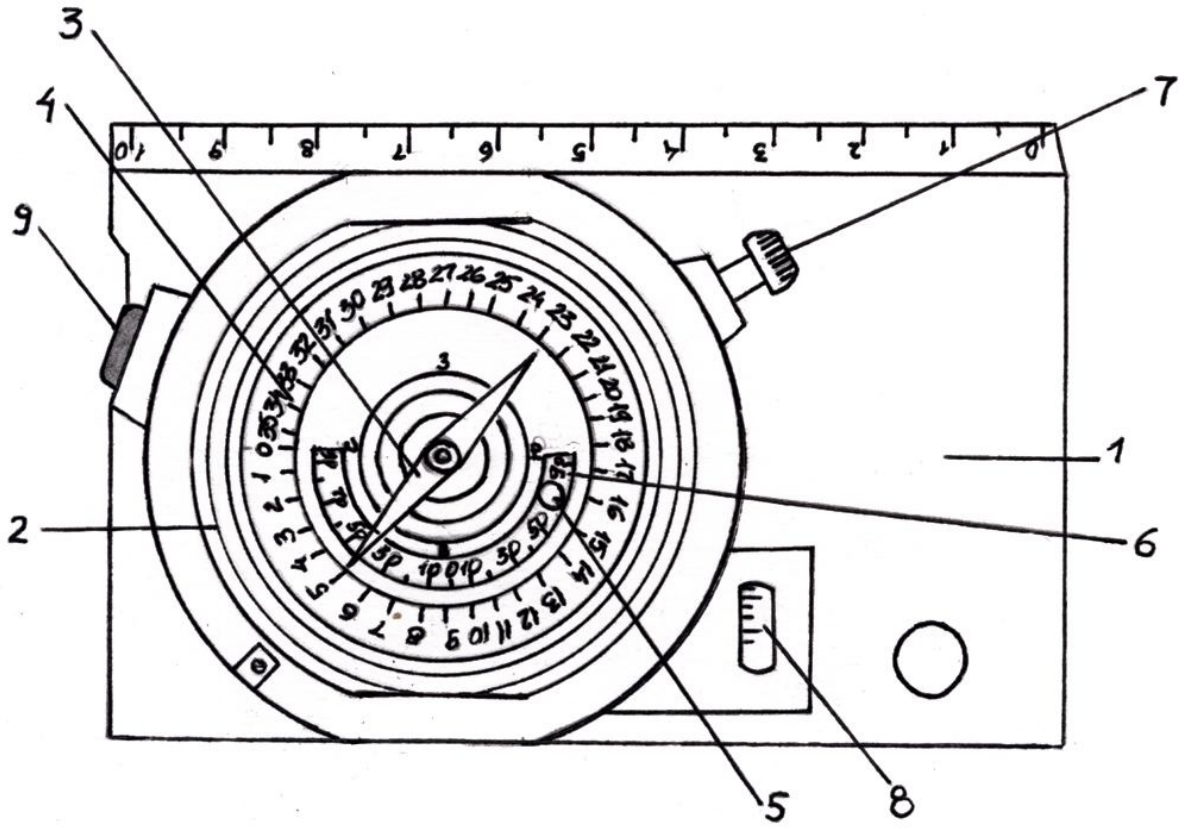


Рис. I. Устройство горного компаса.
1 - основание компаса; 2 - коробка компаса; 3 - магнитная стрелка; 4 - лимб, с помощью которого измеряются горизонтальные углы; 5 - клинометр (отвес); 6 - шкала клинометра; 7 - винт; 8 - уровень; 9 - кнопка

2.2.2. Понятие элементов залегания горных пород

Слоистость, сланцеватость, контакты интрузивных и жильных пород, трещины и сместители разрывных нарушений - все это различного рода геологические поверхности (а на локальных участках, в первом приближении - плоскости).

Элементы залегания поверхности - это выраженная в принятых понятиях ориентировка данной поверхности относительно сторон света и горизонта. В общем случае положение наклонной поверхности в пространстве характеризуют три компоненты: простирание, падение и угол падения.

Простирание - это направление распространения наклонной поверхности в горизонтальном срезе.

Падение - это направление погружения (направление понижения абсолютных отметок) наклонной поверхности.

Угол падения - это двугранный угол между данной наклонной поверхностью и горизонтальной плоскостью.

В частном случае одна из компонент ориентировки поверхности в пространстве может отсутствовать или терять смысл. Так, в случае вертикального положения поверхности у нее нет направления погружения, а при горизонтальном положении поверхности она (поверхность) простирается "во все стороны".

В практике полевых исследований, при измерении ориентировки геологических поверхностей часто пользуются понятиями: линия простирания и линия падения.

Линия простирания - это линия пересечения геологической поверхности с горизонтальной плоскостью. То есть, это любая горизонтальная линия на данной поверхности (ориентируется она по направлению её простирания).

Линия падения - это вектор, перпендикулярный к линии простирания, лежащий на геологической поверхности и направленный в сторону её погружения. Иными словами, это проекция направления погружения на геологическую поверхность.

Примеры использования линий простирания и падения при измерительных операциях будут рассмотрены несколько позже.

Поскольку сами по себе простирание и падение, без привязки их к какой-либо системе отсчёта, не имеют содержательной нагрузки, на практике, для характеристики ориентировки геологических поверхностей, пользуются понятиями азимут простирания и азимут падения.

Азимут простирания - это правый векториальный угол между направлением на север и заданным направлением простирания (или линией простирания). Может изменяться от 0 до 360°.

Азимут падения (погружения) - это правый векториальный угол между направлением на север и заданным направлением погружения (или между направлением на север и проекцией линий падения на горизонтальную плоскость). Может также изменяться от 0 до 360°,

Азимут простирания и азимут падения одной геологической поверхности отличаются на 90°.

Понятие угла падения было дано выше (на стр.). Он изменяется от 0 до 90° и не зависит от простирания и падения.

Так как азимут простирания - это угол между двумя направлениями, одно из которых величина векторная (направление на север), другое - величина не векторная (направление простирания), то цифровое значение азимута простирания может быть выражено двумя числами, отличающимися друг от друга на 180° (рис. 2).

В этом отражается некоторая неопределенность данной компоненты элементов залегания, по которой нельзя определить без дополнительных измерений азимут падения (хотя угол между ними известен и равен 90°).

В противоположность азимуту простирания, азимут падения, как угол между двумя векторами (направление погружения величина векторная), является величиной строго определенной и позволяет вычислить (путем прибавления или вычитания 90°) азимут простирания без дополнительного его измерения. Это обстоятельство позволяет вместо 3-х компонент элементов залегания измерять только две - азимут падения и угол наклона, при необходимости, азимут простирания может быть вычислен.

Ввиду того, что топографические и геологические карты строятся в истинных азимутах, а с помощью горного компаса измеряются магнитные азимуты, во время полевых работ часто приходится переходить от магнитных азимутов к истинным (при нанесении данных на карту) и от истинных к магнитным (при движении по маршруту, проложенному по карте).

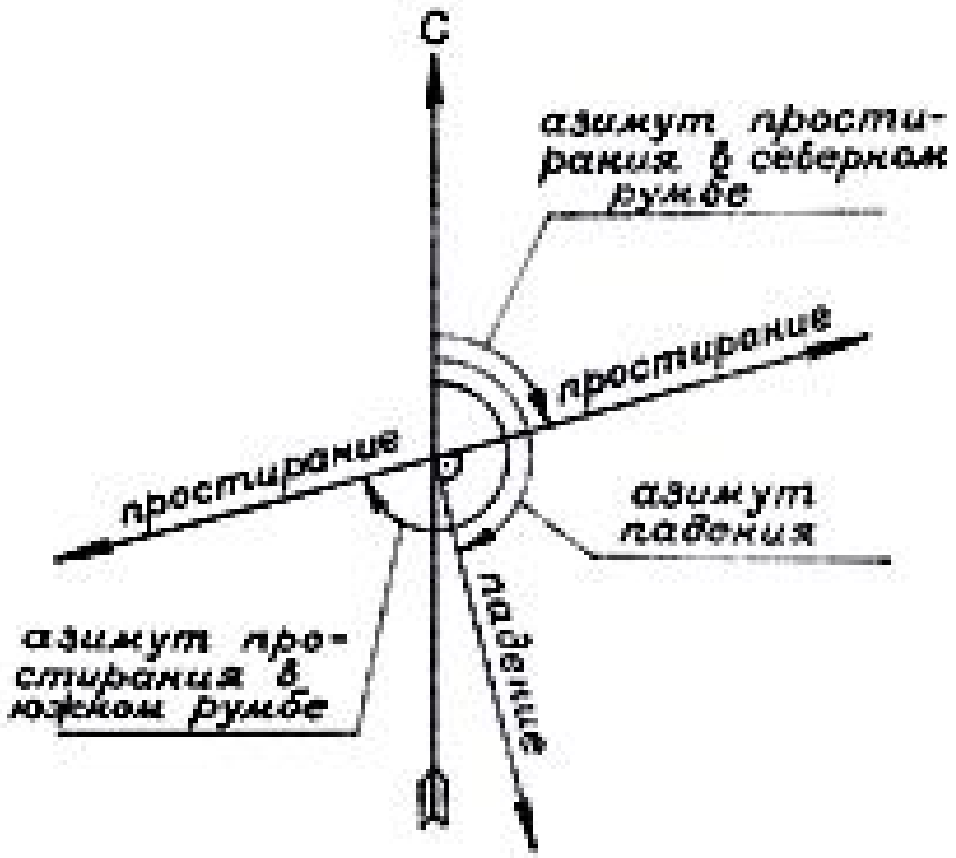


Рис. 2. Схема, поясняющая понятия азимута простирания, азимута падения и соотношения между ними.

Поскольку склонение магнитной стрелки в Сухоложском районе: восточное 13°, то зависимость между магнитным и истинным азимутами приобретает вид:

$$А_и = А_м + 13,$$

где $А_и$ - истинный азимут; $А_м$ - магнитный азимут.

2.2.3. Правила определения элементов залегания наклонных поверхностей

Чтобы определить азимут падения наклонной поверхности, необходимо: при горизонтальном положении лимба, приложить компас короткой стороной основания к измеряемой поверхности так, чтобы ноль лимба был направлен в сторону погружения данной поверхности и против северного конца магнитной стрелки снять отсчёт. При этом необходимо обращать внимание на направление увеличения числовых значений градусных делений шкалы лимба.

Чтобы определить азимут простирания наклонной поверхности, необходимо: при горизонтальном положении лимба приложить компас длинной стороной основания измеряемой поверхности и против одного из концов магнитной стрелки снять отсчёт. Предпочтение отдаётся отсчёту в северных румбах.

Чтобы определить угол падения поверхности, необходимо: компас поставить «на ребро» так, чтобы свободно висел его клинометр и прижать основание компаса длинной стороной к измеряемой поверхности; покачивая компас, определить максимальный угол отклонения клинометра. Это и будет угол падения данной поверхности.

Горизонтальность лимба магнитной стрелки является обязательным условием правильного определения азимутов падения и простирания геологических поверхностей. В некоторых моделях компасов (восновном в старых) горизонтальность лимба достигается "на глаз"; в новых - с помощью уровня, вмонтированного в корпус компаса.

Для начинающих, во избежание больших ошибок (особенно при измерении ориентировки полого залегающих поверхностей) рекомендуется предварительно проводить на изучаемой поверхности линию простирания, а затем при определении азимутов падения и простирания к ней прикладывать компас. При такой установке компаса легче достигается горизонтальность лимба.

Линия простирания легко проводится с помощью компаса. Компас ставится "на ребро", прижимается к измеряемой поверхности в положении, при котором клинометр показывает нулевой отсчёт, и параллельно длинной стороне основания проводится линия.

При измерении угла падения, в таком случае, компас в положении "на ребро" прикладывается длинной стороной основания к измеряемой поверхности перпендикулярно к линии простирания.

Запись замерянных элементов залегания ведётся сокращённо в следующем виде: Аз. пр. 55; Аз. пад. 145, /. 60 {Азимут простирания - 55°, азимут падения - 145°, угол падения - 60°).

При сокращённой записи знак градусов около цифр не ставится. Иногда перед значением азимута буквенными знаками указываются румбы: Аз. пр. СВ 55. Аз. пад. ЮВ 145, 60.

Как указывалось выше, в записях можно ограничиться двумя компонентами - азимутом падения и углом наклона. Но на первом этапе практики студенты, в целях приобретения навыков в определений элементов залегания и для контроля точности определения, измеряют все три компоненты.

2.2.4. Определение превышений точек рельефа

Определение превышений точек рельефа с помощью горного компаса можно производить двумя способами: I) путём последовательного подъёма по склону с фиксированием точек стояния через известный вертикальный интервал; 2) путём измерения угла наклона поверхности и расстояния до точки, превышение которой необходимо определить.

При первом способе превышение между двумя точками определяется следующим образом: начиная с точки, имеющей более низкую относительную отметку, исполнитель визирует длинную сторону вертикально расположенного компаса в направлении второй точки, следя при этом, чтобы клинометр находился "на нуле". Таким способом провешивается горизонтальная линия и на рельефе местности замечается место, куда она «уткнулась». Перейдя на это место, исполнитель провешивает новую горизонтальную линию, снова переходит на место её "утыкания" в склон и так делает необходимое количество раз, пока не дойдёт до второй точки. Превышение между точками равно количеству стоянок между ними, помноженному на высоту исполнителя до глаз плюс ещё какой-то отрезок, если последняя провешенная линия уткнулась в склон ниже или выше второй точки).

При втором способе определения превышений с помощью эклиметра компаса измеряется угол наклона склона вдоль направления, соединяющего точки, затем

измеряется расстояние между точками по склону, и по табличке, приложенной к компасу (или путём расчёта по формуле: $h = l \sin a$, где h - превышение между точками; l - расстояние между точками по склону; a - угол наклона склона), определяется искомое превышение между точками.

2.2.5. Привязка точек наблюдения

Необходимым условием проведения полевых работ является достаточно точное определение положения в пространстве всех точек наблюдения - обнажений горных пород, пунктов геоморфологических, гидрогеологических и других наблюдений.

Привязкой точки наблюдений называется совокупность операций по определению положения её относительно тех или иных реперов, обозначенных на топографической карте и опознанных на местности и нанесение ее на карту.

В зависимости от необходимой точности определения положения точки наблюдений на карте, привязка может быть схематичной, глазомерной и инструментальной. Первые два вида привязок применяют, главным образом, при маршрутных геологических исследованиях, а инструментальную – для привязки скважин, горных выработок и сети геофизических наблюдений.

Во время геологической практики привязку точек наблюдений студенты осуществляют схематически или глазомерно.

Схематическая привязка состоит в определении «на глаз» местоположения точки наблюдений среди характерных элементов рельефа и гидросети (а также объектов, созданных природой или человеком), и в нанесении точки наблюдений среди этих же объектов, опознанных на топографической карте.

Как видно из приведённого положения, использование компаса при схематической привязке точек наблюдений не обязательно. Компас используется при глазомерной привязке, которая может быть осуществлена двумя способами.

При первом способе **глазомерная привязка** состоит в определении местоположения точки наблюдений относительно характерного элемента рельефа или объекта путём проведения вспомогательного хода на местности и в последующем нанесении этого хода и точки обнажения на топографическую карту. Направление хода определяют горным компасом, а длину - шагами (см. стр.). Если привязка точки наблюдений при помощи одного измерения почему-либо невозможна (репер закрыт лесом или горой), то привязочный ход разбивают на несколько, используя промежуточные пикеты. Запись измерений производят в полевой книжке по форме (см. ниже Схему привязочного хода).

При привязке глазомерным способом во время проведения детальной геологической съёмки следует избегать "висячих" незаконченных ходов; нужно заканчивать их либо на другом нанесённом на карту репере, либо делать ходы замкнутыми.

Глазомерная привязка точек наблюдения вторым способом (способом «засечек») осуществляется следующим образом: с точки наблюдения на реперы (характерные формы рельефа или иные объекты) берутся обратные азимуты (азимуты направлений с репера на себя), затем на карте с этих же реперов проводятся лучи (с учетом магнитного склонения) по направлению обратных азимутов и на их пересечении наносится искомая точка наблюдения.

Схема привязочного хода

Направление хода	Азимут хода	Угол превышения пикета, град.	Расстояние между пикетами, м.	Проложение между пикетами, м.
Репер-пикет 1	ЮЗ 250	+ 5	100 п.ш. (165 м.)	165
Пикет 1-пикет 2	СЗ 300	+ 15	200 п.ш. (330 м.)	318
Пикет 2- пикет 3	СВ 40	+ 5	80 п.ш.(133 м.) (п.ш. - пары шагов)	133

Удобство этого способа привязки состоит в том, что не требуется измерять расстояния. Для соблюдения достаточной точности нанесения точки наблюдений на карту необходимо следить, чтобы углы между лучами засечек были возможно ближе к прямым. При наличии тупых или острых углов возможны значительные ошибки в нанесении точки наблюдений.

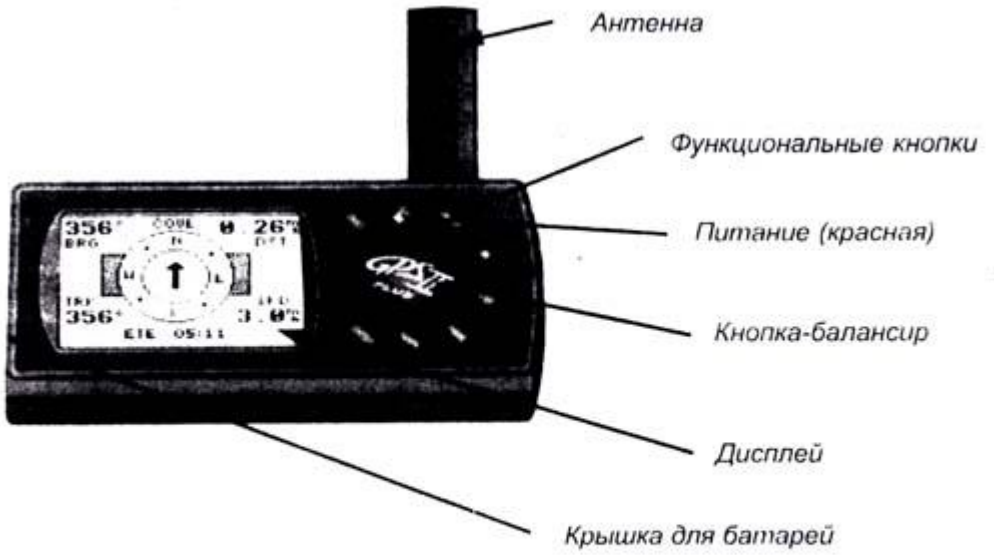
Как было сказано выше, при глазомерной привязке, расстояния между пикетами (или точкой наблюдений и репером) измеряются шагами. С этой целью определяется масштаб шагов, для чего на местности рулеткой или мерной лентой измеряется расстояние, равное 100 м., а затем определяется количество пар шагов, уложившихся в это расстояние. Желательно также определить количество пар шагов, укладывающихся в стометровый интервал при спуске и подъеме по склону. Выполненные измерения целесообразно свести в таблицу (см. табл. 1).

Таблица 1

Пример масштаба шагов

На ровном месте								
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	62,0	31,0	18,5	12,5	6,2	3,1	1,9	1,2
Вверх по склону (10^0)								
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	65,0	32,5	19,5	13,0	6,5	3,2	2,1	1,3
Вниз по склону (10^0)								
Метры	100	50	30	20	10	5	3	2
Пары шагов	59,0	29,5	17,7	11,8	5,9	2,9	1,5	1,2

Инструментальная привязка осуществляется топопривязчиком (рис. 3) по прилагаемой инструкции.


Антенна
Функциональные кнопки
Питание (красная)
Кнопка-балансир
Дисплей
Крышка для батарей


Антенна
Функциональные кнопки
Питание (красная)
Кнопка-балансир
Дисплей
Крышка для батарей
COVE
356° 0.24
BRG DST
N
W E
S
TRK SPD
356° 3.0
ETE 04:52

2.3. Изучение обнажений горных пород

Обнажением называется всякий выход горных пород на поверхность земли.

Обнажения массивных (кристаллических или сцементированных) горных пород называются коренными выходами, если они не разбиты трещинами выветривания на отдельные кусочки и блоки, претерпевшие перемещение на дневной поверхности.

2.3.1. Типы обнажений горных пород

Обнажения бывают естественными и искусственными.

Естественные обнажения (те, что возникли без вмешательства человека) могут быть самых различных типов: сплошные площадные выходы коренных и рыхлых пород; скальные выходы коренных пород; выходы коренных и рыхлых пород в обрывах склонов речных долин; выходы коренных и рыхлых пород в руслах рек, ручъев, промоин и рытвин, в карстовых воронках, провалах и в оползневых обвалах; каменные россыпи (развалы); высыпки (скопления мелких обломков пород на поверхности подстилающих их коренных пород того же состава).

Искусственными обнажениями называются всякие следы деятельности человека, приводящие к вскрытию горных пород. Сюда относятся специальные горные выработки, проходимые с целью вскрытия горных пород: шурфы, канавы, штольни, шахты, карьеры, различные котлованы, колодцы, траншеи. Нередко искусственные обнажения являются единственно возможными пунктами изучения горных пород.

Все обнажения по их значению для геологической съёмки можно подразделить на опорные (или главные) и промежуточные.

Опорными называются обнажения, по которым составляется представление о характере геологического разреза, фациальных изменениях слагающих его толщ, о возрастных соотношениях между ними, о расположении основных геологических границ и маркирующих горизонтах, о различных видах тектонических нарушений; обнажения с признаками полезных ископаемых.

Промежуточными можно назвать все остальные обнажения, фиксирующие распространение той или иной толщи пород.

В процессе полевых работ документируются как опорные, так и промежуточные обнажения, но приёмы документирования их несколько отличны. Опорные обнажения изучаются подробно, промежуточные - более схематично.

Документирование опорных обнажений слагается из следующих операций: I - привязка обнажения; 2 - определение пород, слагающих обнажение, и их взаимоотношений, 3 - определение элементов залегания пород, 4 - составление зарисовки обнажения, 5 - взятие образцов пород, 6 - отбор полезных ископаемых.

2.3.2. Привязка обнажений

Привязка обнажений ничем не отличается от изложенной выше привязки точек наблюдений, поскольку очень часто обнажение идентифицируется с точкой наблюдений (хотя необходимо отметить, что понятие "точка наблюдений" более широкое, чем понятие "обнажение"). Нередко крупное обнажение может включать несколько точек наблюдений, и тогда его привязка будет выглядеть, как привязка некоторого количества точек, расположенных по контуру обнажения. Именно с такой ситуацией часто встречаются студенты во время ведения площадной геологической съёмки. Нередко также точка наблюдений включает несколько небольших сближенных обнажений. Так же, как и

привязку точек наблюдений, привязку обнажений студенты осуществляют **схематически либо глазомерно** (обоими рассмотренными ранее способами), либо топопривязчиком.

2.3.3. Описание горных пород

При осмотре обнажения прежде всего нужно убедиться, что оно не представляет какую-либо глыбу, скатившуюся сверху, или оползень, так как в этом случае все наблюдения относительно условий залегания горных пород могут привести к ложным заключениям. Затем нужно обойти всё обнажение, чтобы получить общее представление об обнажённых породах и структурах и решить, какую часть выхода следует изучать наиболее детально. После этого можно приступить к определению и описанию породы или пород, которыми сложено обнажение.

При описании обнажений осадочных пород указывается следующее: наблюдается ли в породах слоистость; если да, то какие её разновидности - по форме слоев (параллельная, линзовидная или косая), по мощности отдельных слоев (грубая, мелкая, тонкая), по соотношению мощности слоев (равномерная, неравномерная), указывается характер границ слоев (чёткие или нечёткие); строение поверхностей наслоения (наличие знаков ряби или гиероглифов); текстурно-структурные особенности всех разновидностей горных пород и мощность сложенных ими прослоев.

При описании обнажений вулканогенных пород указывается следующее: фациальный тип пород (пирокластическая или лавовая фация); наличие или отсутствие слоистости в пирокластических породах и полосчатости, флюидальности или пористости в лавах; форма и строение кровли и подошвы лавовых потоков и покровов; наличие отдельности, её вид (шаровая, подушечная, плитчатая, столбчатая) и ориентировка; структура и состав пород, состав вкрапленников и обломков; размеры и ориентировка тел.

При описании интрузивных и жильных пород отмечается форма и размер тела, тип контактов (магматический, стратиграфический или тектонический); строение эндо- и экзоконтактовых зон; наличие, форма, размер и ориентировка шлиров и ксенолитов.

Для всех пород, наблюдаемых в обнажении, указывается их цвет и облик в свежем сколе и на выветрелой поверхности. Обязательно фиксируются элементы залегания слоистости и контактов.

2.3.4. Наблюдение структурных элементов

Параллельно с описанием горных пород на обнажении производятся наблюдения над складчатыми и разрывными дислокациями

При описании складчатых дислокаций указываются: форма и размер складок, форма их замков (плавная или угловатая, а также угол сочленения крыльев в замке), форма и ориентировка осевых поверхностей и шарниров складок, симметрия - асимметрия крыльев, соотношение мощности слоев на крыльях и в замках складок; характер мелких осложняющих складок и их ориентировка, генетический тип складок.

При описании разломов, если таковые замечены в обнажении, отмечается следующее: тип разрыва и направление смещения блоков вдоль сместителя; строение шовной зоны (интенсивная трещиноватость, дробление, рассланцевание или смятие); наличие глинки трения и поверхностей скольжения в шовной зоне; наличие оперяющих трещин и их ориентировка; тип коры выветривания над разрывным нарушением (структурная, зона каолинизации и пр.); характер проявления разрывного нарушения в рельефе (лог, уступ, гряда); ориентировка сместителя и штрихов скольжения на поверхности сместителя.

Описание трещиноватости горных пород ведётся по-разному в зависимости от поставленной задачи. При проведении рекогносцировочных маршрутов и в процессе проведения маршрутной съёмки даётся только общая характеристика систем трещин с указанием их ориентировки, кинематического типа (отрыва или скалывания), ориентировки штрихов скольжения, минерального заполнения, удельной плотности (количества трещин на I метр длины в направлении, перпендикулярном плоскостям трещин) и возрастных соотношений.

Если в задачу исследования входит детальное описание трещиноватости с последующим специальным анализом, то наблюдения ведутся по указанной выше схеме над каждой встреченной в обнажении трещиной. Наблюдения заносятся в таблицу (см. табл.2).

Таблица 2

№ п.п.	Азимут и угол падения	Кине-матиче-ский тип	Ориенти-ровка штрихов скольже-ния	Минераль ное заполне-ние	Сте - пень приотк-рыва - ния	Сведения о пересечении с другими трещинами	Примечания
1	132, 48	Скалы-вания	Аз. погруж. 120, 42	__	Закры-тая	___	Сопровождается незначительным рассланцеванием параллельно стенкам
220	220, 85	Отры-ва	____	Крупнок-ристали-ческий кальцит	До 3см	Пересекает 1-ю	

2.3.5. Отбор образцов горных пород

Одновременно с изучением обнажения производится отбор образцов пород и встречающейся в них ископаемой фауны и флоры. Отбираемые образцы должны дать полное представление о характере пород и об их изменениях вследствие различных геологических процессов.

Каждый образец представляет собой ту или иную породу, слагающую данный пласт, прослой, жилу и т.п. Отбор образцов не должен быть случайным, искажающим действительные соотношения между породами в обнажении. Необходимо отбирать образци, характерные для данного слоя, жилы, в которых были бы представлены обычные для них соотношения минералов, текстурные и структурные особенности, минерализация и т.п. Место отбора образцов определяют только после внимательного изучения обнажения. В качестве образца берут свежую, не измененную процессами выветривания, породу. Не обязательно придавать образцу правильную изометрическую форму. Естественная форма обломков является важным текстурным признаком породы. Нужно лишь притупить молотком острые режущие края образца. Образцы берутся различных размеров, в зависимости от их назначения. Обычный размер образцов

колеблется от 4х 6 до 9х12 см. Однако при необходимости проиллюстрировать переход одной породы в другую, изменение минерализации пород около рудных жил, распределение ископаемой фауны и т.п. приходится отбирать штуфные образцы размером до 30х30 см и даже больше.

Отобранные образцы этикетируются на месте их отбора. При этом на образец наклеивается кусочек лейкопластыря с указанием номера образца, номера бригады и наименования учебной группы (рис. 4).

В целях облегчения поиска привязки образца, его номер должен соответствовать номеру обнажения, на котором взят образец. При отборе нескольких образцов из одного обнажения, им присваивается один номер с добавлением буквенных или цифровых индексов, служащих для различия образцов между собой.

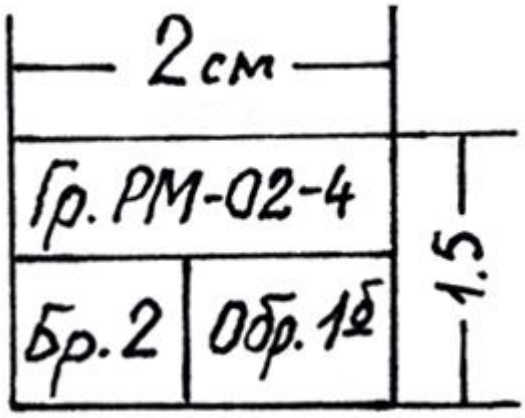


Рис. 4. Форма и содержание этикетки, наклеиваемой на образец.

При документировании опорных обнажений образцы отбирают из каждой литологической разновидности пород.

Часто студенты бывают в затруднительном положении при определении достаточного и необходимого количества образцов, отбираемых за время выполнения самостоятельного задания: нельзя оставить ни одной разновидности пород, не представленной образцом; нежелательно иметь и несколько образцов из каждой разновидности пород. Запомнить же, из какой разновидности уже взяты образцы, не всегда удаётся. А поэтому лучше брать образцы из всех разновидностей пород обнажения, а уже на базе, при камеральной обработке, лишние сократить.

2.3.6. Зарисовка обнажения

В целях лучшего восприятия другим лицом описания обнажения, а также, в какой-то мере, в качестве компенсации субъективизма при его описании, наиболее информативные обнажения или их фрагменты зарисовываются или фотографируются. Чаще всего зарисовку или фотографию делают по фронту обнажения.

При простом строении обнажения достаточно провести через него несколько мысленных вертикальных линий, на которых определяется положение геологических границ и структура обнажения относительно какого-то принятого базиса (подножия склона, границы зарисовываемого фрагмента). Эти вертикальные линии в определённом масштабе наносятся на зарисовку, а затем, по мысленно отмеченным на них точкам {пересечениям этих линий с геологическими границами и контурами обнажения), рисуется контур обнажения и геологическая ситуация (см. рис. 5).

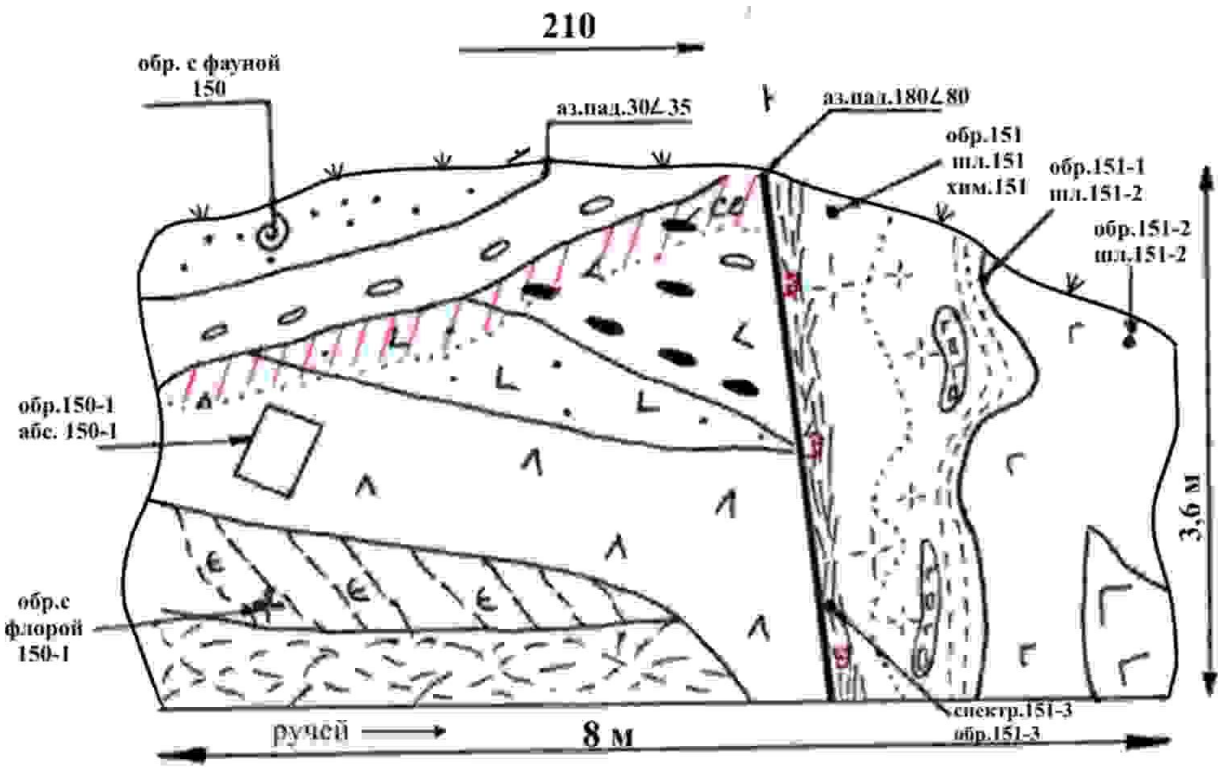


Рис. 5. Пример зарисовки обнажения

При сложном строении обнажения его необходимо разделить на квадраты удобной величины. Сетку можно нанести мелом или каким-либо подсобным материалом. Такая же сетка в определённом масштабе наносится на зарисовку и по ней, как и в предыдущем случае, отрисовывается геологическая ситуация.

При исполнении зарисовки следует широко пользоваться условными значками, отражающими состав горных пород, их текстурные и структурные особенности. Используемые условные знаки должны иметь пояснения.

Зарисовка обнажения может быть дополнена или заменена его фотографией. Фотография имеет некоторые преимущества перед зарисовкой: малые затраты времени, точность воспроизведения объекта, объективность изображения геологической ситуации. К недостаткам относятся: невозможность отражения состава пород, невозможность получения качественного фотоснимка в случае плохого или неудачного освещения, трудность в отображении на фотографии слабо заметных, но важных деталей.

С другой стороны, зарисовка по некоторым аспектам имеет преимущества перед фотографией: полное отражение особенностей строения объекта на основе его углубленного изучения, возможность подчеркнуть главное в воспроизводимом объекте.

Если обнажение сфотографировано, то в полевой книжке и в журнале образцов обязательно должны быть сделаны пометки, указывающие номер пленки и кадра.

Пример ведения дневника маршрутов

Этикетка

Уральский государственный горный университет
Название организации

ГПР МПИ, РМ-03-1, № 2
Название кафедры (партии), группы, отряда

Полевой дневник № 1
Документация маршрутов
т.н. 1-52
Студент Трешкин П.И.

2005г.

Титульный лист
Название организации
Название кафедры (партии), отряда, группы

Дневник № 1

Номенклатура планшета (ов): W-49-43-Б
Родин Иван Петрович
Фамилия, имя, отчество исследователя
Начат 30 мая 2005г.
Окончен 23 июля 2005г.
С т.н. 1 по т.н. 52
Примечание: В случае нахождения дневника просьба вернуть по адресу:
620144 г.Екатеринбург, ул.Куйбышева 30, ОХНИР
к.3319 Родину И.П.
Азимуты магнитные (или истинные с учетом поправки).

Оглавление

№ мар-шру-та	Дата	№ точек набл.	Стр.	Привязка	Объемы				
					Протяжен-ность маршрута, км	Пешие переходы, км	пробы		
							на спектр. ан.	на химич. ан	для опред. абс. возраста
1	15.07.05	1-7	2-5	Северный склон г.Крутой в бассейне руч. Верного	4,5	3	26	5	2
2	16.07.05	8-12	6-11	Верхнее течение руч. Кривого к югу от д. Слюдянки	5,0	4	20	3	1
				Итого:	9,5	7	46	8	3
1			3	Рисунки в дневнике					
2			8						

Условные обозначения и сокращения, применяемые при описании маршрутов

Описание маршрута

Дата
04,08,05

Участок: Савинский
Масштаб работ: 1: 10 000

Маршрут № 1

Цель: Уточнение геологического строения в бассейне руч. Верного, опробование измененных пород, сбор фауны для уточнения возраста известняков.

Привязка маршрута: Проходит на северном склоне горы Крутой в бассейне руч. Верного, в 120 м от высоты 435,0 по аз. 320.

Номенклатура карты: W-49-43-Б

Аэрофотоматериалы (АФС):

Фотоснимки: №№ 4109-4211

Т.н. 05-1 находится в устье руч. Крутого, впадающего в р. Пышму (правый приток) (по топопривязчику: северная широта…., восточная долгота….).

Коренной выход базальтов темно-зеленого цвета массивной текстуры (рис.№ 1).

Вкрапленники (15%) – плагиоклаз таблитчатой субизометричной формы, размером 1-3 мм; роговая обманка – черного цвета вытянутой формы. Основная масса – скрытокристаллическая, зеленого цвета. Миндалины – округлой формы, диаметр 1-3 см, выполнены кальцитом и хлоритом. Наблюдается 2 системы трещин: замеры трещин, густота, характеристика (поверхности трещин, формы, материал заполнения, соотношения по возрасту) обр. 1, шл.1.

Далее ход по аз. 50.

0-150 м в интервале глыбовые развалы (делювий) аналогичных миндалекаменных базальтов. К концу интервала (со 100 м) базальты имеют брекчиевую текстуру обр.1-1, шл.1-1.

150-200 м крупноглыбовый делювий андезитов (характеристика андезитов) – обр. 1-2, шл. 1-2.

200-350 м задернованно. Пойма мелкого ручья, заросшего густой травой.

В 360 м – на правом борту ручья коренной выход темно-серых до черных битуминозных известняков тонкослоистых. Породы катаклазированы, трещины катаклаза выполнены ветвящимися жилками мелкозернистого кальцита с редкой вкрапленностью бледно-фиолетового флюорита (рис.2) обр. 1-3, проба на спектр. ан. – 1-3, шл. 1-3.
Аз. пад. слоистости 120∠ 20-30

360-450 м редкие делювиальные глыбы светло-серых известняков нечеткослоистых с обильной фауной брахиопод. Образцы с фауной отобраны: обр. 1-4 с 380 м
обр. 1-5 с 450 м

450-500 м кора выветривания по гранитам. В высыпках нор сусликов – дресва крупнозернистых гранитов биотитовых и щебень мелкозернистых аплитов.

Т.н. 05-2 находтся в 500 м от т.н. 1 по аз. 50

Вершина сопки. Останец выветрелых крупнозернистых гранитов. В породах отчетливо выражена матрасовидная отдельность – обр.2.
Аз. пад. отдельности 360∠ 20.

В гранитах ксенолиты мраморизованных известняков.

Маршрут окончен. Пройдено:…..км

Отобрано: образцов - …. .
шлифов - ……
проб - ……

Подпись исполнителя.

Вывод по маршруту № 1

В маршруте встречены три комплекса пород: вулканогенная толща среднего-основного состава, представленная фацией текучих лав; толща известковистого состава (морские отложения) и интрузивные породы кислого состава. Наличие катаклазированных пород указывает на тектонический контакт известняков и вулканитов. Предположительно разлом имеет северо-восточное простирание (судя по прямолинейной долине ручья). Предварительно возраст известняков – девонский. Такой вывод можно сделать по комплексу встреченной фауны. Известняки прорываются гранитами. Контакт активный. Возраст гранитов моложе возраста осадочной толщи (постдевонский).

По гранитам развита кора выветривания, представленная зоной дезинтеграции. В поисковом отношении интерес представляет зона разлома, к которому приурочен ручей. Рекомендуется провести шлиховое опробование по данному водотоку.

2.4. Первичная обработка полевых материалов

Первичная обработка полевых материалов в условиях учебной геологосъемочной практики производится на базе после возвращения из маршрута или с участка площадной съемки. Она заключается в обработке коллекций горных пород и полевых книжек, а так же в обработке замеров ориентировки различных структурных элементов.

2.4.1. Обработка коллекций горных пород и корректура полевых книжек

Предварительная обработка коллекций горных пород включает в себя: 1 – окончательные определения горных пород и ископаемых органических остатков, собранных при полевых исследованиях; 2 – принятие одного названия для одних и тех же горных пород, задокументированных различными съемочными парами; 3 – сокращение

излишних образцов; 4 – занесение оставшихся образцов в специальный журнал (каталог образцов).

В первую очередь окончательного определения требуют те породы, при описании которых у практикантов были сомнения в точности данных им названий. Эти сомнения могли возникнуть по причине недостаточной выразительности структуры или текстуры пород, либо из-за трудности определения их минерального состава. На базе, при наличии бинокулярного микроскопа, соляной кислоты, а также эталонной коллекции горных пород со шлифами, диагностику пород можно сделать более точно.

Затем сравниваются породы, задокументированные всеми съемочными парами и при наличии одинаковых признаков, породе дается одно название.

На базе, в стационарных условиях, производится препарирование ископаемых органических остатков и дается окончательное определение их с помощью атласов ископаемых форм.

Результаты полевых наблюдений должны быть показаны руководителю практики, при необходимости откорректированы при его участии, и только после этого они становятся пригодными для дальнейшей камеральной обработки. Возможные лишние образцы пород сокращаются, а оставшиеся заносятся в каталог, составленный по стандартной форме (Табл. 3).

Таблица 3

№ п/п	№ образца	Название породы	Привязка обнажения	Примечание
31	12/а	Тонкослоистый зеленовато-серый псаммитовый туф	Левый берег р. Пышмы в 900 м выше устья рч. Рудянки	Сопоставить с обр. 4/е

В результате первичной обработки полевых материалов в полевую книжку вносятся исправления с учетом изменений в диагностике пород и, возможно, в интерпретацию полевых наблюдений.

2.4.2. Обработка замеров ориентировки плоскостных структурных элементов

Первичная обработка массовых замеров ориентировки различных структурных элементов состоит в построении диаграмм их ориентировки. В настоящее время наиболее широкое применение в изображении ориентировки структурных элементов приобрели круговые точечные диаграммы.

Нанесение замеров на круговую диаграмму производится с помощью трафарета, представляющего собой окружность, разбитую на 360 градусов и проградуированную в направлении против часовой стрелки, с радиусом, разбитым на 90 градусов и проградуированным в направлении от центра окружности к периферии. Радиус трафарета проведен через точку начала отсчета азимутов на трафарете.

Диаграмма ориентировки трещин строится на кальке, которая накалывается на иглу в центре трафарета. На кальке по трафарету проводится окружность, а на окружности черта начала отсчета азимутов («север» диаграммы). Для нанесения на диаграмму ориентировки трещины «север» диаграммы устанавливается на окружности трафарета против цифры, соответствующей азимуту падения трещины, а на радиусе трафарета

ставится точка против цифры, соответствующей углу наклона трещины. Эта точка на диаграмме называется полюсом данной конкретной трещины и отражает ее элементы залегания. Трафарет может быть заменен стереографической проекцией (сеткой Шмидта или Вульфа).

После нанесения всех замеров диаграмма имеет вид круга с расположенными на нем полюсами трещин. Если полюса расположены неравномерно, то каждому участку их сгущения соответствует система трещин.

Для достижения большей наглядности и определенности диаграммы, на ней проводят изолинии плотности полюсов трещин, подсчитывая количество полюсов на 1 процент площади диаграммы.

Для этого в квадратике из плотной бумаги или тонкого картона вырезается круглое отверстие, размером в 1/10 радиуса диаграммы. Затем диаграмма с нанесенными на нее полюсами трещин накладывается на квадратную сетку со стороной ячейки, равной радиусу малого кружка; накрывается сверху еще одной чистой калькой; на каждое перекрестие подложенной сетки накладывается малый кружок (центром в перекрестье); подсчитывается количество полюсов, попавшее в кружок и в перекрестии ставится точка, а рядом с ней цифра, соответствующая количеству полюсов, попавших в кружок.

Определение плотности полюсов на периферии диаграммы производится с помощью приспособления, состоящего из двух малых кружков, расположенных на расстоянии друг от друга, равном диаметру диаграммы. В центре полоски есть узкая прорезь, через которую приспособление одевается на иглу трафарета. Для определения плотности полюсов трещин, при насаженном на иглу приспособлении, один из его кружков устанавливается центром в перекрестие сетки около ее периферии, и в этом перекрестии ставится точка и пишется цифра, отвечающая количеству полюсов, попавших в оба кружка.

После того, как по всему кругу определена плотность полюсов, на верхней кальке через точки с известной плотностью (а между точками методом интерполяции) проводятся изолинии плотности полюсов. При проведении изолиний на периферии диаграммы (где изолинии обрываются) необходимо помнить, что «выход» за пределы контура диаграммы и «вход» внутрь контура одой и той же изолинии должны располагаться на противоположных сторонах диаграммы, симметрично относительно ее центра. С помощью изолиний определяются центры тяжести максимумов полюсов трещин, по которым определяется ориентировка выделившихся систем трещин.

Для определения элементов залегания системы трещин диаграмма накалываетя на трафарет, центр максимума полюсов системы трещин совмещается с радиусом трафарета и на окружности трафарета, против отметки «север» диаграммы, снимается отсчет, соответствующий азимуту падения данной системы трещин, а на радиусе трафарета, против центра тяжести максимума, снимается отсчет, соответствующий углу ее падения.

3. Физико-географическая и геологическая характеристики Сухоложского района.

3.1. Физико-географический очерк

Сухоложский район Свердловской области расположен на восточном склоне Среднего Урала в переходной зоне от холмисто-увалистого рельефа Зауралья к Западно-Сибирской низменности. Поверхность района представляет собой всхолмленую

равнину с общей тенденцией погружения на восток с абсолютными отметками водоразделов 240 м. Граница крупного водораздела проходит северо-восточнее р Пышма.

Обнаженность района неравномерная. Палеозойские образования в виде коренных выходов наблюдаются преимущественно по долинам рек. Мезозойские отложения можно наблюдать в карьерах по добыче строительных материалов и в естественных разрезах в восточной части площади.

Главной водной артерией района является река Пышма с притоками Рефт и Кунара, принадлежащая к бассейну р. Оби.

По характеру растительности район относится к лесной и лесостепной зонам с уменьшением степени залесенности с севера на юг и со сменой сосновых лесов на лиственные.

Климат района континентальный с холодной зимой и прохладным летом. Среднегодовое количество осадков 500 мм. , из них на весенне-осенний период (апрель-октябрь) приходится 360 – 375 мм. Основными ветрами являются западные, средняя скорость ветра 4,4 м/с.

В административном отношении территория входит в состав Сухоложского района Свердловской области. Кроме города Сухого Лога на описываемой территории имеется ряд сел и деревень - Знаменское, Рудянское, Кашино, Курьи, Шата, Брусяна, Глядены, Мокрая. Город Сухой Лог связан с городом Екатеринбургом железной дорогой и асфальтированным шоссе. Населенные пункты в пределах площади связаны автобусным сообщением.

В экономическом отношении район является промышленно-сельскохозяйственным. Основные промышленные предприятия сосредоточены в г.СухойЛог – комбинат асбоцементных изделий, завод по переработке вторичных металлов, авторемонтный завод, бумажная фабрика. Цементный завод располагается за юго-восточной окраиной города.

Основное направление сельского хозяйства – земледелие и животноводство.

3.2. История геологического изучения района

Геологические исследования в Сухоложском районе были предприняты еше в позапрошлом столетии в связи с изучением углей, содержащихся в угленосной толще карбона. Они проводились под руководством А.П.Граматчикова. Результаты этих работ были опубликованы в 1852 году.

В 1880 году в “Горном журнале” была опубликована заметка о находке следов деятельности первобытного человека, населявшего известняковые пещеры на левом берегу р. Пышмы в районе г. Сухого Лога. Наиболее крупная из этих пешер носит имя Гебауэра.

Более полные сведения о геологии Сухоложского района содержатся в трудах А.П.Карпинского. Предварительные результаты работ были изложены им в кратких статьях в “Горном журнале” за 1880 год. Более полные данные его работ были опубликованы в монографии “Геологические исследования и разведки на восточном склоне Урала”, изданной в 1949 году. Наибольший интерес из них представляют описания обнажений по рекам Пышме, Шате, Брусяне Кунаре. А.П.Карпинским, в частности, был определен силурийский возраст известняков в верховьях р. Шаты, девонский возраст известняков на северо-восточной окраине с. Знаменского и в низовье р. Шаты, каменноугольный возраст известняков и песчаниково-сланцевых пород на р. Пышме в окрестностях тогдашнего с. Сухоложского. В пределах окрестностей с. Сухоложского

А.П.Карпинским отмечены признаки медных руд, описаны месторождения каменного угля, минеральных красок, каолиновых глин, трепела и других полезных ископаемых.

С 1920 по 1924 годы по поручению Геологического комитета в окрестностях села Сухоложского детальную геологическую съемку проводил И.И.Горский. Результатом этой съемки явилась геологическая карта окрестностей с. Сухоложского масштаба 1:21000. В отчете об этих работах приведены детальные описания обнажений по рр.Пышме, Шате, Ключ, Усолке и логам, впадающим в долину р. Пышмы.

В послевоенные годы изучением каменноугольных отложений района занимался А.А.Пронин. Результаты исследований вошли в монографию “Карбон восточного склона Среднего Урала”, опубликованную в 1960 г.

С начала 30-ых годов в окрестностях Сухого Лога проводится учебная геологическая практика студентов Свердловского горного института, а ныне Уральского государственного горного университета. Коллективом преподавателей кафедры Общей и динамической геологии под руководством А.А.Малахова и В.Е.Засыпкина на основе накопившегося материала о геологическом строении района было подготовлено и издано в 1954 году “Методическое руководство по учебной геологической практике в окрестностях Сухого Лога”, длительное время являвшееся основным пособием при проведении геологичской практики.

В 60-е годы Т.В.Дианової, а в 70-е и 90-е К.П.Плюсниным изучались вулканогенные образования района. Этими исследоватлями были предложены схемы расчленения вулканогенных толщ и определены наиболее крупные вулканические постройки.

В 1961 году под руководством Ю.П.Алексеева была закончена разведка Кунарского месторождения известняков, интенсивно разрабатываемого в последующие годы.

В 1972 году коллективом, возглавляемым М.Т.Собоевым, были закончены работы по составлению геологической карты масштаба 1: 50 000 восточной части Сухоложского района.

С 1973 по 1978 годы в западной части района под руководством В.П.Олерского проводилась геологическая съемка и доизучение масштаба 1 : 50 000. В результате работ составлены: геологическая карта полезных ископаемых, карта четвертичных образований. Эти материалы были положены в основу Государственной геологической карты СССР масштаба 1 : 200 000 листа О-41-XXVI (автор Грабежева Т.Г.), изданную в 1983 году.

Детальная разведка участка аргиллитов Ново-Сухоложского месторождения цементных глин проводилась в 1991 г. Б.М.Новоселовым.

С 1999 по 2002 годы на листе О-41-XXVI, в состав которого входит западная часть Сухоложского полигона, геологическое доизучение масштаба 1 : 200 000 производилась под руководством В.А. Рыбалко. Был составлен комплект карт и отчет по состоянию изученности на 01.01.2002г.

Сведения о глубинном строении территории (в т.ч. Сухоложского полигона) изложены А.Г.Кислицыным в отчете по теме «Переинтерпретация материалов гравиметрических съемок масштаба 1 : 50 000 на Среднем Урале» (1999г.).

Е.М.Ананьева завершила составление карты глубинного строения верхней части земной коры в масштабе 1 : 200 000 листа О-41-XXVI (Е.М.Ананьева, 2001).

Параллельно продожались исследования, проводимые сотрудниками кафедр Структурной геологии и Общей и исторической геологии и палеонтологии Свердловского горного института. По результатам работ производственных организаций и указанных кафедр СГИ были составлены “Учебная карта Сухоложского района” и учебное пособие “Учебная геологосъемочная практика”. Последующие работы сотрудников тех же кафедр по изучению строения вулканогенных и осадочных толщ, а также по фациальному и

петрохимическому расчленению вулканогенных пород района позволили составить более детальную геологическую карту, соответствующую современным геологическим представлениям, а также учебные пособия “В краю потухших вулканов” и “Учебная геологосъемочная практика”, 2004, «Геофизические исследования Сухоложского полигона в Зауралье», 2004. К Всероссийскому симпозиуму по вулканологии и палеовулканологии профессором В.Н.Огородниковым подготовлен путеводитель Среднеуральской геологической экскурсии, 2003.

3.3. Геологическое строение района

Территория Сухоложского полигона расположена в пределах Восточно-Уральской мегазоны, претерпевшей длительную эволюцию геологического строения.

Геополигон располагается в Алапаевско-Теченской зоне на границе двух подзон: Рефтинско-Каменской (западной) и Алапаевско-Айбыкульской (восточной).

Границей подзон принято считать Тыгишский разлом (ограничивающий с запада бекленищевскую свиту нижнего карбона).

В геологическом строении района практики принимают участие преимущественно осадочные и вулканогенные образования палеозойского возраста, в восточной части района перекрытые чехлом мезозой-кайнозойских недиагенизированных или слабо диагенезированных континентальных и морских отложений.

Интрузивные образования развиты в меньшей степени и представлены Рефтинским массивом раннедевонского возраста, а также малыми телами гипабиссального и субвулканического уровня глубинности девонского и каменноугольного возраста.

Район характеризуется напряженной тектоникой, следствием этого является складчато-чешуйчато-блоковое геологическое строение. Наиболее интенсивно дислоцированы и метаморфизованы дочетвертичные образования.

3.3.1. Стратиграфия

Стратиграфический разрез района представлен осадочными и вулканогенными образованиями палеозойской, мезозойской и кайнозойской эратем.

3.3.1.1. Палеозойская эратема

Палеозойская эратема представлена девонской и каменноугольной системами. Эти образования под покровом маломощных рыхлых четвертичных отложений развиты в западной и центральной частях района, а в восточной части района перекрыты мезо-кайнозойским чехлом. Значительную роль в составе палеозойских стратонов играют вулканогенные образования. Анализ строения, состава и последовательности залегания вулканогенных пород района позволяет выделить среди них разнотипные вулканогенные формации, которые по фациальному и петрохимическому составу и возрасту параллелизуются с типоморфными для Урала вулканогенными формациями Магнитогорского мегаблока.

Девонская система

Девонская система представлена средним и верхним отделами. Образования среднего отдела выделены под названиями: базальт-дацитовая толща (D_2bd) – в Рефтинско-Каменской подзоне; сухоложская толща (D_2sh) – в Алапаевско-Айбыкульской подзона. Средний-верхний отделы представлены маминской толщей (D_{2-3}mm). Верхний

отдел представлен кодинской свитой (D_3kd). Возраст стратонов определен по ископаемой фауне и флоре.

Средний отдел D_2

Базальт-дацитовая толща (D_2bd). Данная толща в пределах Сухоложского полигона имеет ограниченное распространение и тектонические контакты как с габброидами Рефтинского массива, так и с нижнекаменноугольными осадочными породами беклеищевской свиты.

На территории полигона толща представлена базальтами (в том числе миндалекаменными) и туфами базальтов. Породы интенсивно дислоцированы. Вторичные изменения представлены альбитизацией, хлоритизацией, актинолитизацией. Участками породы превращены в зеленые сланцы.

Сухоложская толща (D_2sh). Породы, слагающие сухоложскую толщу, обнажаются в северо-западной и юго-восточной частях геополигона. Толща локализована в пределах тектонических блоков, ориентированных в субмеридиональном направлении.

Нижняя часть толщи представлена осадочным типом разреза. В бассейне р. Шата скважинами К-331, К-348 вскрыты переслаивающиеся известняки с конгломератами, кремнистыми сланцами, песчаниками и алевролитами, гальки конгломератов представлены темно-серыми почти черными известняками. В алевритовом цементе конгломератов содержится микрофауна эйфельского возраста. Мощность пачки 350 м.

Верхняя часть сухоложской толщи представлена преимущественно вулканогенными образованиями. Толща сложена эффузивными, пирокластическими, осадочно-пирокластическими породами непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, а также вулканогенно-осадочными и осадочными породами. В строении преобладают базальты, андезибазальты, андезиты и их туфы. Преобладающим развитием пользуются эксплозивно-обломочные породы (туфы). По размерности обломков состав туфов изменчив – от алевритовых до псефитовых. Часто наблюдается переслаивание туфов с потоками лав того же состава, как правило, имеющими подушечное и шаровое строение. Потоки базальтов и андезибазальтов афирового строения редки. Вулканиты кислого состава имеют подчиненное значение в разрезах. Кислые лавы – это преимущественно порфировые разности, часто с лавобрекчиями в краевых частях. Пирокластические образования дацитового, риодацитового и риолитового состава представлены алевритовыми, ляппиллевыми и бомбовыми туфами.

В целом, сухоложская толща представлена вулканитами пестрого состава, характеризующихся быстрой фациальной сменой.

В южном направлении характер разреза сухоложской толщи изменяется, что выражается в увеличении объема осадочно-вулканогенных (менее 50% осадочного компонента) и вулканогенно-осадочных ассоциаций в комплексе с рифогенными известняками, песчаниками, кремнистыми сланцами биогенного происхождения.

В пределах развития сухоложской толщи сохраняются фрагменты вулканотектонических построек разного ранга.

В соответствии с петрографическим кодексом (1995г.) по имеющимся геолого-геофизическим данным в пределах геополигона выделяется два вулканических массива. Первый из них располагается в бассейне р. Рефт и его притока Винокурка. Ранее в 1975 году К.П.Плюснин выделил здесь Винокуровскую вулкано-тектоническую структуру центрального типа., которой соответствует положительная гравитационная аномалия. Винокуровский вулканический массив представлен миндалекаменными базальтами, андезитами и их туфами. На территории Сухоложского полигона располагается только южная часть Винокуровского массива. К югу от него выделяется Пышминский массив, характеризующийся слабо аномальным гравитационным полем. В пределах Пышминского

массива сохранятся фрагменты трех вулкано-тектонических структур центрального типа с признаками кальдерообразования и системой радиально-дуговых разломов. В пределах Пышминского вулканического массива исследованиями прошлых лет выделены вулканические постройки центрального типа (стратовулкан «Дивий камень» и другие). На геологической карте они выделены особым знаком. Жерловые и прижерловые фации представлены экструзивными и субвулканическими образованиями, агломератовыми бомбовыми туфами. В прижерловых образованиях наиболее часто проявлены процессы окварцевания, пиритизации, серицитизации. Промежуточные фации представлены преимущественно лавами в ассоциации с псаммитовыми пирокластическими отложениями. Удаленные (периферические) фации вулканитов развиты на геополигоне на южном склоне вулканогенной гряды. Они представлены вулканогенными обломочными породами, алевритовыми туфами в переслаивании с рифогенными и аккумулятивно-рифогенными известняками и морскими мелководными терригенно-осадочными отложениями.

Последние наблюдаются на руч. Брусяны ниже «Белого лога», в карьере у западной окраины села Знаменского, на левом склоне долины р. Пышмы между устьями руч. Брусяны и руч. Знаменка. Живетский возраст кремнистой пачки определен по остаткам фораминифер из известняковых прослоев.

Мощность сухоложской толщи составляет 750м.

Средний-верхний отделы D_{2-3}

Маминская толща (D_{2-3}mm). Толща представлена углисто-глинисто-кремнистыми породами темно-серого и черного цветов с прослоями известняков. Разрезы этих образований наблюдаются на р. Брусяна ниже «Белого Лога», в левом склоне долины р. Пышмы между устьями р. Брусяна и руч. Знаменка, а также в карьере у западной окраины села Знаменское. Мощность кремнистых сланцев 70 м. Взаимоотношения с нижележащими образованиями не ясны. Живетский возраст определен по остаткам фораменифер из прослоев известняков.

К югу от р. Шата разрез маминской толщи представлен светло-серыми и темно-серыми глинистыми известняками, живетский возраст отложений определен по фауне.

Южнее Сухоложского полигона в районе с. Кунарского и юго-западнее оз. Куртугуз в аналогичных кремнистых породах обнаружены конодонты верхнего девона (сборы А.В.Коровко, В.А.Рыбалко, определения Г.Н.Бороздиной).

Мощность маминской свиты – 150 м.

При современной степени изученности определить объем маминской толщи не представляется возможным. В стратотипических разрезах кремнистые породы переслаиваются с вулканитами неконтрастной базальт-андезитовой формации.

Верхний отдел D_3

Кодинская свита (D_3kd). Осадочные породы кодинской свиты локализованы в линейном тектоническом блоке и прослеживаются от южной до северной границы Сухоложского полигона. Разрез свиты можно наблюдать на р. Ключ и в борту р. Пышма. Состав свиты: алевролиты, алевропелиты, аргиллиты, песчаники, конгломераты, линзы известняков. Цвет пород – серый, бурый, зеленоватый, черный. Характерно частое переслаивание пород. Слоистость параллельная. Состав терригенного материала: кварц, плагиоклаз, кремнистые породы, риолиты, дациты, пемзы.

Возраст свиты определен по брахиоподам, фораминиферам, водорослям, спорам растений как позднедевонский в объеме франа.

Мощность свиты 700 м.

Каменноугольная система

Каменноугольная система сложена преимущественно терригенными и карбонатными отложенияи с небольшим количеством вулканогенных образований в западной части района и представлена нижним и средним отделами.

Нижний отдел C_1

Стратоны нижнего отдела каменноугольной системы представлены бекленищевской (C_1bk), егоршинской и бурсунской (C_1eg+C_1br), исетской (C_1is) свитами.

Бекленищевская свита (C_1bk). Свита располагается в западной части Сухоложского полигона и прослеживается в пределах тектонического блока близмеридиональной ориентировки от оз. Куртугуз до приустьевой части р. Рефт. Свита представлена пестрым фациальным комплексом осадочных и вулканогенно-осадочных пород морского генезиса.

Нижняя часть разреза бекленищевской свиты не имеет естественных выходов на дневную поверхность. Свита изучена несколькими профилями скважин, где наблюдалось сложное переслаивание темно-серых до черных алевролитов и аргиллитов с маломощными прослоями песчаников и редкими отпечатками обугленного растительного детрита. Фаунистически эта часть разреза не охарактеризована.

Вверх по разрезу постепенно увеличивается карбонатность пород. Эта часть представлена переслаивающимися серыми и темно-серыми глинистыми и глинисто-известковистыми аргиллитами, полимиктовыми песчаниками, реже конгломератами, а также прослоями туфов и туффитов, мергелей и известняков.

Карбонатно-терригенный разрез свиты фациально замещается вулканогенно-осадочным комплексом пород. Наиболее представительные выходы этих пород располагаются в приустьевой части р. Рефт. В обломках из конглобрекчий определены фораминиферы, свидетельствующие о визейском возрасте (определения Т.Н.Степановой).

Мощность бекленещевской свиты составляет 800 м.

Егоршинская и бурсунская свиты объединенные (C_1eg+C_1br). Континентальные угленосные образования егоршинской и бурсунской свит прослеживаются в узком клиновидном тектоническом блоке вдоль железной дороги. Разрез этих свит можно наблюдать по р. Пышма между ручьями Ключ и Крутой Лог.

Егоршинская свита сложена переслаивающимися темно-серыми до черных глинистыми, углисто-глинистыми и углистыми аргиллитами, алевролитами, серыми и темно-серыми песчаниками и конгломератами. Характерно обилие флористических остатков, наличие маломощных пластов угля, быстрая смена фаций и сложное тектоническое строение. Мощность свиты 350-500 м.

Безугольные отложения *бурсунской свиты* залегают согласно на угленосных породах егоршинской свиты, представлены зеленовато-сероцветными грубообломочными отложениями с бедными органическими остатками. Характерно появление известковистых разновидностей. Мощность свиты 300-500 м.

Возрастная датировка объединенных егоршинской и бурсунской свит – верхнее турне – низы верхнего визе (включая жуковский горизонт). Данные свиты являются возрастным аналогом средней и верхней частей бекленищевской свиты.

Исетская свита (C_1is). Свита имеет широкое площадное распространение в восточной части Сухоложского полигона. Разрез свиты можно наблюдать по р.р. Пышма, Кунара, в Кунарском карьере известняков, в приустьевой части р. Рефт. Вблизи железнодорожного моста через р. Пышма наблюдалось согласное налегание известняков на терригенные породы бурсунской свиты. В пределах листа О-41-XVI взаимоотношения бурсунской и исетской свит установлено в ряде скважин (Олерский, 1978).

Исетская свита представлена преимущественно известняками. В известниках встречается обильная фауна одиночных и колониальных кораллов и брахиопод. Известняки слоистые и массивные, в верхней части разреза породы доломитизированы и брекчированы (известняковые брекчии) с прослоями мергелей. В нижней части разреза преобладают битуминозные известняки с линзами кремней.

По комплексу фауны возраст исетской свиты установлен как визейский – серпуховский.

Мощность свиты – 450 м.

Средний отдел C_2

Щербаковская свита (C_2šc). Свита имеет ограниченное распространение в бассейне р. Кунара. Породы свиты локализованы в мелких тектонических блоках среды известняков исетской свиты. Щербаковская свита представлена алевролитами, аргиллитами, сероцветными известковистыми песчаниками с прослоями конгломератов, мергелей, битуминозных известняков.

Возраст пород свиты установлен по брахиоподам и соответствует башкирскому и московскому веку.

Мощность щербаковской свиты - 350 м.

3.3.1.2. Мезозойская эратема

Коры выветривания

Территория Сухоложского полигона располагается в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала на границе с континентально-морской цокольной равниной, что и определило широкое развитие кор выветривания. В пределах геополигона выделяется два морфологических типа – площадная и линейная. Площадные коры развиты преимущественно на водоразделах. Традиционно выделяется три зоны профиля коры выветривания: дезинтеграции, промежуточных продуктов, глинистых продуктов. На Сухоложском полигоне зона глинистых продуктов развита только в восточной части, в западной части имеет место двухзональный профиль коры. Линейные коры выветривания обычно развиваются в зоне разломов либо по контактам геологических тел.

Выделяется два генетических типа кор – остаточные и переотложенные. В районе резко преобладает первый тип.

Окраска пород, слагающих профиль коры выветривания, обычно в верхней глинистой зоне неоднородная: пятнистая, пятнисто-полосчатая с преобладанием буроватых и красноватых оттенков. С глубиной окраска выветрелых пород приближается к цвету материнских. К востоку происходит понижение кровли остаточной коры выветривания с 206 м до 160 м. В восточной части полигона коры выветривания перекрываются палеоценовыми отложениями серовской свиты. Среди глинистых продуктов по вещественному составу преобладающим является каолинитовый тип. Состав тяжелой фракции шлихов обычно зависит от состава материнских пород. В площадных корах постоянно присутствуют гидроокислы железа, реже марганца.

Мощность площадных кор в Сухоложском районе в среднем составляет 18-20 м.

Триасовая система, верхний отдел - юрская система, нижний отдел

Челябинская серия (T_3-J_1čl). Нерасчлененные триасово-юрские отложения района представлены вулкаогенно-осадочными породами. Они приурочены к протяженному грабену, пересекающему восточную часть района в субмеридиональном направлении и перекрытому кайнозойским чехлом. Нижнюю часть разреза слагают преимущественно вулканогенные породы разного состава (от базальтов до риолитов) с незначительным количеством пестроцветных конгломератов, песчаников и аргиллитов. Верхнюю часть разреза слагают преимущественно осадочные сероцветные мелко- и тонкообломочные породы.Обломочные породы по составу относятся к полимиктовым. В прибортовых частях грабенов широким развитием пользуются краснобурые конгломераты и гравелиты (фации конусов выноса).

Мощность триасово-юрских отложений на описываемой территории достигает 200 м. Выходы их наблюдаются только в глубоко врезанных долинах крупных рек Пышмы и Кунары.

Меловая система

Меловая система в районе представлена обоими своими отделами. Ее отложения обычно перекрыты более молодыми осадками и не имеют широкого развития на земной поверхности.

Нижний отдел K_1

Нижний отдел меловой системы представлен **аптским и альбским ярусами K_1 а**, состоящим из двух стратонов – алапаевской и синарской.

Алапаевская толща представлена каолинит-гидрослюдитыми серыми, бурыми, кирпично-красными глинами с песком, хорошо окатанной кварцевой галькой и щебнем окремнелого известняка. За белый цвет породы названы “беликами”. Мощность беликовой толщи редко превышает 10 м. В основании “беликов”, как правило, наблюдаются бурые железняки инфильтрационного происхождения в форме линз, гнезд, пластов. Состав бурых железняков: гидрогетит, гидрогематит, сидерит. Алапаевская свита обычно приурочена к понижениям древнего рельефа – эрозионным или карстовым воронкам. Возраст алапаевской толщи предполагается на уровне апского яруса.

Синарская свита нижнего мела сложена пестроцветными и белоцветными континентальными (аллювиально-озерными) глинами каолинитового состава с прослоями лигнитов марказитсодержащих и кварцевых песков. Приурочена к эрозионным депресиям, не имеет широкого площадного распространения и повсеместно перекрыта кайнозойскими отложениями. Синарская свита несогласно залегает на алапаевской толще, либо на известняках. Выходы пород свиты наблюдались только в карьере “Белая глина”, который после прекращения в нем работ по добыче огнеупорных глин затоплен. Мощность свиты достигает 15 м. Апт-альбский возраст отложений установлен по результатам споро-пыльцевого анализа.

Верхний отдел K_2

Верхний отдел меловой системы представлен **коньякским ярусом.**

Камышловская свита (K_2km). Отложения камышловской свиты представлены зеленовато-серыми и светлосерыми мелкозернистыми кварц-глауконитовыми слабо сцементированными песчаниками и песками морского происхождения. Пески хорошо отсортированы. Эти породы имеют широкое площадное распространение, но перекрыты кайнозойскими осадками. Выходы пород наблюдались в карьере “Белая глина” и известны в верховьях рч. Каменки, левого притока р. Пышмы, впадающего в нее

восточнее пос. Курьи. Возраст пород определен по остракодам, фораминиферам, зубам акул. Мощность свиты не превышает 10 м.

3.3.1.3. Кайнозойская эратема

Кайнозойская эратема на описываемой территории представлена всеми тремя системами – палеогеновой, неогеновой и четвертичной.

Палеогеновая система P

Палеогеновая система в Сухоложском районе представлена верхним палеоценом-нижним эоценом. На восточном склоне Урала эти отложения известны под названием **серовской свиты**.

Серовская свита P_{1-2} sr.

Свита сложена опоками, песчаниками и алевролитами на опоковом цементе, трепелами. Преобладают опоки. Песчаники имеют глауконит-полевошпат-кварцевый состав. Эти морские отложения имеют спорадическое развитие в восточной части района, перекрывая собой все более древние отложения в углублениях палеозойского фундамента. Коренные выходы опок встречаются в глубоких логах и в карьерах по добыче глин, известняков и самих опок. Возраст пород свиты определен по ископаемым остаткам фораминифер, моллюсков и гексакораллов.

Мощность свиты достигает 12 м.

Неогеновая система N

Светлинская свита (N_1sv). Отложения неоеновой системы представлены пролювиально-делювиальными песчано-алевритистыми глинами красновато-бурого цвета с редкой галькой кварца. Слоистость выражена не отчетливо. Свита залегает с размывом на более древних образованиях. Неогеновые отложения повсеместно наблюдаются в бортах карьеров на водоразделе рр. Пышмы и Кунары. Мощность отложений неогеновой системы не превышает 4 м. Возраст пород принят по аналогии с подобными отложениями Зауралья, где он был определен по остаткам речных моллюсков в аллювии верхних цокольных террас крупных рек.

Четвертичная система Q

Образования четвертичной системы принадлежат различным генетическим типам и покрывают значительную часть площади в виде маломощного чехла. Возраст аллювиальных, озерных, палюстринных отложений определяется по ископаемым остаткам (фауне и флоре), а также по споро-пыльцевым комплексам. Возраст элювиальных, делювиальных и прочих образований определяется (условно) по геоморфологическому положению.

Эоплейстоцен

Нижнее звено

Отложения этого возраста на площади представлены аллювиальными и озерными (a,l) генетическими типами. В возрастном отношении они приурочены к увельской свите. Встречаются локально в западной части площади (Зауральская цокольная равнина).

Аллювиальные и озерные отложения увельской свиты (a,lEI*uv*) вытянуты в меридиональном направлении.

Фрагмент этих отложений выделен к юго-востоку от оз. Беткулово, на абсолютной отметке 200 м. Отложения представлены известковистыми глинами зеленовато-серого, желтовато-зеленого, зеленовато-бурого, серовато-бурого цвета, песками мелкозернистыми, полимиктовыми с рыхлым железисто-марганцовистым бобовником. На одних участках, аллювиальные и озерные отложения залегают на склоне, на других участках – в переуглублении под аллювиальными отложениями батуринской свиты и выхода на поверхность не имеют. Мощность отложений более 8,4 м . Залегают на мезозойских корах выветривания, перекрыты аллювиальными отложениями батуринской свиты, полигенетическими и делювиальными образованиями среднеуральского надгоризонта.

Неоплейстоцен
Неоплейстоцен нерасчлененный

Отложения этого возраста представлены элювиальными и делювиальными образованиями (e,dNP). Распространены очень широко в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала. Развиты на возвышенностях и их пологих склонах.

Представлены глинами и суглинками со слабо выветрелым щебнем подстилающих пород и редким полимиктовым гравием.

В большинстве случаев они залегают на мезозойских корах выветривания. Мощность до 3 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

Возраст отложений определен как нерасчлененный неоплейстоцен.

Нижнее звено

Отложения этого возраста представлены аллювиальными отложениями батуринской свиты (al*bt*).

Аллювиальные отложения батуринской свиты (al*bt*) развиты в западной части геополигона в виде участков меридионального и субмеридионального простирания, фиксирующих фрагменты древних речных долин, потерявших связь с современной гидросетью. Они приурочены к контакту приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала и континентально-морской цокольной равнины Зауралья. Фрагменты древнего аллювия выделены от озера Куртугуз к северу, его протяженность 11 км при ширине от 800 до 1300 м. Разрез изучен скважинами мотобурения.

Аллювиальные отложения представлены песками полимиктовыми с гравием, глинами гидрослюдистыми, известковистыми, серыми, зеленовато-серыми, зеленовато-голубыми, серовато-бурыми. Минералогический состав тяжелой фракции песков представлен: эпидотом и цоизитом – 54%, роговой обманкой – 20%, ильменитом – 6%, лимонитом – 8%, цирконом – 6%, рутилом – 2%, сфеном – 2%, апатитом – 1%, хромитом – 1%. Выход 3%. Палеогеографический коэффициент 0,9.

В спорово-пыльцевых комплексах этих отложений преобладает пыльца ели, сосны, пихты.

Путем отстройки поперечных профилей через древние речные долины было установлено, что реки текли с юга на север.

К нижнему звену отложения отнесены на основании геоморфологического положения (в разрезе залегают выше аллювиальных и озерных отложений уйско-

убоганской свиты среднего звена и ниже аллювиальных и озерных отложений увельской свиты нижнего эоплейстоцена). Отложения сопоставляются по литологии с аллювиальными отложениями, описанными и изученными в угольном карьере Батурино Еманжелинского района Челябинской области.

Аллювий батуринской свиты перекрыт аллювиальными и озерными отложениями уйско-убоганской свиты среднего звена, делювиальными отложениями среднего и верхнего звена, торфами голоцена. Залегает на аллювиальных и озерных отложениях увельской свиты нижнего эоплейстоцена, отложениях серовской свиты, мезозойских корах выветривания и известняках палеозоя. Мощность отложений более 9,2 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин.

В этих отложениях было установлено наличие россыпного золота (Рыбалко, 2002).

Среднее звено

Отложения этого возраста представлены аллювием исетской ($a^{i}II$) и уфимской ($a^{u}II$) террас, озерными (III*uu*), аллювиальными и озерными (a,III*uu*) отложениями уйско-убоганской свиты, делювиальными отложениями среднеуральского надгоризонта (dIIsr).

Аллювиальные отложения уфимской террасы ($a^{u}II$) выделены по рекам Рефт и Пышма. Отложения прослеживаются по правому берегу р. Рефт до устья , в виде полосы шириной 200-300 м, и по правому берегу р. Пышмы между пос. Рудянское и Знаменское. Они слагают четвертую эрозионно-аккумулятивную террасу с высотой поверхности от 22,4 до 40 м и высотой цоколя от 18 до 35 м над урезом реки. Наибольшие параметры уфимская терраса имеет на р. Пышма в районе п. Новая Пышма. Ширина террасы достигает 3,5 км.

Отложения представлены желто-коричневыми, темно-желтыми, буро-коричневыми песками полимиктовыми (полевошпат-кварцевыми) с галькой кварца, бурыми до темно-коричневых песчаными глинами с прослоями иловатых глин темно-серого цвета. Пески от глинистых (глинистая фракция составляет 20%) до гравийных, грубозернистых. Обломочный материал хорошо окатан.

Разрез аллювия уфимской террасы можно показать на примере шурфа 286, пройденного на восточном берегу р. Рефт. Сверху, до глубины 3,2 м залегают глинистые пески мелкозернистые, полимиктовые с преобладанием зерен кварца. Содержание глины 20%. Песок сортирован. С глубины 3,2 м до 3,7 м (забой) вскрыты пески грубозернистые, близкие к гравию с гальками кварцевого состава, размером до 3-4 см в диаметре, хорошо окатанными. Цвет песков желтовато-коричневый, желтый. Из гравийных песков с гл. 3,7 м отобрана шлиховая проба. Минералогический состав тяжелой фракции представлен: гр. эпидота – 47,52%, гранатом – 17,82%, ильменитом – 13,86%, ильменитом + гематитом – 0,99%, амфиболом – 12,87%, хромитом – 4,95%., монацитом – 0,99%, сфеном – 0,99%. Палеогеографический коэффициент 0,25.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корах выветривания и породах палеозоя. Мощность более 5,5 м.

Возраст аллювия уфимской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными образованиями соседних районов и определен как сылвицкий и вильгортовский горизонты.

Аллювиальные отложения исетской террасы ($a^{i}II$) развиты по рекам Пышма, Кунара. Они слагают третью, эрозионно-аккумулятивную террасу с высотой поверхности от 4 м до 16,5 м (по р. Пышме) и высотой цоколя от 2,7 м от уреза реки. Ширина террасы от 200 до 2000 м. Разница в высоте поверхности от уреза реки связана с неотектоникой (участки неотектонических поднятий и опусканий).

Строение разреза аллювия исетской террасы двучленное. Нижняя его часть сложена полимиктовыми гравийно-песчаными, песчано-гравийными отложениями коричневого цвета, в основании которой залегает базальный горизонт. Верхняя часть разреза сложена бурыми глинами, полимиктовыми песками (глинистая фракция составляет 30%), чередованием коричневых до темно-буровато-серых мелкозернистых песков с галькой кварца и серых, темно-серовато-желтых до буро-коричневых глин.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 43-45%, ильменитом – 16-24%, амфиболом – до 17%, магнетитом – 3-5%, гематитом от 4 до 21%, мартитом – до 5%, гранатами – 3-5%, хромшпинелидами – 0,5-1,5%, цирконом – 1,67-1,7%, сфеном – 0,14-0,19%, рутилом – 0,39-0,82%, ставролитом – 0,4%, лейкоксеном – 0,08%, пиритом – 0,03%, кианитом – 0,03%, апатитом – 0,14%, гидроокислами железа – от 0,6 до 1,34%, золотом – единичные знаки. Палеогеографический коэффициент 0,34-0,42.

Спорово-пыльцевые спектры – лесостепные, реконструирующие смешанные елово-сосново-березовые лесные массивы с пихтой, ольхой и лугостепными участками.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корах выветривания и породах палеозоя. Мощность от 1,3 м и более 7 м (по р.р. Рефт и Пышма). С ними связаны россыпи золота.

Возраст аллювия исетской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными отложениями смежных районов и определен как ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Среднеуральский надгоризонт. Озерные отложения уйско-убоганской свиты (l II*ии*) развиты на междуречьях, иногда пространственно тяготеют к современным озерам. Геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья. Развиты локально у западной рамки Сухоложского полигона.

Озерные отложения вскрыты скважинами мотобурения. Они выполняют древние озерные ванны и представлены глинами зеленовато-серыми, серыми до коричневых с включениями гравия, гальки кварца и мелкозернистыми полимиктовыми песками.

Из отложений отобраны пробы на литологический и спорово-пыльцевой анализы. Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 61-81%, роговой обманкой – от ед.зер. до 27%, гранатоми – до 2%, пироксенами – 1%, магнетитом – до 1%, ильменитом – от 4 до 23%, лейкоксеном – 2-7%, рутилом – 1-3%, цирконом – до 2%, ставролитом – 1%, хромитом – 2%, турмалином – 1%, андалузитом – до 1%, апатитом – до 2%, корундом – до 2%. Выход от 1 до 7%. Палеогеографический коэффициент от 0,04 до 0,61%.

Отложения перекрыты полигенетическими и делювиальными отложениями североуральского надгоризонта, залегают на мезозойских корах выветривания и аллювиальных отложениях батуринской свиты. Мощность более 9 м.

Для отложений характерны спорово-пыльцевые комплексы степного типа с преобладанием марево-полынных группировок.

Озерные осадки синхронны аллювиальным и озерным отложениям уйско-убоганской свиты, изученной в нижнем течении р. Уй, на меридиональных отрезках Тобола и Убогана, имеющей широкое распространение в Зауралье.

Возраст отложений определен как вильгортовский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Аллювиальные и озерные отложения уйско-убоганской свиты (a,III*ии*), как и озерные развиты на междуречьях, геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья.

Отложения представлены неравномерным переслаиванием зеленовато-серых, голубовато-серых до коричневато-серых глин и коричневато-серых, серых, полимиктовых песков, местами с гравием и галькой кварца.

Минералогический состав тяжелой фракции песков представлен: эпидотом – 44-53%, обыкновенной роговой обманкой – от 28 до 42%, тремолитом-актинолитом – 2-7%, магнетитом – 1-5%, ильменитом – 3-4%, сфеном – 2-5%, гранатом – до 3%, цирконом – 2-3%, лимонитом – 1-3%, апатитом – 1-2%, хромитом – ед.зер.-1%, марказитом – до 1%, пироксеном – до 1%, а также единичными зернами ставролита, рутила, лейкоксена, анатаза. Выход от 6 до 10%. Палеогеографический коэффициент от 0,08 до 0,26.

Отложения перекрыты полигенетическими и делювиальными отложениями североуральского надгоризонта, торфами голоцена, залегают на аллювиальных отложениях батуринской свиты, палеогеновых отложениях серовской свиты, мезозойских корах выветривания. Мощность до 10 м.

Для отложений характерны спорово-пыльцевые комплексы степного типа с преобладанием марево-полынных группировок.

Возраст отложений принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными (по моллюскам и остракодам) образованиями смежных территорий и определен как вильгортовский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Делювиальные отложения среднеуральского надгоризонта (dIIsr) развиты достаточно широко на территории района работ. Они приурочены к бортам древних озерных впадин и долин, и распространены на междуречьях.

Представлены бурыми до темно-коричневых плотными глинами и суглинками со щебнем, с небольшим количеством гальки и гравия.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – 53-73%, обыкновенной роговой обманкой – от 15 до 38%, пироксенами моноклинным и ромбическим – 1-7%, ильменитом – 1-6%, лимонитом – 1-3%, магнетитом – 1-4%, сфеном – 1-2%, цирконом – 1%, гранатом – 1%, турмалином – 1%, гр. актинолита – 1%, лейкоксеном – 1%, рутилом – до 1%, единичными зернами апатита, ставролита. Выход составляет 12-15%. Палеогеографический коэффициент 0,1- 0,47.

Спорово-пыльцевой спектр очень бедный. В основном отмечены пыльцевые зерна Betula pubescens (Ehrh.) и единичные экземпляры Pinus sylvestris L., Pinus sp. Пыльца травянистой растительности представлена Artemisia sp., Compositae, Rosaceae. Комплекс лесо-степного типа, воссоздающий смешанные сосново-березовые лесные ландшафты с луго-степными участками.

Отложения перекрыты делювиальными и лессовыми отложениями североуральского надгоризонта, торфами голоцена, залегают на мезозойских корах выветривания. Мощность 3-5 до 10 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

К среднему звену отложения отнесены на основании геоморфологического положения. Возраст отложений определен как вильгортовский, ницинский и леплинский горизонты среднеуральского надгоризонта.

Верхнее звено

Отложения этого возраста представлены элювиальными, аллювиальными отложениями камышловской террасы, полигенетическими и делювиальными образованиями.

Аллювиальные отложения камышловской террасы (a^kIII) распространены по р.р. Пышма, Рефт, Кунара. Они слагают вторую, аккумулятивную надпойменную террасу с высотой поверхности от 5,5 м до 10-12 м над урезом реки. Ширина террасы от 20 до 600 м.

Строение аллювия двучленное. Нижняя его часть сложена песками полимиктовыми с гравием и галькой. Верхняя часть разреза сложена буровато-коричневыми глинами и

суглинками с прослоями темно-серых до зеленовато-серых илистых глин и глинистых, мелкозернистых полимиктовых песков.

Минералогический состав тяжелой фракции представлен эпидотом и цоизитом – 62%, обыкновенной роговой обманкой – 28%, актинолит-тремолитом – 11%, сфеном – 2%, единичными зернами циркона, рутила, граната, апатита, лимонита. Палеогеографический коэффициент 0,05.

Спорово-пыльцевые спектры – светлохвойных лесов. Из травянистых растений встречены единичные зерна: Gramineae, Compositae, Artemisia sp., Polygonaceae, Polygonum bistorta L., Rosaceae.

Отложения перекрыты делювием североуральского надгоризонта, торфами горбуновского горизонта, залегают на мезозойских корах выветривания. Мощность от 5 до 12 м.

С ними связаны россыпи золота.

Возраст аллювия камышловской террасы принят по аналогии с фаунистически охарактеризованными отложениями соседних районов и определен как стрелецкий и ханмейский горизонты позднего неоплейстоцена.

Эллювиальные образования (eIII) встречаются спородически в пределах приподнятого отпрепарированного пенеплена Среднего Урала. Приурочены к плоским вершинам холмов. Представлены продуктами физического выветривания коренных пород: суглинками и глинами со щебнем.

Залегают на мезозойских корах выветривания и коренных породах, перекрыты только современными палюстринными отложениями. Мощность от 0,1 до 1-2 м.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как поздний неоплейстоцен.

Полигенетические образования (pgIIIsv) широко развиты на выровненных междуречьях и геоморфологически они приурочены к континентально-морской цокольной равнине Зауралья.

Они представлены бурыми, коричнево-бурыми известковистыми глинами, суглинками и супесями. В верхней части разреза они слабо облессованы, в нижней – содержат неокатанные зерна кварца и карбонатные включения. Гранулометрический состав (в %): гравий – 4,3; песок – 8,6; алеврит – 80,2. Состав песка и гравия: кварц, полевые шпаты, обломки местных пород. Глинистая фракция представлена гидрослюдой. Тяжелая фракция представлена эпидотом и цоизитом, роговой обманкой, пироксенами, тремолит-актинолитом, сфеном, апатитом, лейкоксеном, цирконом, ильменитом.

Залегают на озерных, аллювиальных и озерных отложениях уйско-убоганской свиты, аллювии батуринской свиты, среднеуральском делювии, неогеновых и палеогеновых отложениях, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность колеблется от 2-3 до 6 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как соответствующий североуральскому надгоризонту.

Делювиальные отложения (dIIIsv) распространены на склонах гор и речных долин, под торфяными образованиями в понижениях современного рельефа.

Отложения представлены бурыми, серовато-бурыми, желтовато-бурыми песчаными глинами и суглинками со щебнем местных пород, с включением гравия и полуокатанной гальки кварца.

Североуральский делювий перекрывает аллювиальные отложения высоких террас, среднеуральский делювий, озерные, аллювиальные и озерные отложения уйско-убоганской и увельской свит, мезозойские коры выветривания. Мощность 2-3 м до 5 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых и кирпичных глин.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст делювия определен как соответствующий североуральскому надгоризонту.

Верхнее звено – горбуновский горизонт голоцена

Отложения этого возраста представлены делювиальными и аллювиальными отложениями (d,aIII-Hgr). Наблюдаются по логам и мелким притокам рек.

Они представлены бурыми, желтовато-бурыми, буро-коричневыми, зеленовато-бурыми песчаными глинами, полимиктовыми песками с гравием, галькой и суглинками со щебнем местных пород и валунами.

Залегают на неогеновых ложковых отложениях, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность до 8 м.

С ними связаны месторождения керамзитовых глин и россыпи золота.

Возраст отложений определен как поздний неоплейстоцен – горбуновский горизонт голоцена.

Голоцен
Горбуновский горизонт

Отложения горбуновского возраста представлены аллювиальными, озерными, озерными и палюстринными, техногенными образованиями.

Аллювиальные отложения русла и пойменных террас (aHgr) широко развиты по всем современным рекам и ручьям. Высота поверхности пойменных террас над урезом реки составляет до 3-4 м, ширина – от 10 м до 200-300 м.

Аллювий низкой и высокой поймы представлен серыми, голубовато-серыми песчаными глинами с прослоями разнозернистых, полимиктовых песков с галькой и гравием слабой степени окатанности. С глубиной количество песка и гравийно-галечного материала увеличивается до 60-70%, в базальном горизонте отмечаются валунно-галечные отложения.

Отложения русла представлены разнозернистыми, полимиктовыми песками и галечно-гравийным материалом.

По шлихам, отобранным из русловых частей рек, минералогический состав тяжелой фракции представлен: эпидотом – от 23 до 60%, амфиболом – от 10 до 25%, гранатами – от 2 до 15%, магнетитом – от 6 до 16%, ильменитом – 3-10%, сфеном – 1-3%, цирконом – 1-2%, единичными зернами рутила, кианита, апатита, монацита, золота. Палеогеографический коэффициент меньше единицы.

Отложения залегают на аллювии камышловской террасы, мезозойских корах выветривания и коренных породах. Мощность до 15м.

С ними связаны россыпи золота.

Возраст датируется горбуновским горизонтом голоцена.

Озерные отложения (lHgr) приурочены к современным ваннам озера Куртугуз и другим. К ним относятся береговые и донные отложения современных озер, а также осадки заторфованных или высохших озер. Береговые отложения представлены глинистыми песками с галькой кварца и палеозойских пород, которые часто формируют озерные террасы, донные – иловатыми глинами и илами темно-серого цвета.

Залегают на озерных отложенияхверхнего звена, мезозойских корах выветривания и породах палеозоя. Мощность до 5 м.

Возраст озерных осадков определен в объеме горбуновского горизонта голоцена.

Горбуновская свита. Она представлена озерными и палюстринными образованиями (l,plH*gr*), приуроченными к современным заболоченным пространствам.

Образования представлены иловатыми глинами с растительным детритом, илами. Палюстрий представлен торфом. Залегают на мезозойских корах выветривания, на аллювии и делювии позднего неоплейстоцена, породах палеозоя. Мощность до 5 м.

В схеме стратиграфии Урала [32] возраст озерных и палюстринных образований определен в объеме горбуновской свиты голоцена.

Палюстринные образования (plH*gr*) развиты очень широко особенно в северо-восточной части полигона и приурочены к современным заболоченным понижениям рельефа и плоским водоразделам. На площади находится значительное количество торфяников. Они образуются путем заростания озер, либо формируются в долинах рек, низинах и на участках избыточного увлажнения.

Палюстрий представлен торфами и иловатыми глинами.

Отложения залегают на озерных, аллювиальных и делювиальных отложениях позднего неоплейстоцена, неогеновых отложениях, мезозойских корах выветривания и породах палеозоя. Мощность от 0,5 до 9 м.

С ними связаны месторождения торфа.

Учитывая перекрывание торфяниками всех других генетических типов четвертичных образований и согласно схеме стратиграфии Урала [32] возраст определен как горбуновский горизонт голоцена.

Техногенные образования ($tHgr^2$) занимают незначительные площади в районе г. Сухой Лог и вблизи других населенных пунктов. К ним отнесены рыхлые продукты отвалов горных выработок (карьеров), шлакоотвалов предприятий, свалки бытовых отходов (твердых и жидких, прудки очистных сооружений). Отвалы представлены глыбами, щебнем, супесями и суглинками со щебнем коренных пород. Мощность до 10 м.

Возраст техногенных образований определен как верхняя часть горбуновского горизонта.

3.3.2. Интрузивные образования

В пределах Сухоложского полигона распространены интрузивные образования разного возраста и состава. Во всех случаях эволюция магматизма во времени характеризуется гомодромной направленностью.

3.3.2.1. Среднеордовикские интрузии

В западной части полигона встречена протрузия серпентинитов, трассирующая разрывное нарушение внутри Рефтинского массива габброидов. В западной части массива наблюдается обилие аналогичных пород, относимых исследователями к альпинотипной дунит-гарцбургитовой формации среднеордовикского возраста. Данные породы, как правило, серпентинизированы в разной степени.

3.3.2.2. Раннедевонские интрузии

Интрузии этого возраста слагают Рефтинский массив. На территории Сухоложского полигона располагается восточная часть массива. Массив сложен породами трех фаз. Первая фаза представлена габбро, реликты которых слагают поля внутри Рефтинского массива. Габбро – разнозернистое, от мелкозернистых до пегматоидных с пятнистой, иногда трахитоидной текстурой. Основными минералами являются плагиоклаз, пироксен, роговая обманка. Породы несут следы интенсивной дислоцируемости, по отдельным зонам развивается травянисто-зеленый эпидот.

Основная часть массива сложена породами второй фазы габбродиоритами. Текстура пород – грубопятнистая.

Завершающей является третья фаза кислого состава, представленная тоналитами, плагиогранитами, аплитами. Обычно тела гранитоидов – мелкие, ветвящиеся. С ними сопряжены зоны ассимиляции, сложенные гибридными породами, по составу изменяющимися от габбро до кварцевых диоритов и тоналитов. Гранитоиды обычно слагают мелкие тела, рассредоточенные среди габброидов по всему массиву

3.3.2.3. Среднедевонские интрузии

Среднедевонские интрузии представлены сухоложским субвулканическим комплексом. Петрографический состав данного комплекса пестрый – от базальтов до риолитов. По объему преобладают базальты и андезибазальты, которые образуют тела с площадью выхода первые км. Субвулканические образования кислого состава обычно образуют мелкие тела в виде даек. Субвулканические породы слагают тела причудливой формы и подчинены, как правило, радиально-дуговым разломам вулканических построек.

Среди субвулканических образований сухоложского комплекса выделяются интрузии базальтов, андезибазальтов, андезитов, дацитов, риолитов. Обычно эти породы лучше раскристаллизованы, чем аналогичные породы субфации текучих лав, а также большим размером вкрапленников.

Интрузии андезибазальтов можно наблюдать к северо-западу от базы отдыха «Бережок» на левобережье р. Пышмы. Субвулканические андезиты встречаются на левобережье реки Пышмы в верховьях ручьев Устиниха и Рудянка. В этом районе формы тел интрузий удлиненные, размером до 1,5 км.

Интрузии дацитов и риолитов наблюдаются на интервале от реки Рудянка до устья реки Шата. Местами обнажающиеся эндоконтактовые зоны интрузий риолитов, в зависимости от состава вмещающих пород, сложены гибридными мелкопорфировыми дацитами, андезитами и риолитами.

3.3.2.4. Раннекаменноугольные интрузии

В Алапаевско-Айбыкульской подзоне данные интрузии представлены бекленищевским субвулканическим комплексом. В составе комплекса выделяется две фазы. Первая фаза представлена габбродолеритами, долеритами и базальтами. Вторая фаза представлена породами кислого состава – риолитами и трахириолитами. Субвулканические образования представляют собой дайки и дайкообразные тела, ориентированные в близмеридиональном направлении. Вмещающими породами являются осадочные и вулканогенные образования. Породы первой фазы имеют темно-серую, черную, зеленовато-серую окраску. Характерные крупные вкрапленники пироксена и плагиоклаза. Риолиты и трахириолиты окрашены в светлые тона – белые, кремовые. Вкрапленники представлены кварцем, плагиоклазом.

В Рефтинско-Каменской подзоне интрузии раннекаменноугольного возраста представлены смолинским комплексом гипабиссальных габбродолеритов, долеритов. Морфологически данные породы представляют собой малые тела и дайки. Размер дайкообразных тел варьирует от первых десятков сантиметров до первых сотен метров по мощности и до 4 км по простиранию. Распространенность тел комплекса контролируется системой близ меридиональных разломов. Субвулканические образования, как правило, сложены однообразными по составу габбродолеритами в зонах закалки вблизи контактов с тонко-мелкозернистой структурой и средне-крупнозернистыми центральными частями.

3.3.2.5. Ранне-среднекаменноугольные интрузии

К ранне-среднекаменноугольным интрузиям отнесен некрасовский комплекс. Комплекс включает три интрузивные фазы (габбро-диорит-гранитовый). В рамках Сухоложского полигона можно наблюдать только магматические породы третьей (заключительной) фазы внедрения в виде некрупного (площадью 0,3 км) саттелита и одиночными дайками. Граниты, слагающие интрузив, являются мелкозернистыми биотитовыми, иногда с округлыми, элепсовидными зернами кварца. Дайки представлены биотитовыми гранодиорит-порфирами.

В северном направлении от Сухоложского полигона наблюдается серия массивов некрасовского комплекса (Артемовский, Алтынайский).

3.3.2.6. Позднепермские-раннетриасовые интрузии

В пределах Алапаевско-Айбыкульской подзоны различными исследователями выделялись маломощные тела и дайки и описывались как пикриты, керсантиты, миненета. Они характеризуются ультраосновным и основным составом в ассоциации с флогопитом, апатитом, иногда ортоклазом. Отличительной особенностью этих пород является высокое содержание редких земель цериевой группы (сумма редких земель 600-900г/т).

В районе р. Шаты среди пород сухоложской толщи изучены дайки мощностью до 2-3 м трахибазальтов с порфировыми выделениями клинопироксена и гидробиотита. Структура основной массы интерсертальная, в стекле много апатита и карбоната. Ранее эти дайки диагностировались как керсантиты. Порода имеет темно-серый цвет с зеленоватым оттенком, массивную текстуру, порфировую и мелкозернистую структуры. Дайки всегда имеют зоны закалки. Местоположение даек – левый берег р. Пышмы напротив Беленковской плотины и на левом берегу р. Шата в 1100 м от устья.

3.3.3. Тектоника

Характерной чертой геологического строения Сухоложского полигона является близмеридиональная ориентировка крупных тектонических структур в плане и слоисто-блоковое глубинное строение. По результатам интерпретации по Асбестовскому сейсмическому профилю, поверхность Мохо находится на глубине 37-39 км.

В изученном районе выделяется два структурных этажа, представленных структурно-тектоническими комплексами: ордовикско-триасовый (позднеуральский) и мезозойско-кайнозойский (урало-сибирский).

Как указывалось ранее, Сухоложский полигон находится на границе Рефтинско-Каменской и Алапаевско-Айбыкульской подзон. Границей подзон является крупный Тыгишский разлом меридиональной ориентировки. Вдоль Тыгишского разлома (ранее именуемое Рефтинской зоной смятия) породы рассланцованы, будинированы, милонитизированы, содержат протрузии серпентинитов (северней полигона), интенсивно переработаны гидротермальными процессами, в меньшей степени – экзогенными (линейное выветривание).

К Тыгишскому разлому торцово примыкает Рефтинский массив и Некрасовско-Маминский блок, представленный вулканогенными формациями среднего девона. Среди вулканитов встречаются пачки осадочных пород тонкозернистых фаций (свидетельство глубоководных условий).

В Алапаевско-Айбыкульской подзоне выделено 4 блока. Для данной подзоны характерна устойчивая линейная форма блоков, близмеридиональная ориентировка, перемежаемость блоков, сложенных девонскими и каменноугольными образованиями.

В западном направлении выделяется Куртугузский блок, представленный осадочно-вулканогенными образованиями нижнего карбона, интенсивно и неравномерно дислоцированными.

Сухоложский блок сложен преимущественно вулканитами среднего девона. Здесь уверенно картируются фации вулканитов, в том числе выделена серия вулканических построек центрального типа. С вулканитами ассоциируют реликты коралловых рифов с обилием колоний строматопор. Положение рифовых построек позволяет отнести их к береговым барьерным рифам. В меньшем объеме представлены верхнедевонские морские образования – кремнистые, сменяющиеся во времени прибрежно-морскими грубообломочными. Толщи осадочных пород неравномерно смяты в систему пологих гребневидных и крутых складок. Вдоль осевых плоскостей складок обычно сформированы зонки дробления и брекчирования.

Кунарский блок сложен нижнекаменноугольными терригенно-угленосными (прибрежными) образованиями. Разрез наращивается морскими карбонатными образованиями того же возраста. На р. Кунара в мелких тектонических блоках локализованы прибрежно-морские отложения среднекаменноугольного возраста. Породы неравномерно смяты в складки, особенно интенсивно вблизи разрывных нарушений.

Буланашский блок представлен вулканитами среднего девона. О его строении мало данных, так как он перекрыт чехлом молодых отложений.

Помимо главных (меридиональных) разломов в описываемом районе широко развиты разрывные нарушения разной ориентировки, возраста и морфологии. Для вулканогенных структур характерна радиально-кольцевая система разломов. Наиболее молодые разломы имеют близширотное простирание. Разломы выражаются зонами смятия, рассланцевания, тектоническими брекчиями, зеркалами скольжения, уступами в рельефе, водопадами, логами, линейными карстовыми формами. Нередко разломы залечены дайками и жилами.

Мезозойско-кайнозойский структурно-тектонический комплекс сформирован в условиях платформенного режима и представляет собой чехол молодой платформы. На начальной платформенной стадии континентального рифтогенеза в районе сформировалиль грабенообразные прогибы, сопровождающиеся образованием риолит-платобазальтовой формацией (за пределами полигона).

С этим этапом, по видимому, связано формирование малых тел лампроитоидов на «плечах» грабенообразных впадин. Впадины выполнены красноцветными угленосными осадками челябинской серии, со сменой сероцветными в верхних частях разреза.

Реликты подобных впадин имеют место в Буланашском блоке в восточной части геополигона.

На водоразделах в юре и мелу сформировались коры выветривания. Синхронно происходило развитие карста. В пределах карстовых полостей произошло накопление меловых отложений (песчано-глинистых). Средняя (основная) часть платформенного чехла представлена морскими отложениями верхнего мела, палеоцена-эоцена. Верхняя часть чехла сформировалась в миоцене, после регрессии моря.

3.3.4. Гидрогеология

Среди подземных вод Сухоложского района выделяются четыре главных типа: трещинные, трещинно-карстовые, пластово-трещинные и пластово-поровые.

Первые два типа подземных вод приурочены к области распределения пород палеозойской эратемы, а пластовые воды фиксируются среди толщ кайнозойских отложений.

Собственно-трещинные воды развиты в основном среди толщи эффузивных пород девонского возраста и в меньшей степени среди песчано-сланцевых пород каменноугольного возраста: водообильность указанных пород небольшая, что определяется по дебиту источником, который обычно не превышает 0,1-0,2 л/с. Наибольшая водообильность локальной зоны, тяготеющей к тектоническим нарушениям в массивных породах.

Трещинно-карстовые воды приурочены к известнякам визейского яруса, отличаются большим расходом источника, который достигает 15-25 л/с. За счет подземных вод этого типа проектируется водоснабжение города Сухой Лог, здесь дебит скважин, побурненных в визейских известняках, достигает 55 л/с.

Пластово-поровые воды концентрируются в четвертичных песках и палеозойских песчаниках, образуя источники с дебетом до 5 л/с.

Пластово-трещинные воды карбонатных и терригенных пород дают многочисленные источники с колебаниями дебита от 0,05 до 0,3 л/с.

3.3.5. Геоморфология

Согласно геоморфологическому районированию, проведенному А.П.Сиговым (1962, 1969), рассматриваемая территория расположена в пределах двух геоморфологических районов – отпрепарированного Зауральского пенеплена и континентально-морской цокольной равнины Западно-Сибирской низменности. Граница между районами проходит по пос. Алтынай, западной окраине пос. Курьи и восточной окраине д. Кашино.

Отпрепарированный Зауральский пенеплен – это почти плоская, иногда слабо волнистая денудационная равнина, полого наклоненная с запада на восток от абсолютных отметок 220 до 160 м. Выравивание этой поверхности произошло в юрском периоде. В период морских трансгрессий мела и палеогена эта территория покрывалась морем. Затем, под воздействием денудации чехол морских осадков был смыт и на дневную поверхность был снова выведен древний мезозойский пенеплен. За новейший тектонический этап территория испытала поднятие на 150 – 200 м.

Континентально-морская цокольная равнина – это типичная равнина с плоскими, часто заболоченными междуречьями. Породы фундамента здесь перекрыты толщей морских и континентальных мезо-кайнозойских отложений. Мощность их увеличивается с запада на восток от первых метров до 70 м.

Основными морфологическими элементами этого района являются плоские котловины, разделенные небольшими грядками с относительным превышением 0,5 – 1.5 м. Возраст цокольной равнины послеэоценовый. В неотектонический этап произошло поднятие территории на 100 – 150 м.

В результате проявления неотектонических поднятий на оба типа рельефа наложился эрозионно-аккумулятивный рельеф новейшего этапа. Основными формами рельефа этого типа являются междуречья и речные долины.

Формы рельефа междуречий описаны при характеристике поверхностей отпрепарированного Зауральского пенеплена и континентально-морской цокольной равнины Западно-Сибирской низменности. Что касается речных долин, то они четко подразделяются на две группы: долины крупных рек и долины малых рек. К первой группе относятся долины рр. Пышмы, Рефта, Кунары; ко второй – их многочисленные притоки (речки Мокрая, Рудянка, Знаменка, Брусяна, Шата, Усолка и др.).

Долины крупных рек прорезают описанные выше геоморфологические районы в широтном и субширотном направлении Характер речных долин резко меняется в зависимости от положения в том или ином геоморфологическом районе.

В пределах Зауральского пенеплена долины крупных рек глубоко врезаны (45 – 50 м), часто имеют каньонообразный поперечный профиль. Склоны долин слабо террасированы, характерны врезанные меандры. Даже высокая пойма часто бывает цокольной.

В пределах цокольной равнины долины крупных рек расширяются (до 1.5 – 2 км), имеют ящикообразный поперечный профиль. Склоны их террасированы. Наблюдается до четырех надпойменных террас. В придолинных склонах и на междуречьях встречаются "мертвые " долины, не связанные с современной гидросетью.

Долины малых рек не в такой степени изменчивы от их положения в пределах разных геоморфологических районов как долины крупных рек, ибо все они имеют, в основном, меридиональное и субмеридиональное направление. В верховьях почти все долины малых рек имеют вид ложбин или лощин, в средней части они, как правило расширяются, появляется террасированность склона (1 – 2, максимум 3 террасы), в низовьях долины малых ренк в большинстве случаев сильно сужены, имеют V-образный поперечный профиль. Продольный профиль долин малых рек не выработан (порожистое, каменистое русло, водопады). Расширение и сужение долин связано с особенностями литологического состава пород, а также с проявлениями новейших и современных тектонических движений локального характера.

3.3.5.1. Речные террасы

В долинах крупных рек Сухоложского района прослеживается два комплекса террас: пойменные и надпойменные. К пойменным террасам относятся низкая и высокая поймы, а остальные – надпойменным.

Низкая пойма прослеживается в виде прерывистых полос по обеим сторонам русла в пределах цокольной равнины и фрагментарно – в пределах пенеплена. Ширина ее от первых метров до первых сотен метров, высота – от 0.5 до 1.0 м. Небольшие острова в руслах рек в большинстве случаев относятся к пойме. Низкая пойма всегда аккумулятивная, сложена осадками русловой фации – песками, галечниками. Возраст отложений низкой поймы позднеголоценовый.

Высокая пойма развита повсеместно. Высота ее колеблется от 0.8 до 3 м, ширина достигает 200 м. На поверхности высокой поймы часто прослеживается несколько уступов, высота которых не превышает 0.5 – 0.7 м. Высокая пойма в большинстве случаев аккумулятивная. Наблюдается четкая дифференциация осадков поймы: верхи сложены песчано-глинистыми осадками пойменной фации, а низы - гравийно-песчано-галечными осадками русловой фации. Осадки высокой поймы датируются ранним голоценом (3 – 10 тыс. лет).

Первая надпойменная терраса. Ширина террасы достигает 300 м, высота – от 3 до 6 м. Поверхность террасы ровная, обычно слегка наклонена в сторону тылового шва. Прослеживается терраса фрагментарно. Возраст первой надпойменной террасы 12 – 20 тыс. лет (верхи позднего плейстоцена).

Вторая надпойменная терраса имеет ограниченное распротранение в области Зауральского пенеплена и значительное – в области цокольной равнины.

В пределах Зауральского пенеплена терраса чаще всего эрозионно-аккумулятивная (цокольная), где высота цоколя колеблется от 1 до 5 м.

В пределах цокольной равнины терраса аккумулятиная. Разрез террасы четко дифференцирован на фации (русловая, пойменная). Возраст террасы – низы позднего плейстоцена (70 – 100 тыс. лет).

Третья надпойменная терраса имеет весьма ограниченное распространение, слабо изучена. Терраса всегда эрозионно-аккумулятивная. Высота поверхности террасы над урезом реки 12 -–20 м, цоколя – 8 –15 м.Возраст террасы – верхи среднего плейстоцена.

Четвертая надпойменная терраса развита очень широко по крупным рекам района в пределах цокольной равнины. Высота поверхности террасы над урезом реки колеблется от 5 до 35 м. Терраса сложена грубым псчано-гравийным материалом полимиктового состава с диагональной слоистостью. Возраст данной террасы – средний плейстоцен (200 тыс. лет).

В долинах малых рек прослеживаются 1 –2 (максимум 3) террасы голоценового возраста и одна (максимум 2) позднеплейстоценовые террасы.

Из малых эрозионных форм рельефа в Сухоложском районе широким развитием пользуются балки , ложбины, лощины, а в пределах цокольной равнины – овраги.

Широким развитием пользуются **конусы выноса**. Их возраст голоценовый.

3.3.5.2. Карстовые формы рельефа

Современный карст на территории Сухоложского района развит ограниченно. Небольшие участки его отмечены на междуречье рек Пышмы и Кунары, главным образом, на склонах речных долин, где карстующиеся породы (известняки) непосредственно выходят на дневную поверхность или перекрыты маломощным чехлом четвертичных отложений.

Формы современного карста: западины, воронки, пещеры.

Западины – понижения (блюдца) глубиной до 2 м и диаметром до 50 м (суффозионно-карстовый тип рельефа).

Воронки – углубления округлой, овальнлй или неправильной формы. Размер колеблется в широких пределах: глубина – 2 –15 м, даметр – до 30 м.Образование карстовых воронок обуславливается наличием зон повышенной трещиноватости и контактов известняков с терригенной толщей. По происхождению различают: провальные воронки, воронки выщелачивания и просасывания.

Пещеры – крупные пустоты в породах. Встречаются по рекам Пышме и Кунаре в пределах площадей развития известняков. Пещеры небольщие, обычно в виде ниш (пешера Гебауэра и др.).

Древний погребенный карст в современном рельефе не выражен, вскрывается карьерами, буровыми скважинами. Основные формы древнего карста – воронки и котловины. Воронки выполнены континентальными отложениями мела. Образование древнего карста района происходило, в основном в мезозое.

3.3.6. Полезные ископаемые

В описываемом районе имеются месторождения полезных ископаемых различных типов: горючие, металлические, неметаллические и строительных материалов.

3.3.6.1. Горючие полезные ископаемые

Горючие полезные ископаемые района представлены месторождениями и проявлениями каменого угля. Открытие каменного угля в районе с. Сухоложского относится к 1947 г. Было установлено, что наиболее значительные скопления каменного угля приурочены к двум горизонтам терригенной толщи ранневизейского возраста. Проявления угля представляют собой линзообразные включения среди углисто-глинистых и углистых сланцев. Хотя подсчитанные запасы угля весьма значительны, изменчивость угленосности по мощности, простиранию и падению, а также интенсивной дислоцированностью слоев не позволяет вести здесь добычу в промышленных масштабах.

3.3.6.2. Металлические полезные ископаемые

Металлические полезные ископаемые района представлены проявлениями железных, медных и алюминиевых руд, а также россыпей золота.

Железные руды района представлены лимонитами инфильтрационного происхождения (алапаевского типа). Лимониты приурочены к основанию “беликовой” толщи и обычно располагаются в понижениях карстового рельефа нижнекаменноугольных известняков. Лимониты встречаются в Кашинском руднике на левом берегу реки Кунары, в 200 метрах западнее южной окраины села Кашино. Рудник представлен карьером размером 200х300 м. и глубиной до 30 м. Бурые железняки образуют гнездообразные тела, приуроченные к низам беликовой толщи, залегающей на закарстованной поверхности известняков.

Также лимониты имеются в Свято-Чудовском месторождении, который расположен в верхней части правого склона долины реки Кунары против северо-восточной окраины села Кашино. Формы залегания лимонита те же, что на Кашинском руднике.

Бокситы (руда на алюминий) были обнаружены южнее курорта Курьи в 1943 году. Данные геологоразведочных работ, проведенных с целью поисков и разведки бокситов, свидетельствует о том, что рудные тела мощьностью до 5 метров залегают на глубине 6-20 м. от поверхности и имеют карстовое ппроисхождение.

Медно-сульфидная минерализация в районе была впервые отмечена в 1950 г. в риолитах на левом склоне долины р. Пышмы в 520 м. выше Сухоложской плотины. Рудная минерализация представлена в основном пиритом и халькопиритом.

Полиметаллическая минерализация. В районе устья реки Каменки в левом борту реки Пышмы встречаются обломки карбонатных пород с пиритом, сфалеритом, халькопиритом и галенитом. В двух км севернее устья реки Каменки была пройдена линия поисковых скважин, в одной из которых среди андезитов и долеритов порфировых и микрокварцевых была встречена сульфидная минерализация, представленная жилками пирита мощностью до двух см., вкрапленники халькопирита, галенита. Серноколчеданная и полиметаллическая минерализация простирается разобщенно. Сфалерит, халькопирит и галенит приурочены к доломитовым прожилкам, представляют полиметаллический тип оруденения.

Золото в коренном залегании известно в верхнем течении реки Рефт за пределами исследуемой территории. В шлиховых пробах оно встречено на р.р. Рудянка, Пышма, Брусяна, Каменка.

Серный колчедан. Пиритная минерализация широко распространена в ряде пунктов в породах самого различного состава и генезиса. Она известна в порфировых риолитах на р. Рудянке и на правом берегу р. Пышмы у базы практики, в вулканитах на р. Рефт, в риолитах ближе устья р. Шаты, в туфах андезитов, базальтов, а также в

конгломератах левого берега р. Каменки против д. Валовой. Колчеданная минерализация имеет гидротермальное происхождение.

3.3.6.3. Неметаллические полезные ископаемые

Неметаллические полезные ископаемые в районе представлены незначительными проявлениями исландского шпата и жильного кварца.

Исландский шпат. Кристаллы и друзы прозрачного кальцита встречаются в известняковом карьере на левобережье р. Пышмы в 0,5 км к юго-востоку от пещеры Гебауэра и в известняковом карьере цементного завода (в 2-х км к юго-востоку от ст. Кунара). Размеры кристаллов достигают 3 см.

Жильный кварц известен в левом склоне долины р. Пышмы между автодорожным мостом и д. Глядены. Качество его не высокое, запасы не известны

3.3.6.4. Строительные материалы

В Сухоложском районе имеются проявления строительных материалов, а также сырья, пригодного для производства строительных материалов. К ним относятся известняки, огнеупорные, цементные и кирпичные глины, опоки, песчано-гравийный материал, природный щебень и бутовый камень.

Известняки распространены в районе чрезвычайно широко. Обнажения их прослеживается вдоль р. Пышмы от г. Сухого Лога до пос. Курьи и по р. Кунара от с Кашино до с. Заимка. Добыча известняков для производства цемента производилась на Кунарском карьере известняков. На Ново-Сухоложском месторождении производится добыча цементных глин и аргиллитов среди терригенных пород нижнего карбона. На Курьинском месторождении разрабатываются эоценовые трепела и опоки.

Глины. Месторождения глин в Сухоложском районе достаточно разнообразны. Цементные и кирпичные глины разведаны на правом берегу р. Пышмы к югу от ж/д линии, где они образуют покров мощностью 6-10 м. огнеупорные глины добывались на водоразделе рек Пышма и Кунара в районе д. Кашино. Разработка шла шахтным, а затем открытым способом. На правом берегу реки Кунара известны белые каолиновые глины.

Кроме того, в районе известны месторождения строительных песков и глин, песчаников и конгломератов, опок и трепелов, минеральных красок.

3.3.6.5. Подземные воды

Полоса карбонатных пород шириной около 4,5 км между реками Пышма и Кунара образует самостоятельную гидравлическую систему, которая выделена в качестве Кашинского месторождения подземных вод. Площадь месторождения составляет 24 км^2. В пределах Кашинского месторождения находится несколько водозаборов и родник Сухоложской бумажной фабрики. Основной водоотбор происходит на Кунарском карьере известняков. На всех водозаборах Кашинского месторождения подземных вод отбирается 7,8 тыс. м^3/сут.

3.4. Экологическая характеристика района

Оценка экологической ситуации производится на всех стадиях геологоразведочных работ, поэтому на практике студенты обязаны приобрести необходимые навыки подобной оценки.

Сухоложский геополигон согласно геоморфологическому районированию находится в двух геоморфологических районах: отпрепарированном Зауральском пенеплене (западная часть) и континентально-морской цокольной равнине (восточная часть).

На полигоне выделяется три морфологических типа природных ландшафтов: денудационная равнина, цокольная равнина, долины крупных и малых рек. Из техногенных ландшафтов выделены два типа: техногенно-образованные и техногенно-измененные. К первым относятся карьерные поля, отстойники, торфоразработки. Ко вторым отнесены промышленные зоны городов, поселков, загрязненные участки почвогрунтов, поверхностных вод.

Денудационная равнина характеризуется плоскими междуречьями с пологим уклоном местности от 207 м на западе до 170 м на востоке с узкими коньонообразными долинами. Район имеет сложное геологическое строение. Развиты магматические и осадочные породы. Район относится к лесостепной зоне. Леса сосновые и березово-сосновые. Почвы дерново-подзолистые, реже лугово-болотные.

Цокольная равнина характеризуется плоским рельефом с уклоном от 170 до 137 м. В геологическом строении преобладают осадочные породы, в том числе мезозоя и кайнозоя. Почвы дерново-подзолистые, серые лесные, луговые и болотистые.

Долины рек (Пышма, Рефт, Кунара) проходят транзитом через всю территорию полигона. По долинам развит пойменный и террасовый комплекс. Характерны скальные выходы коренных пород, боковая и глубинная эрозия. Реки часто зарегулированы системой прудов. Почвы в речных долинах аллювиальные и торфяно- подзолистые. Растительность лугово-кустарниково-лесная.

Техногенно-измененные ландшафты – это в основном промышленные и служебные зоны городов и других населенных пунктов. Наиболее крупным населенным пунктом является г. Асбест с промышленными объектами. Наиболее вредным объектом для окружающей среды является цементный завод с большими объемами выбросов пыли. Дорожная сеть развита в основном в черте населенных пунктов. Внешние транспортные артерии представлены автодорогами и железными дорогами местного значения. Вдоль трасс выделяются линейно вытянутые линейные техногенные аномалии.

Естественный режим многих рек изменен созданием на них прудов и водохранилищ, вдоль береговой линии которых развиваются оползневые процессы.

Наиболее загрязненной рекой является р. Пышма из-за промышленных и хозяйственно-бытовых стоков г. Екатеринбурга, Березовска, В.Пышмы. В воде р. Пышма зафиксированы тяжелые металлы, фенолы, фтор, мышьяк, медь с концентрациями превышающими нормы.

К промышленному загрязнению окружающей среды добавляется загрязнение атмосферы, почв, гидросферы выбросами Рефтинской ГРЭС. Протяженность выброса загрязняющих веществ Рефтинской ГРЭС составляет 30 км (след загрязнения зафиксирован в зимний период по космическому снимку), т.е. загрязняются почвы до г. Сухой Лог.

Сельскохозяйственная освоенность территории составляет четвертую часть площади (в основном пригородно-овоще-картофеле-молочные направления). Навозохранилища, склады ГСМ и удобрений, свалки, шлакохранилища, накопители очистных сооружений дают начало локальным природным и природно-техногенным аномалиям.

Хозяйственно-питьевое водоснабжение производится из скважин и родников. Динамика изменения состава подземных вод в процессе эксплуатации скважин свидетельствует об увеличении минерализации в 1,1-2,3 раза за счет увеличения концентрации хлоридов, сульфатов, нитратов.

Карьерные воды эксплуатируемых месторождений строительных материалов по данным мониторинга также изменяют свой состав. На Кунарском карьере известняков зафиксировано увеличение содержания сульфат иона в результате аэрогенного загрязнения серной кислотой от выбросов завода «Вторцветмет» (г. Сухой Лог) и окисления сульфидных минералов в техногенной зоне аэрации. Загрязнителями подземных вод являются также свалки бытовых отходов. При отработке карьеров в процессе понижения уровня подземных вод формируется техногенная зона аэрации. Восстановительные условия сменяются окислительными, что приводит к окислению сульфидов коры выветривания и загрязняющих соединений в теле свалки и переводу их в растворимые формы.

В затопленный карьер рудника «Белая глина» производится сброс производственных стоков Сухоложского завода мостовых и дорожных конструкций. Стоки содержат повышенные концентрации нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов. Вся сбрасываемая вода поступает в подземные воды.

Влияние экзогенных процессов на экологию среды незначительное. На локальных участках наблюдается оврагообразование. В долинах рек происходят малоактивные процессы донной и боковой эрозии. Небольшие оползни зафиксированы по крутым берегам прудов. Вблизи озер и прудов отмечено заболачивание. В пределах развития карбонатных пород установлено карстообразование. При бурении скважин карстовые формы вскрыты до глубины 117 м. Максимальная закарстованность проявлена в верхней части разреза (до 30-50 м), что соответствует глубине вреза долины р. Пышмы – основной дрены района. Карстовые воронки и полости развиваются в известняках по трещинам напластования и кливажа. Наиболее глубоко в толщу известняков проникает мезозойский карст. Он, как правило, залечен глинистым и песчаным материалом. Открытые карстовые полости, образовавшиеся в четвертичное время, встречаются до глубины 45-50 м. Положение карстовых форм необходимо учитывать при строительстве сооружений, мостов, линий ЛЭП.

Студентам предлагается провести экологическое районирование в рамках выделенных полигонов по степени влияния техногенных изменений на природный ландшафт. Для этого рекомендуется использовать классификацию из 4 групп.

1. Изменения не превышают 10% территории (не измененные).
2. Изменения составляют 10-25% территории (слабо измененные).
3. Изменения составляют 25-50% территории (средне измененные).
4. Изменения составляют более 50% территории (сильно измененные).

Рекомендуемая литература:

Изданная

1. Горский И.И. **Детальная геологическая съемка с. Сухоложского.** / Тр. Геолкома, вып. 182, 1928.
2. Кейльман Г.А., Желобов П.П. и др**. Учебная геологосъемочная практика.** Учебное пособие. - Свердловск: Изд. СГИ им. В.В.Вахрушева, 1981.
3. Козин А.В. **Геофизические исследования Сухоложского полигона в Зауралье.** Учебное пособие.-Екатеринбкрг: Изд.УГГГА, 2004.
4. **Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1: 50 000.** /Под редакцией Купмана А.С. – Л.: Недра, 1978.
5. Огородников В.Н. и др**. В краю потухших вулканов.** Учебное пособие. -Екатеринбург: Изд. УГГГА, 1997.
6. Огородников В.Н. и др**. Геологические маршруты по Сухоложскому и Каменскому полигонам**. Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002.
7. **Наставления по сбору и изучению палеозойских кораллов.** – М.: Наука, 1964.
8. **Наставления по сбору и изучению брахиопод.** – М.: Наука, 1962.
9. **Полевая геология: справочное руководство.** - Л., Недра, 1989.
10. Сигов А.П. **Геоморфология Урала.** – В сб.: Геология СССР, т. ХП, ч. 1, кн. 2. –М.: Недра, 1969.

Фондовая

1. Олерский В.П. и др. **Геологическая съемка и геологическое доизучение масштаба 1: 50 000 групповым методом Рефтинской площади.** –Свердловск, 1978.
2. Рыбалко В.А. и др. **Геологическое доизучение масштаба 1: 200 000 Адуйской площади, лист О-41-XXVI (Среднеуральская серия).** – Екатеринбург, 2002.

Приложение 1

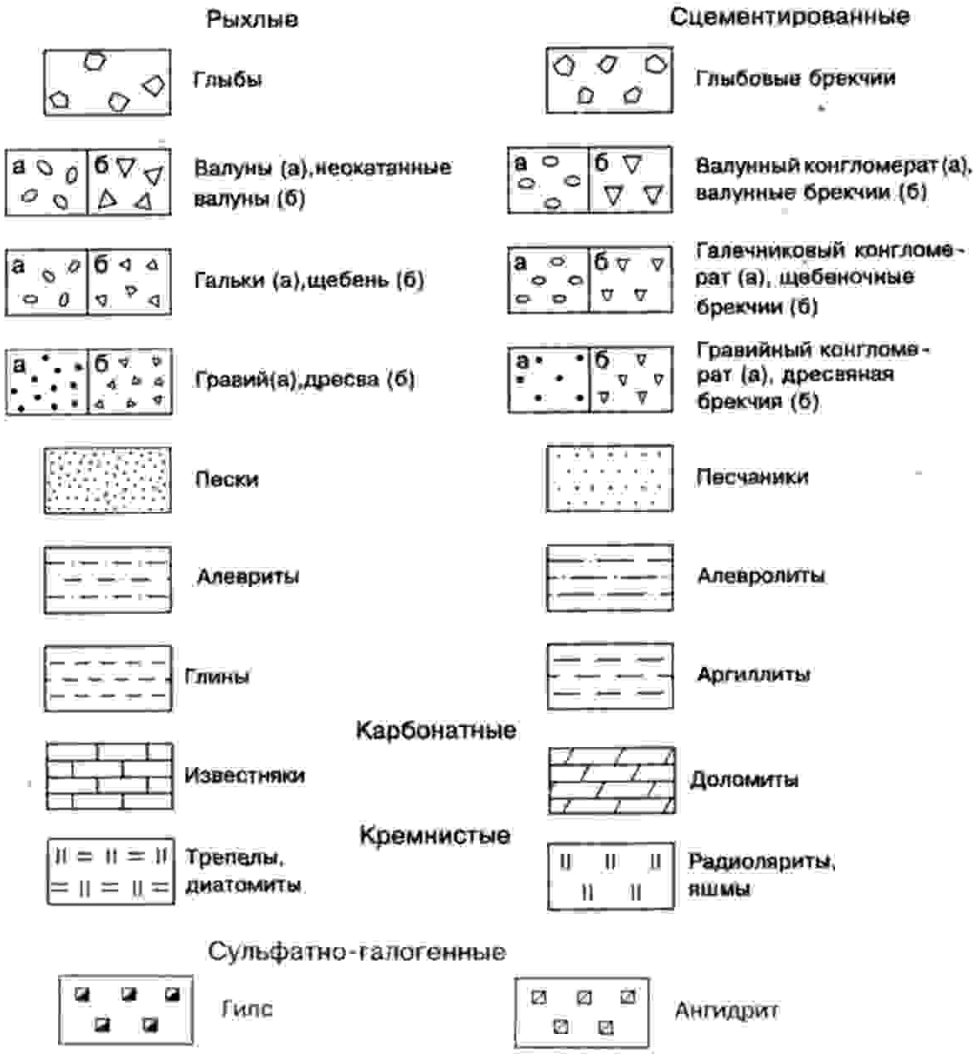
План описания пород различных типов

Осадочные	Вулканогенные	Магматические
• Характер чередования типов пород по вертикали	• Характер чередования типов пород по вертикали	• Минеральный состав
• Тип переслаивания, ритмичность	• Тип переслаивания, ритмичность	• Полосчатость, линейность, их залегание
• Мощность образований общая	• Мощность образований общая	• Включения, ксенолиты, стяжения, пустоты, размер, ориентировка
•Характеристика специфических образований	•Характеристика специфических образований	• Границы фациальных зон
• Степень литификации	• Элементы залегания флюидальности, порфировых выделений, обломков	• Эндоконтактовые зоны
• Зернистость, размеры и форма зерен, их минеральный состав	• Состав, форма и размеры порфировых выделений, содержание	• Вторичные изменения
• Обломки пород, их состав, форма, окатанность, содержание, сортировка, ориентировка	• Включения, форма, размеры, окатанность, рспределение по породе, содержание	
• Пористость, пустоты заполнения	• Основная масса, раскристаллизация, количество стекла, структура	
• Цемент, его состав, тип выполнения, содержание	• Характер дислокаций, трещиноватость	
• Вещественный состав (карбонатность, углистость, прожилки …)	•Литокристалло-класты, форма, размер, сортированность, содержание	
• Запах, его интенсивность	• Обломки пород, состав, размер, форма, окатанность, содержание	
• Наличие и состав конкреций, стяжений, включений	• Цемент, структура, состав, тип выполнения, содержание	
• Органические остатки, сохранность, внешний облик, распределение	• Вторичные изменения (изменения окраски, структуры, состава, свойств)	

Метаморфические	Метасоматические
• Минеральный состав, форма и размер зерен	• Минеральный состав, форма и размер зерен
• Сланцеватость, кливаж, элементы залегания, соотношение кливажа с полосчатостью	• Метаморфическая зональность, ее направленность, интенсивность
• Изменения минералов и породы	• Название первичной породы
• Фация метаморфизма	
• Первичная порода	
• Ультраметаморфизм	

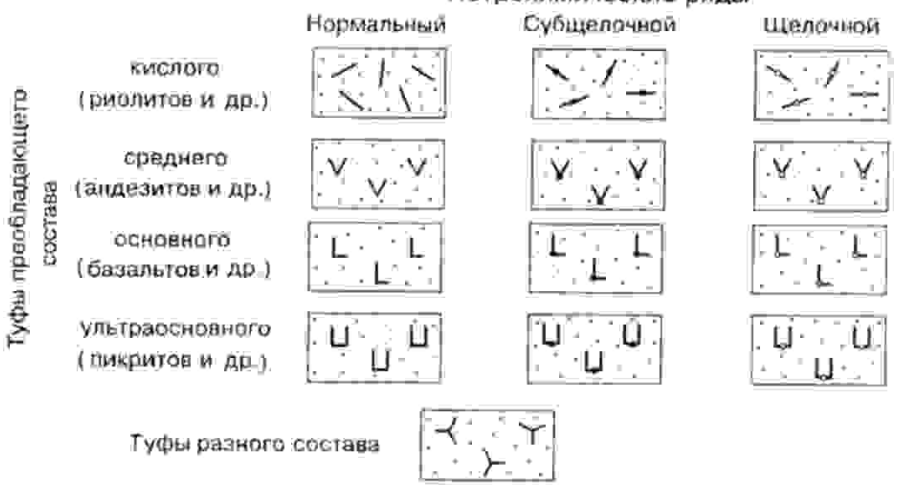
Условные обозначения:

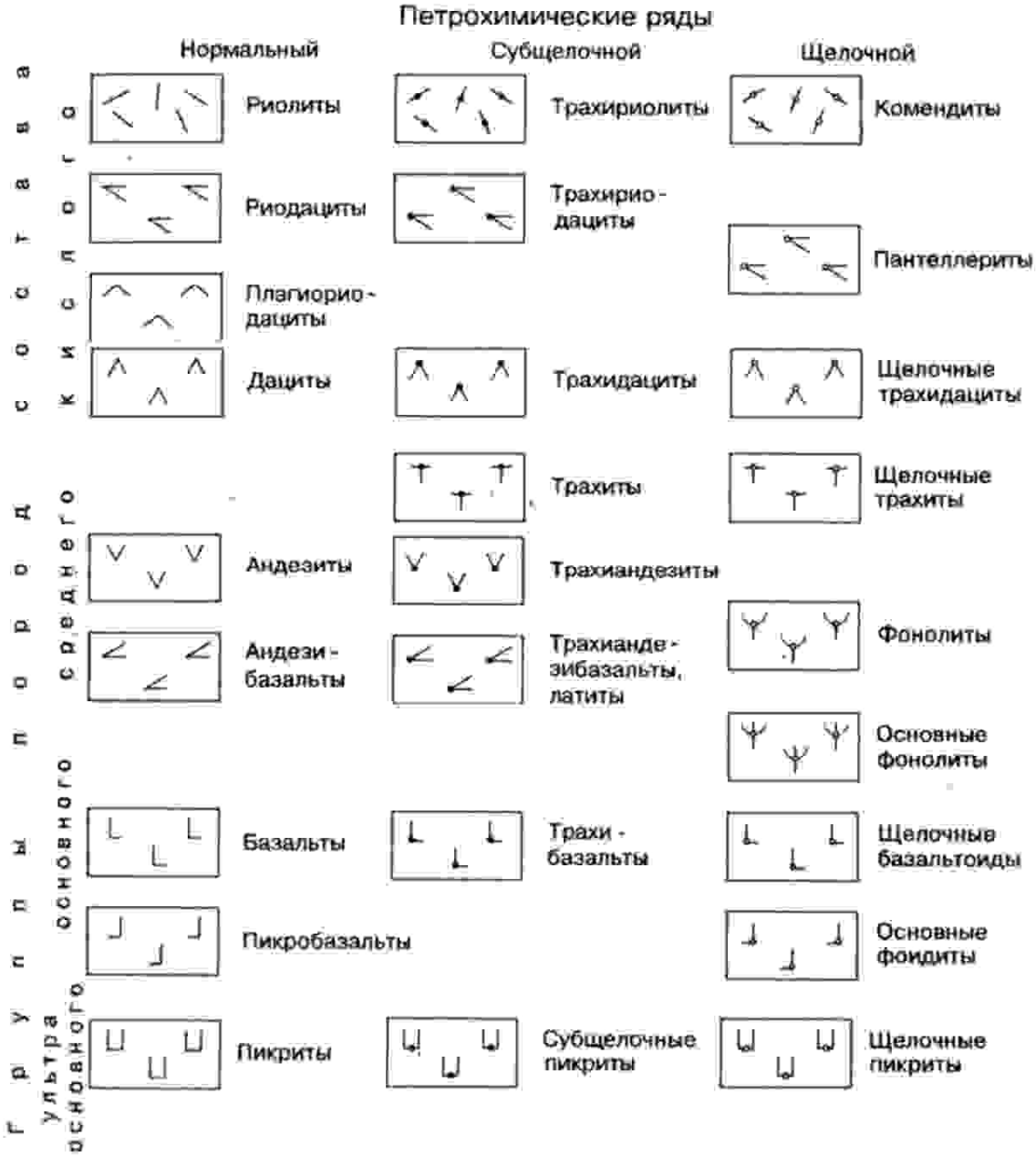
Обломочные и глинистые породы разного состава



ВУЛКАНОКЛАСТИЧЕСКИЕ ПОРОДЫ

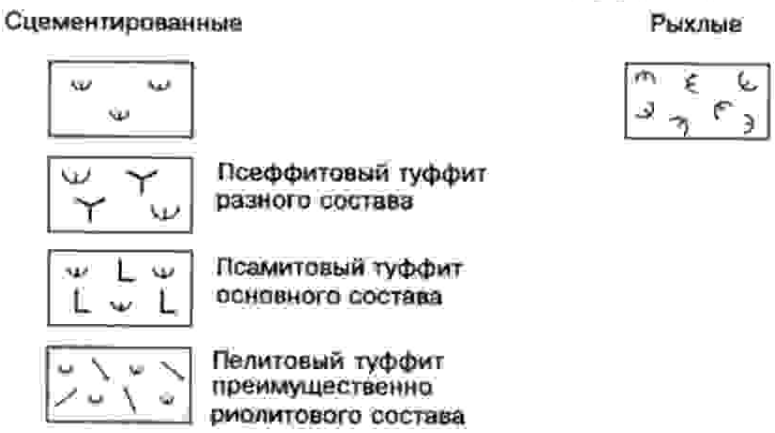
Эксплозивно-обломочные породы сцементированные (туфы)





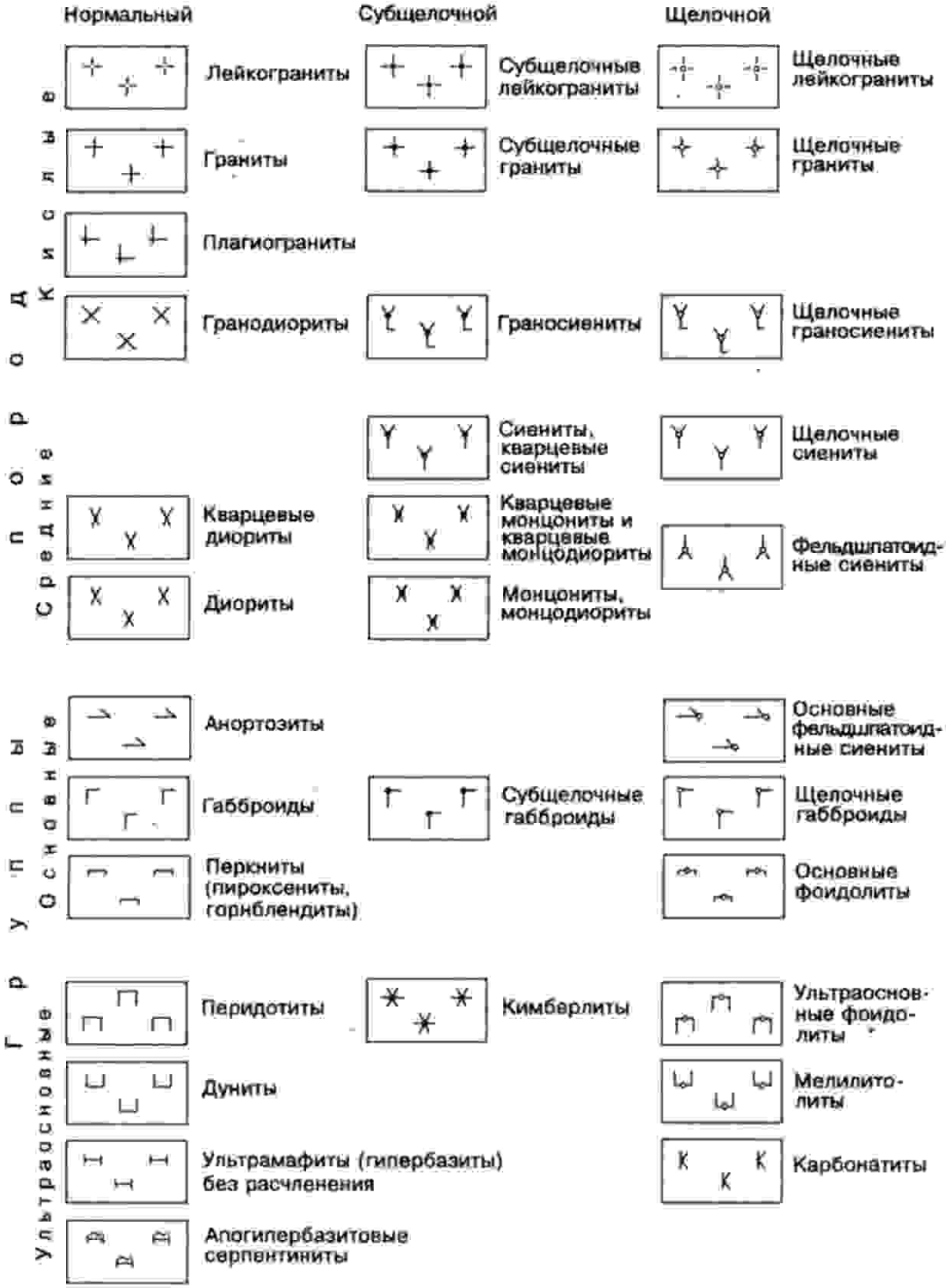
ВУЛКАНОГЕННО-ОСАДОЧНЫЕ ПОРОДЫ

Осадочно-пирокластические породы (туффиты)



СЕМЕЙСТВА ИНТРУЗИВНЫХ ПОРОД

Петрохимические ряды



Порфировые породы обозначаются комбинацией знаков видов или разновидностей пород с точками

Метаморфические породы



СОСТАВ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ



УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой геологии,
поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых
_____ В.А.Душин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Автор: Козьмин В.С, доцент, к.г.-м.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	3
2.	СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА, ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОФОРМЛЕНИЮ	6
3.	СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
	3.1. Введение	7
	3.2. Общие сведения о районе работ	8
	3.2.1. Географо-экономическая характеристика	8
	3.2.2. Анализ результатов ранее выполненных работ	8
	3.3. Геологическое строение района	9
	3.4. Геологическая характеристика объекта проектируемых работ (перспективного участка, месторождения)	9
	3.5. Методика и объемы проектируемых работ	10
	3.5.1. Целевое геологическое задание	10
	3.5.2. Методы и объемы проектируемых работ	11
	3.5.3. Прочие виды работ	12
	3.5.4. Опробование и аналитические работы	12
	3.5.5. Подсчет прогнозных ресурсов и запасов и их геолого-экономическая оценка	13
	3.6. Заключение	15
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Пример оформления титульного листа	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления штампа на листах графики	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью курсового проекта по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» является формирование у будущих специалистов системы знаний, раскрывающих методологию решения геологоразведочных задач и принципы геолого-экономической оценки месторождений.

Проектирование является сложным и ответственным видом работ. От качества проекта на производство геологоразведочных работ во многом зависит их конечный результат. Во время обучения в вузе основное внимание уделяется ознакомлению с новой информацией, большей частью теоретического характера. Молодой специалист, оказавшись на производстве, остро ощущает недостаток практического опыта. В первую очередь это касается необходимости принимать самостоятельные инженерные решения, направленные на выполнение геологического (технического) задания. Составляя курсовую работу, студенты приобретают определенные навыки в проектировании геологоразведочных работ, необходимые в дальнейшем для разработки выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) и будущей профессиональной деятельности.

Курсовая работа выполняется студентами 5-го курса на базе материалов, собранных при прохождении преддипломной производственной практики. При отсутствии необходимых данных, требуемых для составления работы, сведения предоставляет кафедра. В том случае, если студент располагает достаточно представительным материалом, позволяющим произвести его углубленную обработку с использованием современных компьютерных технологий и на этой основе рассмотреть те или иные вопросы, составление проекта может быть заменено решением той или иной методической задачи геологоразведочной направленности.

Для подготовки курсовой работы студенты во время прохождения производственной практики должны собрать необходимые графические и текстовые материалы. Графические материалы включают: 1) геологическую

карту района работ в масштабе 1:50 000, 1:100 000 или 1:200 000 с разрезами, стратиграфической колонкой и условными обозначениями (легендой); 2) геологическую карту (план) месторождения (рудного поля) масштаба 1:25 000, 1:10 000 или крупнее; 3) геологические разрезы по месторождению или его части; 4) план подсчета запасов (продольная проекция). Графика сопровождается описанием геологии района и месторождения (участка), методики геологоразведочных работ, данными по подсчету запасов с результатами геолого-экономической оценки.

Для курсового проекта допускается отсутствие геологической карты района, однако для дипломного проекта она необходима. Исключение составляют проекты по нефтяным и газовым объектам, для которых вместо геологической карты района представляется, как правило, мелко-среднемасштабная тектоническая схема с указанием важнейших нефте-газоносных структур.

Главной задачей курсового проекта является обоснование методики геологоразведочных работ, отвечающих определенной стадии. В соответствии с Положением о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (1999) темой курсового проекта оценочные работы, разведка, или эксплуатационная разведка, например:

- оценочные работы на проявлении Нырдвоменшорское на медноколчеданное оруденение (Полярный Урал);

- разведка Главной рудной зоны Сусанского месторождения золота (Свердловская область);

- разведка глубоких горизонтов Астафьевского месторождения бокситов (Южный Урал);

- разведка северного фланга Мансуровского месторождения гранитов (Южный Урал);

- эксплуатационная разведка южной части нижнего рудного уровня Узельгинского месторождения (Челябинская область).

Независимо от выбранной стадии при выполнении курсового проекта студент должен решить следующие инженерные задачи:

- осветить степень геологической изученности рассматриваемой площади;

- определить главные задачи проектируемых работ;

- сформулировать целевое геологическое задание;

- выбрать и обосновать комплекс методов для выполнения целевого задания, определить виды и объемы запроектированных работ;

- произвести проектный подсчет запасов по объекту изучения с их геолого-экономической оценкой.

Задание на составление курсового проекта оформляется на специальном бланке, которое выдается преподавателем. На бланке указывается тема (название) проекта и сроки его выполнения. Преподаватель помогает студенту составить план проекта, рекомендует необходимую литературу, оказывает индивидуальные консультации.

На выполненный проект преподавателем пишется рецензия. Окончательная оценка выставляется после публичной защиты.

При подготовке методических рекомендаций использованы учебно-методические разработки кафедры ГПР МПИ к составлению курсовых проектов по дисциплинам «Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых» (А. Г. Баранников, 2013) и «Разведка и геолого-экономическая оценка МПИ» (Балахонов В. С., 2005), с которыми студенты могут подробнее ознакомиться на кафедре.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА, ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОФОРМЛЕНИЮ

Курсовой проект состоит из текстовой части и графических приложений. Текст работы не должен превышать по объему 25-35 страниц машинописного текста и включает следующие разделы (в скобках указан ориентировочный объем):

- титульный лист;

- оглавление;

- введение (1 стр.);
- общие сведения о районе работ (1-2 стр.);
- геологическое строение района (2-5 стр.);
- геологическая характеристика объекта (4-6 стр.);
- методика и объемы проектируемых работ (12-14 стр.);
- подсчет запасов, их геолого-экономическая оценка (2-3 стр.);
- заключение (1 стр.);
- список использованной литературы.

Текст работы представляется в распечатанном виде. Допускается также рукописный вариант. Страницы текста должны соответствовать формату А4 (297х210 мм). Поля по всему периметру – 20 мм. Перед текстовой частью помещается титульный лист (приложение 1), индивидуальное задание и оглавление.

Текст иллюстрируется схемами, фотографиями, зарисовками. Они должны иметь наименования, условные обозначения, масштаб и обозначаются как рисунок под соответствующим номером.

Графические приложения представляются на двух или трех листах. В правом нижнем углу помещается штамп установленного образца (приложение 2). Первым листом является геологическая карта района со стратиграфической колонкой, легендой, разрезом. Как отмечалось выше, в курсовой проект карта района может не включаться, но для дипломного проекта она необходима. На втором листе помещается геологическая карта месторождения или участка работ. Этот лист является основным и имеет методическое значение. На него наносятся известные месторождения, проявления и пункты минерализации, геохимические и геофизические аномалии, шлиховые ореолы. Здесь же указываются направления геологических маршрутов, проектные геофизические и геохимические профиля, пройденные и проектные геологоразведочные выработки. Второй лист может представлять собой план подсчета запасов по месторождению, участку месторождения, эксплуатируемому этажу или уступу. Карта участка (месторождения) сопровождается одним или двумя типичными

разрезами, в том числе проектным, которые могут быть помещены на отдельном листе. При необходимости в графические приложения включается вертикальная продольная проекция рудного тела с блокировкой запасов и указанием пройденных и проектных выработок.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Введение

Во введении обосновывается актуальность проекта и характеризуются исходные материалы, положенные в его основу. Оценивается потребность промышленности в данном виде минерального сырья, его конъюнктура на мировом и российском рынках. Рассматривается необходимость развития минерально-сырьевой базы региона в целом и данного вида полезных ископаемых в частности.

Указывается место и сроки прохождения производственной практики, организация, должность, выполнявшиеся работы. Приводятся основные фондовые и литературные источники, использованные при написании работы.

3.2. Общие сведения о районе работ

3.2.1. Географо-экономическая характеристика района

Указывается административное положение района работ, ближайшие населенные пункты, пути сообщения, возможности использования разных видов транспорта, ведущие промышленные объекты, источники энергообеспечения, наличие стройматериалов, возможности найма рабочих на месте. Описывается орогидрография: характер рельефа, абсолютные и относительные превышения, климат, гидрографическая сеть, режимы рек, источники питьевого и технического водоснабжения, наличие карстовых явлений, многолетней мерзлоты. Характеризуется растительный и животный мир, распространение покровных образований, кор выветривания, их мощности. Особо отмечается обнаженность пород, дешифрируемость аэро-космоснимков.

Перечисленные данные позволяют произвести анализ природных условий ведения геологоразведочных работ, учитываются при геолого-экономической оценке рудных объектов.

Для иллюстрации раздела приводится мелкомасштабная обзорная карта (схема) района с указанием местоположения участка работ.

3.2.2. Анализ результатов ранее выполненных работ

Кратко освещаются основные результаты ранее выполненных на площади геологических, геофизических, геохимических и других видов работ. Обзор проводится в хронологическом порядке. Текст может сопровождаться схемами изученности.

Оценивается достоверность ранее выполненных исследований и обосновывается выбор участка проектируемых работ, обсуждается степень его разведанности, изученность вещественного состава с точки зрения комплексного использования полезных ископаемых, а также возможные перспективы продолжения оруденения на глубину или фланги месторождения, обнаружения слепых рудных тел.

3.3. Геологическое строение района

Приводятся данные о геолого-структурной позиции участка работ. Последовательно излагаются сведения по стратиграфии и литологии, магматизму, тектонике, гидрогеологии и полезным ископаемым. Для районов, перспективных на россыпное оруденение, дается геоморфологическая характеристика.

При описании полезных ископаемых кратко описываются все известные месторождения и рудопроявления, включая сведения о размерах залежей, их форме, минеральном составе, принадлежности к определенному рудно-формационному промышленному типу.

В дипломном проекте текст сопровождается геологической картой района со стратиграфической колонкой, условными обозначениями (легендой) и

разрезами. При подготовке раздела следует обратить внимание на совпадение текстовых и графических материалов. В тексте должны быть охарактеризованы свиты и комплексы, представленные на графике. Соответственно, геологическая карта, колонка, легенда и разрезы должны содержать одни и те же стратиграфические и интрузивные образования.

3.4. Геологическая характеристика объекта проектируемых работ (перспективного участка, месторождения)

В зависимости от проектируемой стадии ГРР объектом работ является перспективный район, участок, рудопроявление или месторождение.

В данной главе уточняются и детализируются сведения, представленные в предшествующем разделе. Рассматриваются структурно-вещественные комплексы, образующие геолого-структурную позицию участка или месторождения. К ним относятся вмещающие горные породы, магматические тела, разломы, складки, вулканические структуры, геологические контакты.

В целом, описание участка или месторождения обычно включает следующие позиции:

- горные породы, участвующие в его строении;

- структурный контроль в размещении оруденения или структура рудного поля;

- характеристика выявленной минерализации. Для поздних стадий ГРР обязательно описывается форма, размеры, условия залегания рудных тел, вещественный состав руд, их текстурно-структурные особенности, первичная и вторичная зональность, генезис месторождения, а также характеризуются горно-геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические условия месторождения.

Раздел иллюстрируется крупномасштабной геологической картой месторождения, детальными геологическими разрезами, в том числе обязательно проектным. При необходимости представляется продольная проекция, построенная в плоскости падения, или вертикальная, на которой показано размещение запасов разных категорий.

3.5. Методика и объемы проектируемых работ

3.5.1. Целевое геологическое задание

С учетом представленного выше обоснования формулируется геологическое задание, которое должно отвечать определенной стадии геологоразведочного процесса:

- оценочные работы;
- разведка участка месторождения, флангов, глубоких горизонтов;
- эксплуатационная разведка.

При формулировке задания важно отметить, какой промышленный тип оруденения ожидается, оговорить границы участка проектируемых работ и их масштаб.

3.5.2. Методы и объемы проектируемых работ

При проектировании оценочных и разведочных работ методические вопросы решаются на основе анализа особенностей структуры участка, формы, размеров и условий залегания тел полезных ископаемых, изменчивости выявленных параметров оруденения (мощности, содержания полезных компонентов).

В соответствии с инструктивными материалами ГКЗ МПР РФ, определяется группа сложности месторождения, перечень основных видов работ, необходимых для решения задач данной стадии, плотность сети наблюдения для разных категорий запасов. Обосновывается система разведки и технические средства, расположение и порядок проходки технических средств.

Описание каждого вида работ завершается расчетом проектных объемов.

3.5.3. Прочие виды работ

Обязательным элементом геологоразведочных работ являются топо-геодезические или маркшейдерские исследования. Рассмотрение этого вопроса начинается с анализа имеющейся топоосновы. Предусматривается инструментальная привязка опорной сети геофизических наблюдений, буровых скважин и горных выработок, базисных линий на участках детализационных работ.

На стадии разведки обязательно должна быть описана методика гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений с определением объемов этих работ.

Обязательным элементом разрабатываемого проекта является рассмотрение экологических вопросов. Необходима оценка влияния геологоразведочных работ на окружающую среду. Это влияние может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении воздушного и водного бассейнов, исключении из хозяйственного оборота плодородных земель и т.д. В проекте должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие или уменьшающие вредное воздействие ГРР на экологию.

3.5.4. Опробование и аналитические работы

С учетом типа оруденения, особенностей вещественного состава, формы, предполагаемой мощности рудных залежей, а также планируемых объемов горноразведочных и буровых работ, предусматриваются необходимые виды опробования – химическое, минералогическое, техническое, технологическое. Обосновываются способы отбора проб, необходимые для решения поставленных задач (штуфное, бороздовое, точечное, керновое и т.д.). Обсуждаются возможности использования геофизических методов опробования. Дается схема обработки проб на отдельно вычерченном листе в текстовой части проекта.

Перечисляются планируемые виды лабораторных работ, определяются их объемы с учетом внутреннего и внешнего контроля (3-5% от общего объема проб). Аналитические исследования в зависимости от типа полезного ископаемого и целевого назначения проекта могут включать следующие виды испытаний проб: химический, минералогический, спектральный, пробирный, атомно-абсорбционный, рентгено-спектральный, рентгено-структурный и др. Для каждого вида аналитических исследований определяются цели и решаемые задачи.

3.5.5. Подсчет проектных запасов и их геолого-экономическая оценка

На стадиях оценочных и разведочных работ одним из завершающих этапов проектирования является оконтуривание тел полезных ископаемых на месторождении, его флангах, глубоких горизонтах с переводом прогнозных ресурсов и запасов в более высокие категории. Для этого необходимо дать характеристику как уже оцененных, так и ожидаемых ресурсов и запасов.

Указываются кондиции, принятые для оконтуривания залежей и выделения подсчетных блоков. Излагается методика подсчета запасов по результатам проектируемых работ. Выбирается и обосновывается способ подсчета запасов в зависимости от особенностей геологического строения месторождения (формы, состава, условий залегания). Излагаются принципы выделения категорий запасов по степени разведанности (плотности разведочной сети) и изученности (выхода керна, вещественного состава руд, технологических, горнотехнических и гидрогеологических условий) для месторождений разных групп по сложности геологического строения. Раскрываются принципы выделения подсчетных блоков и проведение их границ на выходах, флангах и по падению. Характеризуются параметры подсчета запасов, методика их обоснования (площади подсчетных блоков, мощности, среднее содержание, объемная масса). Приводится сводный формуляр подсчета общих ожидаемых запасов по категориям. Контуры категорий запасов, выделенных на основании проектируемых работ, рекомендуется закрасить следующими цветами: категория А – розовый, В – зеленый, C_1 – голубой, C_2 – желтый.

Методика геолого-экономической оценки на разных стадиях геологоразведочного процесса не одинакова.

Основной инструмент геолого-экономической оценки – обоснование кондиций. По материалам завершенных геологоразведочных работ (разведка, доразведка) для определения целесообразности и экономической эффективности освоения месторождения составляют постоянные кондиции.

ГЭО осуществляется поэтапно. На стадии оценочных работ – по укрупненным показателям, без учета налогов, отчислений и платежей, а позднее по результатам разведки – с их учетом.

В условиях рыночных отношений оценку эффективности освоения месторождений, а также сравнение различных инвестиционных проектов и выбор лучшего из них, производят с использованием следующих показателей.

1. Чистый дисконтированный доход, или чистая дисконтированная стоимость, интегральный стоимостной эффект (ЧДД) – это превышение интегральных денежных результатов над соответствующими интегральными затратами или сумму всех доходов от эксплуатации месторождения за весь расчетный период. Освоение месторождения считается эффективным при положительном значении величины чистого дисконтированного дохода. При отрицательном значении ЧДД рассматриваемый вариант инвестиционного проекта должен быть признан убыточным.

2. Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных доходов к величине приведенных инвестиций. В экономически эффективных проектах величина индекса доходности должна быть больше единицы.

3. Внутренняя норма доходности (ВНД), или внутренняя норма прибыли, рентабельность возврата инвестиций. ВНД означает норму дисконта, при которой величина приведенных доходов равна приведенным инвестициям, а чистый дисконтированный доход становится равным нулю. Освоение месторождения считается эффективным и приемлемым, если ВНД>Е, где Е – принятая в расчете норма дисконтирования прибыли.

4. Срок окупаемости капитальных вложений ($Т_о$) с учетом дисконтирования стоимостных показателей определяет временной интервал с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы равны приведенным инвестициям. Приемлемым считается срок окупаемости инвестиций, равный 5-7 годам. Предельное значение $Т_о$ составляет 10 лет.

Процесс геолого-экономической оценки месторождения завершают выбором оптимального варианта освоения объекта, для которого определены кондиции и показатели экономической эффективности его освоения.

При геолого-экономических расчетах необходимо использовать рекомендуемые учебные пособия кафедры.

3.6. Заключение

В заключение работы приводятся краткие выводы по каждой главе и проекту в целом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Баранников А. Г., Никулина И. А., Хасанова Г. Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / А. Г. Баранников, И. А. Никулина, Г. Г. Хасанова; Урал. Гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Тзд-во УГГУ, 2018ю – 184 с.

Баранников А. Г., Макарова С. В. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. – 95 с.

Дворник Г. П., Угрюмов А. Н. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и техногенного сырья: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004. – 220 с.

Каждан А. Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Научные основы поисков и разведки). М.: Недра, 1984. – 285 с.

Каждан А. Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Производство геологоразведочных работ). М.: Недра, 1985. – 288 с.

Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утверждена приказом МПР РФ от 07.03.1997. – 9 с.

Петруха Л. М. Разведка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 247 с.

Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). М.: ВИЭМС, 1999. – 28 с.

Рудничная геология / В. Ф. Мягков, А. М. Быбочкин, И. И. Бугаев и др. М.: Недра, 1986. – 199 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец выполнения титульного листа

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
Уральский государственный горный университет
Факультет геологии и геофизики

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему:

РАЗВЕДКА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ОГАНЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА (КАМЧАТКА)

Руководитель
доц. Никулина И. А.

Студент
Попов С. М.

Группа
РМ-15

Екатеринбург – 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец заполнения штампа к чертежам

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">Министерство образования и науки РФ
Уральский государственный
горный университет</td><td>20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">30</td><td rowspan="2">Исполнитель:
студент
гр. РМ-15
С. М. Попов</td><td colspan="3">Геологический план
Оганчинского месторождения</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">30</td><td rowspan="2">Руководитель:
доцент
И. А. Никулина</td><td colspan="3">К курсовому проекту на тему:
«Разведка глубоких горизонтов
Оганчинского месторождения золота
(Камчатка)»</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td>Масштаб
1:1000</td><td>Дата</td><td>Приложение
№ 2</td><td>20</td></tr>
<tr><td></td><td>50</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">150</td><td></td></tr>
</table>

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой геологии,
поисков и разведки месторождений
полезных
ископаемых

_____В.А.Душин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОЕ ДЕЛО

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Автор: Козьмин В.С, доцент, к.г.-м.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Тема	Название	Стр.
	Введение	3
1	Общие вопросы дисциплины. Основные понятия и определения	5
2	Геологические основы разведки	15
3	Методические основы разведки	40
4	Подсчет запасов полезных ископаемых	69
5	Геолого-экономическая оценка месторождений	88
	Заключение	104

Введение

Геологоразведочные работы являются важнейшим фактором устойчивого развития экономики страны. Сырьевую базу в настоящее время составляют *более ста видов твердых полезных ископаемых.* Усилиями многих поколений российских геологов найдены и введены в промышленное освоение тысячи месторождений полезных ископаемых. На этой основе создана уникальная минерально-сырьевая база страны.

Россия занимает места в *первой пятерке стран мира* по запасам и добыче железных и медных руд, золота, серебра, платиноидов, вольфрама, молибдена, кобальта, никеля. За счет этих руд государство обеспечивает внутренний рынок, эксплуатирует значительные объемы сырья и продукции его переработки. Бюджет государства во многом формируется за счет освоения минерально-сырьевых ресурсов. Экспорт продукции (по данным Федерального агентства по недропользованию РФ) составляет 50-70 % от объема добычи (по вольфраму, кобальту, никелю, меди, золоту, платиноидам. Существенна роль России как мирового производителя и экспортера алмазов, апатита, калийных солей, хризотил-асбеста, бора.

В то же время далеко не благополучным является состояние минерально-сырьевой базы по таким полезным ископаемым, как цинк, свинец, олово, сурьма, барий, графит и др. Внутреннее потребление этих видов сырья определяет необходимость их ввоза из-за рубежа. Многие районы с горнопромышленной направленностью испытывают в настоящее время острый недостаток в добываемом сырье (по железу, меди, свинцу, цинку, золоту). К остродефицитным полезным ископаемым также относятся бокситы, титан, цирконий, бентониты, каолины и др.

Итак, минерально-сырьевой комплекс был и остается *гарантом дальнейшего развития страны* на длительную перспективу, источником получения средств на реконструкцию и техническое перевооружение промышленности. Поэтому подготовка высококвалифицированных кадров в области «разведочного дела» в рамках специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых» (направления 25.05.02 «Прикладная геология») остается актуальной и востребованной задачей.

Содержание Учебного пособия во многом базируется на обобщении научного и учебно-методического материала, содержащего в учебниках, учебных пособиях, методических рекомендациях, подготовленных в разные годы. В первую очередь, необходимо упомянуть работу В. М. Крейтера (1940) по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых, а также труды тех, кто продолжал развивать и углублять сформулированные В. М. Крейтером научные проблемы и направления (работы А. Б. Каждана, Е. О. Погребицкого, В. И. Тернового, Г. С. Поротова, Л. И. Четверикова, П. П. Ясковского, В. В. Шелелева, в том числе сотрудников кафедры поисков и разведки МПИ – В. Ф. Мягкова, А. С. Вершинина, И. И. Бугаева, Л. М. Петрухи, Ю. К. Панова и др.). Из публикаций этих авторов в Учебном пособии заимствована большая часть приведенных в пособии таблиц и иллюстраций.

Современная геологическая наука не может ограничиваться изучением лишь качественных сторон явлений и процессов. Она «должна выявлять их количественные

характеристики, обеспечив тем самым более высокий научный уровень исследования земных недр» (Каждан, Гуськов, 1990). Необходимость внедрения математических методов при решении геологоразведочных задач признается в настоящее время всеми геологами. Их применение обеспечивает возможность перехода от словесных, часто субъективных определений изучаемых объектов, к их более объективным количественным оценкам. Накопленный на кафедре опыт математической обработки собранной геологической информации отражен в 11, 13 и 15 главах пособия. Более подробно вопросы количественной обработки накопленной геологической информации рассматриваются в специальных дисциплинах: «Математические методы моделирования в геологии», «Основы компьютерных технологий решения геологических задач».

Студент должен:

А. знать:

- задачи, принципы, технические средства и системы разведки; классификацию запасов полезных ископаемых; требования промышленности к качеству минерального сырья на стадии разведки;
- методики комплексной оценки минерального сырья;
- подходы к сбору и обработке количественной геологической информации с использованием компьютерных технологий.

Б. уметь:

- составлять проекты на геологоразведочные работы, обосновывать рациональную разведочную сеть;
- оконтуривать запасы разных категорий, выполнять подсчет запасов разными методами;
- выполнять оценку географо-экономических, горнотехнических условий освоения месторождений, технологических свойств минерального сырья.

В. владеть:

- методикой обоснования видов и объемов проектируемых работ;
- приемами определения параметров при подсчете запасов полезных ископаемых;
- методикой определения величины инвестиций, показателей эффективности освоения месторождения в базовом и коммерческом вариантах.

Тема 1
Общие вопросы дисциплины. Основные понятия и определения

РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разведка месторождений – это комплекс работ и связанных с ними исследований, направленных на выявление, оконтуривание и геолого-экономическую оценку запасов минерального сырья в недрах. Разведочные работы вносят определяющий вклад в геологическое изучение минерализованных участков недр на предпроектной стадии промышленного освоения объекта. По завершению разведки и получению положительных результатов геолого-экономической оценки изучаемое проявление полезного ископаемого приобретает *статус месторождения.*

Разведка начинается с момента составления проекта на производство геологоразведочных работ. Обычно эти работы включают: геологическое картирование площади рудного поля и месторождения; выявление и оценку выходов рудных тел; проходку горных выработок и скважин, их документацию и опробование; проведение комплекса геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических исследований; геодезическую съёмку. По результатам геологоразведочных работ составляют геологические разрезы, планы, проекции. Они отражают размеры, условия залегания и строение тел полезных ископаемых. Дается характеристика полезного ископаемого, подсчитываются его запасы. На основе полученных данных проводится геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождения, обосновываются выводы о его промышленном значении. Все сказанное позволяет отметить, что разведка как прикладная геологическая наука находится на стыке областей знаний, включающих: накопленные сведения о геологическом строении месторождения, его сопоставление с определенным геолого-промышленным типом; вопросы горного дела (в связи с обоснованием способа разработки месторождения); определение потенциальной ценности объекта, рентабельности его разработки; обоснованность задействованных технических средств разведки, влияющих на надежность получаемых результатов; обработку полученных результатов с использованных современных компьютерных технологий (рис. 1).

Основной *целью* выполняемых геологоразведочных работ является *получение информации,* необходимой и достаточной для: проектирования предприятия по добыче полезного ископаемого и переработке минерального сырья, реконструкции действующего рудника, определения путей его дальнейшего развития, оценки перспектив выявления новых тел полезных ископаемых на площади рудного поля. Собранная и качественно обработанная информация должна обеспечить *решение основной задачи* разведочных работ – подготовку месторождения к промышленному освоению.

Успешному решению сформированных задач должно способствовать: построение цифровых моделей месторождений с использований IT технологий; реализация разведочных систем, соответствующих природным особенностям объекта и обеспечивающим надежное локальное прогнозирование геолого-промышленных параметров.

Сущность разведки сводится к оконтуриванию, прослеживанию промышленно ценных участков природных скоплений полезного ископаемого путем выборочного пересечения минерализованного объема недр разведочными выработками (скважинами, горными выработками) с последующим геологическим и геофизическим их изучением (документацией) и опробованием. Таким образом, информацию, необходимую для принятия проектных решений по разработке и переработке добываемого минерального сырья, получают на весьма скудном материале. Разведка обычно не позволяет раскрыть все детали строения минерализованных пород. Отчасти эти задачи решаются при использовании геофизических методов (в том числе, зондирования межскважинного пространства), а также на стадии эксплуатационной разведки. Материалы разведки позволяют сконструировать *модель месторождения,* которая по своим параметрам должна быть максимально приближена к истинному объекту (рис. 2). Возможность разработки технических проектов на основе обобщения ограниченной разведочной информации подтверждена практикой разведки и освоения месторождений. Здесь работает известный в математической статистике выборочный метод исследования оцениваемых свойств (в разведке – геолого-промышленных параметров) на основе обобщения данных лишь части свойств, вошедших в изучаемую выборку (Петруха, 2003). На каждой последующей стадии геологоразведочных работ формируемая выборка свойств становится более представительной. На современном этапе изучения недр все недропользователи обязаны выполнить необходимые расчеты по геолого-экономической оценке (ГЭО) обосновываемых запасов и прогнозных ресурсов. Оценка является исследовательским процессом, связанным с выявлением возможных конкурентоспособных вариантов оконтуривания и промышленного освоения запасов месторождения и выбором среди них рационального с позиций максимальной доходности предприятия. Наиболее полная ГЭО осуществляется по результатам разведки месторождения. Оценка по результатам поисков базируется на тех же единых методологических принципах, но из-за ограниченности имеющихся материалов является малодостоверной (Шевелев, 2004).

При проведения ГЭО учитываются следующие положения:

1. Обоснование рационального и комплексного использования недр, включающее основные и попутные компоненты, отходы добычи и переработки сырья.
2. Определение показателей эффективности освоения месторождения (ЧДД – чистый дисконтированный доход, ИД – индекс доходности, ВНД – внутренняя норма доходности, Р – рентабельность разработки, Т – срок окупаемости капвложений).
3. Учет обязательных платежей и налогов, плата за кредит (необходимый для организации работ по разработке месторождения).
4. Учет фактора времени и риска при оценке месторождения.
5. Оценка экологических и социальных последствий разработки месторождения.
6. Выбор оптимального варианта освоения месторождения.
7. Обоснование кондиций на минеральное сырье.

Важнейшие результирующие показатели ГЭО, установленные параметры кондиций, подсчитанные с их использованием балансовые и забалансовые запасы вносятся в Государственный кадастр месторождений полезных ископаемых. При этом необходимо

отражать в кадастре два подхода к оценке объекта – базовый и коммерческий, чтобы при необходимости оперативно осуществлять переоценку месторождения.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ УЧЕНИЯ О РАЗВЕДКЕ НЕДР

Учение о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых пришло из потребностей горного дела. Долгие годы работы по поиску и добыче руд велись на основе опыта многих поколений рудознатцев. Разработки в этой области знаний методического и организационного характера появились значительно позже. Первые труды принадлежат Г. Агриколе (1530), И. А. Шлаттеру (1760), М. В. Ломоносову (1763). Целая эпоха в развитии горного промысла и геологии связана с именем Петра I. Им был организован «Приказ рудокопных дел», реорганизованный в 1719 г. в Берг-коллегию. Коллегия взяла на себя руководство горнозаводской промышленностью Российской империи.

В XIX веке разведка месторождений не проводилась. Открытые месторождения сразу же вовлекались в разработку. Разведочные методы начинают развиваться и совершенствоваться в конце XIX века и позднее. Первыми в этом направлении были работы проф. Войслова (1899), проф. Корзухина (1908), В. С. Реутовского, Б. И. Бокия (1914).

Методологические основы разведки складывались и совершенствовались по мере расширения сырьевой базы страны, развития горнорудной промышленности. Однако в начале XX века разведочное дело ещё не имело самостоятельного развития и рассматривалось как один из разделов учения о полезных ископаемых. Первая работа по экспертизе и оценке рудных месторождений была опубликована Н. И. Трушковым в 1922 г. В 1924 г. в Петроградском горном институте К. П. Марковым прочитан курс разведочного дела. Начиная с 1927 г. этот курс читал И. С. Васильев, впервые изложивший важнейшие методические положения разведки.

Основоположником учения о поисках и разведке полезных ископаемых по праву считается В. М. Крейтер. Им были организованы кафедры поисков и разведки МПИ в Московском геологоразведочном институте и Институте цветных металлов и золота. Его фундаментальный труд «Поиски и разведка полезных ископаемых», изданный в 1940 г., несколько раз переиздавался и стал настольной книгой геологов-разведчиков нескольких поколений.

В 1922 г. кафедра поисков и разведки МПИ была организована в Уральском (Свердловском) горном институте. Её первым заведующим был назначен руководитель геологической службы Урала Б. В. Дидковский. В последующие годы кафедру возглавляли А. П. Смолин, В. П. Любимов, П. И. Кутюхин, М. Н. Альбов, И. И. Бугаев, В. Ф. Мягков, А. Г. Баранников. В 1999 г. произошло объединение ряда кафедр геологического факультета. Объединенную кафедру геологии, поисков и разведки МПИ возглавил проф. В. А. Душин.

Большой вклад в развитие теории и практики разведочного дела, опробования и подсчета запасов полезных ископаемых внесли исследования М. Н. Альбова, Н. В. Барышева, И. Д. Когана, А. П. Прокофьева, В. И. Смирнова, Е. О. Погребицкого, Г. С. Поротова и др. Научные основы геометризации недр заложены исследованиями П. К. Соболевского (1926-1932). Он рассматривал тела полезных ископаемых как совокупность

взаимно связанных геохимических полей и на этой основе сформулировал принципы геометрического моделирования.

В середине XX века во все отрасли геологии, включая вопросы оценки месторождений, проникли математические методы обработки информации. Этому способствовало появление и развитие электронно-вычислительной техники, а позднее – IT технологий. Кроме теории вероятности и математической статистики случайных величин, в теорию и практику исследований стали проникать методы многомерного статистического анализа, теории случайных функций и гармонического анализа, теории множеств, линейной алгебры, распознавания образов и других разделов математики.

При рассмотрении теоретических вопросов методики разведки месторождений и опробования акцент был сделан на изучении изменчивости свойств полезных ископаемых. А. С. Власов, Д. А. Казаковский и др. исследователи предложили использовать первые и вторые последовательные разности значений исследуемых показателей изменчивости по смежным точкам. При обобщении результатов статистической обработки данных П. Л. Каллистов (1956) обратил внимание на то, что любой статистический показатель отражает лишь средний уровень изменчивости изучаемого свойства и не учитывает влияния пространственного расположения точек наблюдений. Им было предложено учитывать случайные и закономерные изменения наблюдаемых признаков. При этом дисперсию случайных отклонений следовало определять не от генеральной средней, а с учетом рассчитанной кривой регрессии, отстраиваемой с использованием процедуры сглаживания совокупности прилегающих к конкретной точке проб. Дальнейшее развитие этот подход при изучении изменчивости свойств залежей получил в работах В. Ф. Мягкова (1984). Он предложил исследовать закономерности распределения компонентов в рудных полях с использованием *геометро-статистической модели*. При отстройке одномерных графиков изменчивости геологических параметров по разным направлениям рудных залежей с использованием интерполяционного полинома удается выявлять уровненное строение геологических полей и на этой основе решать целый ряд практических вопросов разведки: оптимальный шаг опробования; зональность строения залежей, их анизотропию и др.

Начиная с шестидесятых годов XX века, появилось много публикаций по исследованию изменчивости оруденения с использованием *методов теории случайных функций* и *гармонического анализа* (работы А. Б. Каждана, З. Д. Низгурецкого, А. М. Марголина и др.). Изменчивость изучаемых признаков рассматривается как функция расстояния между смежными пунктами наблюдений. При этом необходим учет влияния формы и размера проб, отражающих неоднородность строения недр. В это же время при изучении изменчивости и оценке запасов руд зарубежными геологами (Ж. Матерон, М. Давид, Э. Карлье, Д. Криге и др.) было предложено задействовать *геостатистические модели.* В основе данной модели лежит предположение, что получаемые результаты зависят от расположения пунктов наблюдений. При смещении начального пункта наблюдения результаты измерений меняются, и поэтому их следует рассматривать как случайные величины. Рассчитанный средний квадрат разности измеренных значений при этом зависит от расстояния между пунктами. Важной характеристикой геостатистических

моделей служит вариограмма, отражающая функцию среднего квадрата разности от расстояния между пунктами наблюдений. Для отдельных объектов установлено присутствие нескольких типов вариограмм: с регулярной пространственной переменной, с эффектом самородков, сферической и др. На отстроенных вариограммах возможно определение порогового значения, отражающего зону влияния между соседними пробами.

На современном этапе при обобщении результатов геологоразведочных работ все чаще задействуют геостатистические методы с использованием IT технологий (программы “Micromine”, “Datamine”, “Surpac” и др.).

ОСНОВЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ О НЕДРАХ

Основным законом, регламентирующим недропользование в РФ, является Федеральный закон «О недрах», принятый в 1992 г. Закон неоднократно дополнялся и редактировался, его последняя редакция принята в 2015 г. (Закон РФ «О недрах»).

Согласно тексту закона недра являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже поверхности Земли и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубины, доступной для геологического изучения и освоения.

Основные положения горного права

К основным положениям Горного права относятся:

- право собственности на недра как один из элементов природной среды;
- право собственности на извлеченные из недр полезные ископаемые и используемые полезные свойства недр;
- право собственности на имущество и геологическую информацию, создаваемые в процессе пользования недрами.

Право собственности на недра в России действующими правовыми актами определяется следующим образом:

- недра находятся в государственной собственности;
- владение, пользование и распоряжение недрами в пределах государственной границы находится в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов (так называемое «правило двух ключей»), а за пределами границы (в морской экономической зоне и на континентальном шельфе) – в исключительном ведении Российской Федерации;
- владение, пользование и распоряжение недрами осуществляется в интересах всех народов, проживающих на соответствующей территории, и всех народов Российской Федерации.

Недра предоставляются в пользование субъектам предпринимательской деятельности для изучения, добычи полезных ископаемых, строительства подземных сооружений, организации особо охраняемых геологических объектов или сбора минералогических коллекций на определенный срок или без ограничения срока.

Участки недр с находящимися в них минеральными ресурсами не могут быть предметом купли-продажи, дарения, наследования, вклада, залога или отчуждения в иной форме. Права пользования недрами могут отчуждаться или переходить от одного лица к другому в той мере, в какой их оборот допускается федеральными законами.

Право собственности на минеральное сырье, добытое из недр, появляется в процессе добычи полезных ископаемых. Добытые из недр полезные ископаемые могут находиться в федеральной собственности, собственности субъектов Федерации, муниципальной, частной и иных формах собственности. Вопрос о форме собственности на добытое полезное ископаемое определяется условиями лицензионного соглашения.

Право собственности на горное имущество и геологическую информацию определяется принципом: объект является собственностью того, кто оплатил его создание или приобретение. Однако, геологическая информация, являющаяся собственностью пользователя, должна представляться им по установленной форме в федеральный и территориальный фонды геологической информации (ВГФ, ТГФ). Собственник может лишь оговорить условия конфиденциальности пользования этой информацией в фондах, с учетом собственных интересов.

Система пользования недрами

Недра Российской Федерации могут быть использованы недропользователями для следующих целей.

1. Регионального геологического изучения и иных общих геологических работ без нарушения целостности недр.

2. Геологического изучения, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, а также оценки пригодности недр для строительства подземных сооружений.

3. Разведки и добычи полезных ископаемых, в том числе отходов горных предприятий.

4. Строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

5. Образования особо охраняемых геологических объектов.

6. Сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекций. Недра могут предоставляться в пользование одновременно для геологического изучения (поиски, разведка) и добычи полезных ископаемых. В этом случае добыча может производиться как в процессе изучения, так и после его завершения.

Пользование недрами в Российской Федерации, за исключением работ по региональному геологическому изучению и созданию особо охраняемых объектов, является платным.

Недра предоставляются в пользование на определенный срок или без ограничения срока.

Порядок пользования недрами включает три самостоятельных подсистемы:

- предоставление участков недр в пользование;
- пользование недрами в соответствии с установленным видом пользования;
- контроль и надзор за соблюдением установленных требований и ограничений при пользовании недрами.

Предоставление недр в пользование осуществляется на основе лицензирования. Государство, осуществляющее суверенное право на недра, определяет программу освоения недр, участки недр, которые предполагаются предоставить в пользование, и выбор конкретного недропользователя.

Государство определяет условия, на которых предполагается передача недр в пользование. Недропользователь может вести переговоры об изменении этих условий. При достижении согласования, недропользователю оформляется лицензия на право пользования недрами. Лицензия предоставляется совместно органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации и Федеральным органом управления фондом недр.

Работы по *региональному геологическому изучению недр*, выполняемые за счет средств госбюджета, осуществляются без оформления лицензий, но с обязательной регистрацией в территориальных геологических организациях Министерства природных ресурсов. Лицензия на *поиски и оценку* месторождений полезных ископаемых удостоверяет право проведения таких работ только на вид сырья, указанный в лицензии. Лицензия на *добычу* полезного ископаемого может выдаваться на всё месторождение или его часть. Допускается также одновременное предоставление одному пользователю нескольких лицензий на право добычи по группе близко расположенных месторождений, если экономически рентабельной является только совместная их разработка. Лицензия на *разведку* месторождения отдельно не предоставляется и право разведки предусматривается в лицензии на добычу.

Законодательством устанавливается два статуса участков недр, на которые выдается лицензия: геологический отвод и горный отвод. Статус *геологического отвода* предоставляется участкам, предоставляемым для геологического изучения недр без существенного нарушения их целостности. В пределах одного геологического отвода могут быть выданы несколько лицензий на разные виды деятельности, включая, например, поиски и оценку разных полезных ископаемых. В границах геологического отвода могут одновременно проводить работы несколько пользователей недр.

В пределах одного *горного отвода* может быть выдана только одна лицензия одному пользователю, получающему по ней исключительное право деятельности в этих пределах в соответствии с лицензией.

Предоставление недр в пользование осуществляется по результатам конкурсов или аукционов, либо в специальных случаях на основе согласованных решений федеральных органов государственной власти и органов государственной власти субъектов Федерации на бесконкурсной основе. Определение порядка проведения и условий конкурсов и аукционов по каждому объекту или группе объектов осуществляется органами, предоставляющими лицензии. Наименования объектов, выставляемых на конкурсы или аукционы, и их условия публикуются в печати.

Предприниматель, желающий принять участие в конкурсе, подает по установленной форме соответствующую заявку. После официального принятия заявки и уплаты соответствующих взносов заявитель может получить пакет геологической и технико-экономической информации по интересующему его участку недр. Проанализировав эту информацию, заявитель прежде всего решает для себя вопрос о продолжении участия в конкурсе (аукционе) и, при положительном решении, представляет приемлемый для него вариант технико-экономических показателей (ТЭП) ведения работ по намечаемому виду пользования недрами. Указанные ТЭП представляют собой комплекс материалов, обосновывающих принципиальные решения и ожидаемые технико-экономические

показатели по всем вопросам. После приобретения лицензии ее владелец имеет право получения в фондах полного объема геологической информации по предоставленному ему согласно лицензии участку недр (геологическому или горному отводу).

Условия ***пользования недрами*** определяются соглашением собственника недр (государства) в лице его уполномоченных органов и недропользователя. В практике недропользования известны три типа договорных отношений:

- недропользователь вносит плану за пользование недрами и уплачивает другие установленные налоги, но полностью распоряжается всей произведенной продукцией;
- недропользователь и собственник недр заключают соглашение о разделе производимой продукции;
- недропользователь заключает с собственником контракт на предоставление определенных услуг (субподрядные работы).

В первом случае недропользователь осуществляет все работы по реализации предоставленных лицензией прав за счет собственных средств, принимая на себя все риски. Добытая продукция полностью принадлежит ему, хотя условиями договора может определяться реализация части продукции на внутреннем рынке. Недропользователь вносит все установленные платежи, налоги, связанные с его деятельностью. Все сооружения и оборудование, используемые при работах, являются его собственностью.

Во втором случае недропользователь также несет все расходы и принимает на себя риски, связанные с ведением работ, а произведенная продукция делится между ним и собственником (государством) в виде трех частей: компенсационной продукции, предназначенной для возмещения затрат недропользователю, и двух долей прибыльной продукции, разделенных между государством и недропользователем в установленном соотношении. Реализация своих долей продукции осуществляется недропользователем и собственником самостоятельно. Сооружения и оборудование, связанные с недропользованием, переходят в собственность государства либо с момента их создания или приобретения, либо по мере амортизации. Привлекательной стороной соглашения о разделе продукции является иммунитет от новых изменений налогового законодательства, которые не должны ухудшать экономическое положение инвестора, имевшееся на момент составления соглашения.

В третьем случае, недропользователь, также неся все затраты, связанные с проведением работ, либо получает возможность их возмещения при коммерческом результате (например, открытии месторождения при поисках), либо получает заранее оговоренное вознаграждение (оплату) за произведенные работы, но не приобретает никаких прав на добытую продукцию, если таковая будет получена в течение срока действия лицензии или после его истечения.

Контроль и надзор за пользованием недрами осуществляют органы государственного геологического контроля и Федерального горного и промышленного надзора России, а также другие контрольные органы, в соответствии с компетенцией (природоохранные органы, налоговая инспекция, таможенная служба и т. д.) и органы государственной власти.

Государственный геологический контроль включает контроль за геологическим изучением недр и их рациональным использованием и охраной. Органы госконтроля входят в структуру Министерства природных ресурсов и его территориальных подразделений.

Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор) выполняет в качестве основной контрольной функции надзор за безопасным ведением работ, включая вопросы проектирования, строительства, эксплуатации и ликвидации горных предприятий.

Государственная экспертиза запасов полезных ископаемых производится для создания условий комплексного использования недр, определения платы за использование недр и уточнения границ горного отвода. Государственная экспертиза может проводиться на любой стадии геологического изучения недр, но предоставление участков недр для целей добычи разрешается только после их госэкспертизы.

Система платежей при пользовании недрами

Плата за пользование недрами включает разовые и регулярные платежи.

Минимальные (стартовые) разовые платежи за пользование недрами устанавливаются в размере не менее 10 % от величины суммы налога на добычу полезных ископаемых в расчете на среднегодовую проектную мощность добывающей организации. Размеры регулярных платежей определяются в зависимости от экономико-географических условий, размера участка недр, вида полезного ископаемого, продолжительности работ, степени геологической изученности и степени риска. Регулярный платеж взимается за площадь лицензионного участка, предоставленного недропользователю. Ставка регулярного платежа за 1 кв. км участка недр при поисковых и оценочных работах составляет от 27-90 рублей для неметаллических полезных ископаемых до 120-360 рублей для углеводородного сырья; при разведочных работах ставка меняется от 800-1650 рублей для подземных вод до 5000-20000 рублей для углеводородного сырья.

Регулярные платежи не взимаются с недропользователей, осуществляющих:

- пользование недрами для регионального геологического изучения;
- пользование недрами для образования особо охраняемых геологических объектов, имеющих научное, культурное, эстетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение;
- пользование недрами для сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов;
- разведку полезных ископаемых на месторождениях, введенных в промышленную эксплуатацию, в границах горного отвода, предоставленного пользователю недр для добычи этих полезных ископаемых.

Кроме разовых и регулярных платежей, законодательством предусмотрены две группы налогов и отчислений. Первая группа учитывается в себестоимости товарной продукции, вторая относится на финансовый результат.

В себестоимость включается налог на добычу полезных ископаемых, дорожный налог, плата за воду, землю, загрязнение окружающей среды и др. Налог на добычу составляет основную часть налоговой суммы первой группы. Ставка налога меняется от 3,8 % для калийных солей до 16,5 % для углеводородного сырья. Налогоплательщики, осуществившие за счет собственных средств поиски и разведку разрабатываемых месторождений или полностью возместившие все расходы на поиски и разведку,

уплачивают налог на добычу с коэффициентом 0,7. При выполнении соглашений о разделе продукции налоговые ставки на добычу применяются с коэффициентом 0,5. Не облагаются налогом полезные ископаемые, остающиеся во вскрышных, вмещающих (разубоживающих) породах, в отвалах или отходах перерабатывающих производств. Дорожный налог взимается в размере 2,5 % от годовой стоимости товарной продукции.

На финансовый результат горного предприятия относят налог на прибыль, налог на имущество, целевые сборы на содержание милиции и благоустройство территории. Налог на прибыль составляет 24 % от годовой прибыли предприятия, налог на имущество – 2 % от его среднегодовой стоимости. Остальные платежи определяются прямыми расчетами.

Горные предприятия также облагаются косвенными налогами, вычисляемыми сверх цены предприятия – налогом на добавленную стоимость (НДС), создаваемую в процессе производства товарной продукции, и таможенными пошлинами, взимаемыми с товарной продукции, вывозимой за пределы Российской Федерации.

Контрольные вопросы к теме 1

1. Что является целью разведки? Какие задачи решает разведка?
2. С какими областями знаний и смежных дисциплин разведка связана?
3. С какими именами известных и выдающихся российских ученых следует связывать становление учения о разведке месторождений?
4. Кто из российских и зарубежных ученых внес значимый вклад в разработку проблем количественной обработки геологической информации (геолого-математического моделирования)?
5. В чем заключаются основные положения законодатедьства РФ о недрах?
6. В каких целях могут быть использованы недра в РФ?
7. Как осуществляется предоставление недр в пользование?
8. Что такое горный и геологический отводы? Чем они различаются?
9. Какие типы договорных отношений установлены между государством и недропользователем?
10. Как осуществляется контроль за пользованием недрами?
11. Какая система платежей установлена за недропользование?

Тема 2
Геологические основы разведки

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОМЫШЛЕННУЮ ЗНАЧИМОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Минеральные скопления в земной коре приобретают статус месторождения по результатам их разведки и при условии обоснования экономической целесообразности промышленного освоения. Основным критерием для промышленного освоения месторождения является размер прибыли, которую предприниматель собирается получить за весь период его эксплуатации.

На экономику промышленного освоения месторождения оказывает влияние совокупность факторов: количество запасов в месторождении (их масштаб), качество минерального сырья, технологические свойства, горно-геологические условия эксплуатации, географо-экономические условия района нахождения месторождения, экологические условия эксплуатации и др. (Каждан, 1977, 1984; Ясковский, 2001, 2010; Шевелев, 2004; Поротов,2004).

Количество запасов в месторождении определяется величиной запасов, оцененных по результатам геологоразведочных работ. Достоверность подсчитанных запасов зависит от степени их изученности (разведанности).

Запасы твердых полезных ископаемых подсчитываются в единицах массы (тонн); сыпучих полезных ископаемых (песков, гравия), строительного и облицовочного камня – в единицах объема (кубические метры). Запасы золота измеряются в килограммах, тоннах, а в некоторых зарубежных странах используют тройную унцию (31,103 грамма). Запасы алмазов и драгоценных камней измеряют в каратах (0,200 грамма).

Запасы полезного ископаемого, ценность которого определяется содержанием химического элемента (оксида) или минерала (алмаз, слюда, асбест и др.), оцениваются с определением количества руды и количества металла (минерала). В России запасы твердых полезных ископаемых подсчитываются в недрах, а запасы нефти и газа оцениваются как извлекаемые, так и в недрах.

По величине запасов различают месторождения *уникальные* (их в мире единицы), *крупные* (их десятки), *средние* (их сотни) и *мелкие* (их тысячи). На базе уникальных месторождений создаются ведущие горнодобывающие предприятия. Они во многом определяют состояние минерально-сырьевой базы и сырьевого рынка страны, мира. Крупные месторождения определяют экономику отрасли или крупного региона страны. Средние месторождения имеют значение в пределах отдельных экономических районов, а мелкие – в отдельных случаях. Для каждого вида полезного ископаемого наблюдаются значительные (в десятки раз) изменения запасов при переходе от мелких месторождений к крупным и очень крупным, что обусловлено разнообразием геологических условий образования руд (табл….).

Следует отметить, что отраженные в таблице размеры запасов не являются общепризнанными. В литературных источниках приведены и другие цифры градации запасов, определяющие масштаб оцениваемых объектов. В. И. Краснико (1965) подметил

закономерность, получившую в литературе название «декадной». В 7 % месторождений сосредоточено ~ 65 % запасов, а запасы мелких, средних, крупных и уникальных месторождений отличаются друг от друга примерно на порядок. Мелкие месторождения встречаются часто, а очень крупные редко. Основные запасы сосредоточены в крупных и очень крупных месторождениях. Обобщение данных по России за 1994-1997 гг. свидетельствует, что среди девятнадцати видов полезных ископаемых общее количество мелких объектов составило 723, средних – 184, крупных – 107, очень крупных – 30 (Ясковский, 2001). Распределение суммарных запасов для коренных месторождений страны: на долю мелких объектов приходится 14 %, средних – 30 % и крупных 56 %.

От масштаба месторождений зависят ожидаемые показатели экономической эффективности вовлекаемых в эксплуатацию объектов. С учетом величины запасов можно определить ценность месторождения (потенциальную в недрах или товарную на сырьевом рынке). Полученные значения следует учитывать при определении инвестиционной привлекательности объектов. Другой расчетный экономический показатель – необходимый объем капитальных вложений. Чем больше запасы, тем больше затраты на строительство горнодобывающего предприятия. При этом появляется возможность определить производительность будущего рудника, срок его существования и ориентировочно подсчитать приведенные затраты на освоение месторождения.

Качество минерального сырья – это совокупность природных свойств, определяемых минеральным и химическим составом, структурными и текстурными особенностями сырья, технологическими и физическими свойствами. Высокое качество полезного ископаемого влияет на эффективность переработки руд, способствует улучшению готовой продукции. В геологоразведке и горной промышленности давно используются понятия – «богатые», «бедные», и «убогие» руды. С позиций оценки качества все твердые полезные ископаемые могут быть разделены на *три группы.* Ценность в них может представлять: химический элемент (или химическое соединение, чаще оксид); минерал, обладающий особыми свойствами; вся добываемая горная масса (Шевелев, 2004).

К *первой группе* относятся все руды металлов и горно-химическое сырье (фосфориты, бор, сера). Основным показателем качества сырья является содержание ценного компонента. Содержание оценивается в массовых процентах элемента (Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, S, V, As) или оксидов (Cr_2O_3, TiO_2, WO_3, Nb_2O_3, BeO, Be_2O_3, P_2O_5).

В месторождениях комплексных руд (свинцово-цинковых, медно-молибденовых, медно-никелевых и др.) качество определяется с помощью условного содержания главного компонента. В расчетных формулах учитывается: содержание главного компонента, формирующего основную ценность руд; содержание второстепенных компонентов; переводные коэффициенты для перерасчета содержаний второстепенных компонентов в главный компонент.

Содержание в рудах благородных металлов (золота, серебра, платиноидов) из-за низких их концентраций выражается в граммах на тонну руды; в россыпных месторождениях – в г (мг) /$м^3$. Чем большее значение элемента в рудах, тем выше качество полезного ископаемого.

В зависимости от содержания основного ценного компонента руды подразделяются на богатые, рядовые и бедные. Для разных полезных ископаемых конкретные сорта руд отличаются друг от друга (табл.).

При исследовании уровня концентраций полезных компонентов в объеме рудных тел может быть задействован *коэффициент богатства* – отношение среднего содержания к минимально промышленному (Бирюков, Денисов, 1978). Богатыми считаются руды, в которых содержание полезного компонента в 1,5-3,5 раза выше, чем минимальное промышленное; к бедным – менее 1,1-1,2. Какое значение при разведке имеет оконтуривание богатых руд? Во-первых, богатые и очень богатые руды используются при получении концентратов или в металлургии без предварительного обогащения. Во-вторых, высокое качество руд нередко отмечается в локальных участках месторождения. Эти участки называют рудными столбами, кустами, гнездами, карманами, бонанцами (для месторождений золота и серебра). На стадии разведки локальные участки должны быть оконтурены, а подсчет запасов выполнен без ограничения выявленных «ураганных проб».

Ко *второй группе* относятся алмазы, пьезооптическое сырье, слюда, тальк, асбест и др. Качество сырья регламентируется уровнем содержания ценного минерала, размерностью и особенностями кристаллосырья: для асбеста – прочность, гибкость, длина волокна, кислоторастворимость; для слюд – размер пластинок, их ровность, термостойкость; для пьезооптического сырья – масса кристалла, размер бездефектной области моноблока, выход моноблока, степень проявленности дефектов (газово-жидкие включения, трещины, двойники и др.); для алмаза – масса, форма, характер поверхности, цвет, дефектность, наличие сростков (Ясковский, 2001).

К *третьей группе* относятся стройматериалы, твердое топливо, керамическое сырье, огнеупоры, тальк, пирофиллит, минеральные пигменты, цеолиты, бокситы и хромиты. Качество сырья оценивается соответствием его определенных свойств требованиям технических условий (ТУ), отраслевых стандартов (ОСТ), государственных стандартов (ГОСТ) и соглашений с потребителями (Шевелев, 2004). Иногда требуется подразделение сырья на ряд сортов и марок. С учетом целевого использования оцениваемое полезное ископаемое должно удовлетворять конкретным сортовым требованиям.

Итак, количество и качество минерального сырья являются важнейшими факторами оценки разведуемых объектов. Они являются определяющими показателями при геолого-экономической оценке месторождений.

Технологические свойства сырья определяют возможность и экономическую целесообразность переработки минерального сырья с целью получения товарного продукта. Основными показателями, определяющими технологические свойства руд, являются: величина извлечения полезного компонента, содержание полезного компонента в концентрате, выход концентрата.

Технологические свойства минерального сырья зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержания полезных ископаемых и вредных примесей первостепенное значение имеют (Каждан, 1977; Шевелев, 2004):

- минеральный состав полезного ископаемого и разубоживающей руды горной массы; распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам;

- форма и размеры полезных минералов, характер их срастаний, текстуры и структуры минеральных агрегатов;
- физические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов, их твердость, хрупкость, удельная плотность;
- химический и минеральный состав вмещающих пород и жильной массы.

Технологические исследования, проводимые в процессе разведки, должны установить возможность извлечения ценных компонентов из руд и обеспечить выбор схемы передела руд, которая может быть использована в промышленных условиях с приемлемыми технико-экономическими показателями. Наличие в сырье попутных компонентов повышает экономическую значимость сырья. Однако ценность попутного компонента всегда следует соотносить с дополнительными расходами на его выделение и учитывать возможность реализации дополнительной продукции.

Рассмотрим примеры, раскрывающие технологические свойства руд и их влияние на переработку минерального сырья (Ясковский, 2001).

Минеральный состав руд определяется присутствием полезных и породообразующих минералов, их количественными соотношениями, формами нахождения, характером парагенетических ассоциаций. Проблемы возникают, когда для выделения основных минералов приходится использовать разные обогатительные процессы. Например: для руд олова основными минералами являются касситерит, станнин, варламовит, гидростаннаты. Эффективно по гравитационной схеме обогащаются касситеритовые руды (плотность 7,0 г/см^3). Другие типы руд с минералами олова (плотность 3,8-4,7 г/см^3) относятся к группе труднообогатимых. Они требуют кроме гравитационного обогащения и других методов: флотации, магнитного и электрического обогащения, пирометаллургии.

Минеральный состав оказывает большое влияние на эффективность флотационного процесса. Хорошо обогащаются сульфиды Pb, Zn, Cu, Mo и плохо – их окисленные формы. Для молибденовых руд основным гипогенным минералом является молибденит – MoS_2, обладающий природными гидрофобными свойствами; но окисленные руды, представленные повеллитом – $CaMoO_4$, ферримолибдитом – $Fe_2O_3{\cdot}3MoO_3{\cdot}8H_2O$ и др., обогащаются с трудом. При этом получаются концентраты невысокого качества из-за легкой шламуемости гипергенных молибденовых минералов в процессе измельчения руды, близости флотационных свойств молибденовых и породообразующих минералов.

Химический состав руд определяется наличием полезных, вредных, петрогенных элементов (оксидов), их содержанием и соотношением, присутствием особенно химически активных форм. Для ряда месторождений схемы и показатели обогащения определяются содержанием элементов и их соотношением. Например, при переработке бокситовых руд для получения глинозема важнейшим является гидрохимический метод Байера. Его использование эффективно для высококачественных руд с кремниевым модулем $M_{si} = Al_2O_3 / SiO_2$ более 5-7. При низком значении M_{si} (высоком содержании SiO_2) руды перерабатываются по более дорогостоящей технологии методом спекания.

При добыче урана методом подземного выщелачивания используют в качестве растворителя кислоты (H_2SO_4). Чем больше карбонатность среды, тем значительней расход

кислоты, сильнее проявляется явление кальматации, тем меньше извлечение урана в продуктивные растворы. Поэтому при существенной карбонатности пород (более 2,0-2,5 % CO_2) извлечение урана с помощью кислоты неэффективно. Нужно переходить на другие схемы.

При характеристике технологических свойств минерального сырья необходим учет *текстурных особенностей руд.* Эти особенности обусловлены размером, формой и характером срастаний минеральных агрегатов. По признаку влияния текстур на процессы переработки минерального сырья их можно подразделить на благоприятные и неблагоприятные. *Благоприятные текстуры* характеризуются крупными размерами скоплений, однородным строением, простыми границами между агрегатами. Для таких руд наиболее эффективны процессы рудоподготовки. Обогащение не вызывает больших затруднений и позволяет получать высококачественные концентраты. *Неблагоприятные для обогащения текстуры* имеют небольшие размеры минеральных скоплений, неоднородное строение агрегатов, сложные и постепенно изменяющиеся границы между ними. Подобные руды требуют сложных, многостадийных процессов рудоподготовки и обогащения.

При изучении технологических свойств полезного ископаемого возможно выделение природных и технологических типов руд. В результате специальных исследований анализируется пространственное распределение этих типов, их геометризация в рамках *геолого-технологического картирования.*

Горно-геологические условия эксплуатации определяют возможность и экономическую целесообразность отработки месторождения с учетом современного состояния горной техники. Каждый выбранный способ разработки месторождения предъявляет свои требования к условиям залегания полезного ископаемого, крепости и устойчивости пород и руд, гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям месторождения.

Среди *способов разработки* месторождений выделяют геотехнологии (Ясковский, 2001): физико-техническая открытая, физико-техническая подземная, физико-химическая скважинная, комбинированная. В процессе эксплуатационных работ из-за неоднородности горно-геологической среды (извилистость границ рудного поля, прерывистости внутреннего строения, изменчивости свойств вмещающих пород) возникают эффекты разубоживания и потерь.

Разубоживание связано с примешиванием пустых пород к извлекаемой рудной массе. В результате засорения среднее содержание в добываемой рудной массе становится ниже, чем содержание в балансовых запасах. Отмеченный процесс характеризуется коэффициентом разубоживания: $Р = (С_н-С_д) / С_н \cdot 100$ %, где $С_н$ – содержание полезного компонента в балансовых рудах, $С_д$ – содержание в добытой рудной массе.

Потери возникают в процессе разработки месторождения потому, что извлечь полезное ископаемое удается не полностью. Часть запасов остается за контуром отработки. Величина потерь оценивается коэффициентом разубоживания: $П = (З_т-З_д) / 100$ %, где $З_т$ – запасы теряемые, $З_д$ – запасы добытые.

Каждый способ разработки имеет достоинства и недостатки. По данным П. П. Ясковского к ним относятся:

- открытая геотехнология – высокая производительность, но небольшие глубины отработки и существенный экономический ущерб;
- подземная геотехнология – отработка на больших глубинах, но значительные потери полезного ископаемого в недрах и тяжелые условия труда;
- скважинная геотехнология – возможность извлечения полезных компонентов в сложных горно-геологических условиях, но необходимы особые предпосылки для создания подвижных флюидов.

Достоинства и недостатки разных способов разработки тесно связаны с определенными горнотехническими условиями. К ним относятся:

а) *Глубина залегания* – один из важнейших горнотехнических показателей, определяющих способ добычи.

При малой глубине залегания применяется открытый способ добычи. Он позволяет развить большую производительность, обеспечить высокую эффективность, низкую себестоимость и более безопасные условия ведения горных работ. Экономическая эффективность добычи определяется коэффициентом вскрыши – отношением объемов (или масс) вскрыши и полезного ископаемого. Предельный коэффициент вскрыши и, соответственно, предельная глубина открытой разработки находится технико-экономическими расчетами. Максимально допустимый коэффициент вскрыши зависит от ценности полезного ископаемого и ориентировочно составляет: для строительных материалов 3 $м^3/м^3$, для углей 6 $м^3/м^3$, для черных металлов 10 $м^3/м^3$, для цветных металлов до 40 $м^3/м^3$. Глубина карьеров открытой добычи не превышает 500 м, но есть проекты глубиной до 700-800 м.

При глубоком залегании полезного ископаемого применяется подземный (шахтный) способ добычи. Он менее производительный и более дорогой по сравнению с открытым способом. Глубина работ колеблется от десятков метров до первых километров. К глубоким относятся шахты, отрабатывающие рудные тела на отметках от 600 (700) до 1000 (1200) м, к весьма глубоким – с глубиной от 1000 (1200) до 2500 м. С глубины 2500 м начинаются сверхглубокие шахты. Они достигнуты при эксплуатации золоторудных месторождений: Морроу-Велью (Бразилия, более 2500 м), Колар (Индия, более 3300 м), Витватерсранд (ЮАР, около 4000 м).

При проходке подземных горных выработок с глубиной увеличивается горное давление (в среднем 2,5 МПа на 100 м) и температура (в среднем 3 ^{0}С на 100 м). При подземной геотехнологии горное давление может проявляться в виде сдвижения, пучения. стреляния пород вплоть до горных ударов. С целью предотвращения горных ударов применяются специальные технологии выемки массива горных пород.

Условия залегания во многом определяют систему разработки месторождений (в первую очередь, подземной). По значению угла падения различают залегания горизонтальные и весьма пологие (0-5^0), пологие (5-25^0), наклонные (25-45^0), весьма крутые (60-90^0). Имеет значение и выдержанность угла падения в пределах блоков добычи

руды. Если угол падения устойчивый, то независимо от его значения ($0\text{-}90^0$) залежь считается выдержанной.

Высокая степень тектонической нарушенности усложняет ведение горных работ. Наибольшие неприятности доставляют малоамплитудные разрывные нарушения, которые не удается надежно выявлять в процессе разведки. Они приводят к повышению потерь и разубоживания руды при добыче, служат причиной неустойчивости и обрушения кровли, прорывов воды и т. д.

Более надежно при разведке выявляются крупные разрывные нарушения с амплитудой в десятки-сотни метров. Они служат естественными границами шахтных полей, участков, блоков добычи.

Мощность залежей является параметром, определяющим технологию добычи. В горном деле выделяются пять классов залежей: 1) тонкие 1,0-1,5 м; 2) средние от 1,0-1,5 до 3-4 м; 3) мощные от 3-4 до 8-10 м; 4) весьма мощные 10-50 м; 5) сверхмощные более 50 м. При изменении класса мощности возможно изменение системы разработки. Поэтому при разведке необходимо выделение геологически однородных блоков (ГОБов), которые заслуживают применения единой технологии добычи. ГОБы при этом приобретают статус технологически однородных блоков (ТОБов).

Кондиционным требованием, предъявляемым к залежам полезных ископаемых, является минимальная промышленная мощность. Она представляет собой минимальную мощность тела полезного ископаемого, при которой его разработка экономически выгодна. Выше этого значения мощность считается рабочей (или кондиционной), ниже – нерабочей (некондиционной). Так как мощность залежей меняется в пространстве, то внутри них могут появляться некондиционные участки или блоки, создавая прерывистость оруденения.

Инженерно-геологические и гидрогеологические условия играют существенную роль при проектировании и ведении горных работ (Поротов, 2004).

Физические свойства (скальные или слабосвязанные грунты), трещиноватость, расслоенность, наличие зон дробления, проявленная анизотропия свойств определяют устойчивость горных пород и руд при добыче сырья, а также размеры эксплуатационных блоков, значение углов откоса бортов карьера и т. д.

Обводненность месторождения определяется насыщенностью горных пород и руд подземными водами и зависит от совокупности факторов. К гидрогеологическим факторам относятся: количество водоносных горизонтов, условия их питания, фильтрационные свойства пород, оценка возможного водопритока в эксплуатационные выработки, состав и агрессивность подземных вод.

Инженерно-геологические факторы включают: проницаемость, набухаемость, размокаемость, коэффициент размягчения и др.

На месторождениях, где развиты карстовые процессы, существенную роль играют глубина и интенсивность развития карста. Выявляются зоны обводнения и поглощения воды, рассматривается возможность обрушения горных пород в зоны карста.

По результатам выполненных исследований должен быть сделан прогноз *экологических последствий* ведения горных работ, решен вопрос о необходимости и объеме природоохранных мероприятий.

Необходимо учитывать, что при ведении горных работ значительную площадь занимают отвалы или отходы горного предприятия. При необходимости следует предусматривать комплекс работ по укреплению отвалов, их рекультивации, очистке рудничных вод от вредных примесей и создании водохранилищ для их накопления. Должны быть оценены последствия осушения окружающей территории вследствие понижения уровня подземных вод.

ФОРМЫ РУДНЫХ ТЕЛ

Форма рудных тел является одним из ведущих факторов, определяющих методику проектируемых разведочных работ.

По своей сути, форма рудных тел определяется соотношением трех параметров: длины по простиранию, длины по падению и мощности.

Обозначим длину по простиранию Дпр, длину по падению Дпад, мощность М. Тогда формы рудных тел при всем своем многообразии могут быть сведены к трем основным группам (рис. 6).

1. *Изометричные*, Дпр ≈ Дпад ≈ М. В эту группу относятся штоки и гнезда.

Штоки – рудные тела средних и мелких размеров, по форме близкие к цилиндру: изометричные или эллипсовидные в плане и столбообразные в разрезе.

Гнезда – небольшие изометричные тела, характерные для камнесамоцветного сырья, редких и благородных металлов.

2. *Плоские*, Дпр ≈ Дпад >> М. К плоским, или плитообразным телам относятся, в первую очередь, пласты и жилы.

Пласты – это согласные плитообразные тела. Залегают согласно, то есть параллельно вмещающим породам. Пласт соответствует осадочному слою. Выделяются также *пластообразные залежи,* которые отличаются от пластов меньшими размерами, а также меньшей выдержанностью.

Жилы – секущие плитообразные тела. Их границы пересекают контакты вмещающих пород. Жилы, как и магматические дайки, –тела выполнения трещин. Жилы могут быть простыми, а также сложными, ветвящимися и т. п.

3. *Линейные*, Дпр >> Дпад ≈ М или Дпад >> Дпр ≈ М. Эта группа объединяет рудные тела, вытянутые в одном направлении. Если преобладающим размером является длина по простиранию, образуются *рудные ленты*, типичные для речных (аллювиальных) россыпей. Если наибольший размер отвечает длине по падению, то рудные тела имеют столбообразную или трубообразную форму. *Рудные столбы и трубы* приурочены обычно к пересечениям разломов или к вулканическим жерлам.

Широким распространением для обозначения формы рудных тел пользуются в геологии термины «штокверк» и «линза».

Штокверк представляет собой минерализованный объем горных пород. Обычно это массивы магматических пород или их части, насыщенные многочисленными разноориентированными прожилками и вкрапленностью рудных минералов. Такие рудные тела не имеют естественных природных границ и оконтуриваются по данным опробования. Обычно штокверки имеют форму, близкую к изометричной. Однако нередко

минерализованные зоны штокверкового типа, приуроченные к разрывным нарушениям (*линейный штокверк*; тогда их форма будет плоской или линейной.

Термин «*линза*» также не имеет однозначного морфологического содержания. Короткую и толстую линзу можно отождествить с гнездом. Плоские линзы соответствуют плоским рудным телам: согласным, если линза расположена параллельно контактам вмещающих пород, и секущим, если линза залегает косо. Наконец, линзы могут вытягиваться в одном направлении, образуя линейные рудные тела.

Кроме того, нередко встречаются рудные тела сложной, или комбинированной формы. Обычно они представляют собой сочетания или комбинации тел, принадлежащих к разным группам. Наиболее распространены крестообразные, грибообразные, седловидные и пр.

ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВЕДКИ

Установление принадлежности изучаемого месторождения к конкретному промышленному типу способствует выбору системы его разведки. Уже на стадии оценочных работ эта задача должна решаться. В то же время месторождения одного и того же промышленного типа нередко характеризуются разными размерами, формой рудных тел, разной сложностью внутреннего строения (минеральным составом, текстурно-структурными особенностями, типами и сортами руд, содержанием полезных и вредных компонентов). Для обоснования системы разведки, технических средств и методических приемов большое значение приобретает *группировка месторождений* по сложности геологического строения для целей разведки, учитывающая накопленный опыт их разведки и разработки (Комплексная …, 1990).

Впервые на необходимость группировки месторождений полезных ископаемых по сложности строения в зависимости от вычисленных значений коэффициентов вариации мощности и содержания полезных компонентов указано в работах В. М. Крейтера, Д. А. Зенкова, Н. В. Барышева, В. И. Красникова и др. В обобщенном виде группировка была предложена В. М. Крейтером в 1940 г. Все месторождения, исходя из учета формы и размеров рудных тел, разделены на пять групп (Крейтер, 1961): 1) пластовые и пластообразные тела, занимающие стратиграфический горизонт (или к нему приуроченные), и россыпи; 2) очень крупные залежи, неправильные тела и минерализованные массивы штокверкового и гнездового распределения, залегающие в разных крепких породах; 3) жило- и линзообразные тела в разных породах; 4) трубчатые и ветвящиеся залежи небольшого масштаба; 5) мелкие гнезда, штокверки, линзы, карманы и трубки в разных породах.

Разработанные В. М. Крейтером принципы группировки месторождений по факторам, определяющим методику их разведки, были положены в основу большинства последующих группировок и учитывались во всех поколениях инструкций ГКЗ СССР по применению классификации запасов. Они нашли отражение и в последнем опубликованном варианте группировок месторождений различных полезных ископаемых для целей разведки (Методические рекомендации…, 2007).

Многими авторами отмечалось, что принятые группировки базируются на качественных признаках, исходя из опыта разведки и разработки объектов. Например, геологическое строение простое, сложное, очень сложное; распределение полезных компонентов равномерное, неравномерное, крайне неравномерное. Поэтому установление группы сложности месторождения, основанное только на качественных критериях, во многих случаях оказывается спорным.

Группировку месторождений (или отдельных тел) полезных ископаемых по сложности геологического строения, основывающуюся на исследовании изменчивости их основных свойств, предложили В. И. Бирюков и М. Н. Денисов (1985). При этом рекомендуется использовать количественные показатели (табл.). Подобный подход отражен в последних вариантах группировки месторождений, предлагаемых ГКЗ в подготовленных Методических рекомендациях (2007). Так, при группировке месторождений железных руд рекомендуется использовать количественные характеристики основных свойств оруденения (табл.). Однако следует отметить, что значения таблиц характеризуют наибольшую степень разведанности месторождения или их частей перед началом эксплуатации. С уменьшением детальности изучения числовые значения признаков могут изменяться: q уменьшается с уменьшением числа наблюдений на прерывистых объектах; K_ρ и V меняются непредсказуемо: то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения. В этом проявляется слабость классификационных числовых признаков. Совершенствование подобных группировок должно основываться на учете особенностей отдельных видов минерального сырья; внедрении геофизических методов исследований, учитывающих контрастность физических свойств рудных тел и вмещающих пород (Шевелев, 2004). Помимо этого, разрабатываемые группировки месторождений должны способствовать рациональному проведению всего геологоразведочного процесса – от проектирования работ до их завершения. Первый тип группировок – морфологический, его следует использовать при проектировании и производстве ранних стадий разведочного процесса. Второй тип, содержащийся в Методических рекомендациях ГКЗ, позволяет относить объект к определенной группе и определять необходимое соотношение разных категорий подсчитываемых запасов с учетом критерия предпринимательского риска.

На практике используется группировка месторождений по сложности геологического строения, предусмотренная Классификацией запасов…(2007). Согласно этому документу необходимая и достаточная степень разведанности запасов твердых полезных ископаемых определяется в зависимости от сложности геологического строения месторождений. По данному признаку месторождения подразделяются на следующие группы.

1-я группа. Месторождения (участки недр) простого геологического строения с крупными и весьма крупными, реже средними по размерам телами полезных ископаемых с ненарушенным или слабо нарушенным залеганием. Характеризуются устойчивой мощностью и внутренним строением, выдержанным качеством полезного ископаемого, равномерным распределением основных ценных компонентов. В процессе разведки возможно выделение запасов категорий *A, B,* C_1 и C_2. Примеры месторождений:

Джезказганское и Коунрадское меднорудные; Талнахское медно-никелевое; Никопольское и Чиатурское марганцевых руд; Лисаковское и Аятское железорудные и др.

2-я группа. Месторождения (участки недр) сложного геологического строения с крупными и средними по размерам телами с нарушенным залеганием, неустойчивыми мощностью и внутренним строением, либо невыдержанным качеством полезного ископаемого и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Ко 2-ой группе также относятся месторождения углей, ископаемых солей и других полезных ископаемых простого геологического строения, но со сложными горно-геологическими условиями разработки. В процессе разведки возможно выделение запасов категорий *B, C_1* и C_2. Примеры месторождений: Гайское, Сибайское, Учалинское меднорудные; Кальинское и Черемуховское бокситов; Гусевогорское и Качканарское титано-магнетитовых руд и др.

3-я группа. Месторождения (участки недр) очень сложного строения со средними и мелкими по размерам телами полезного ископаемого с интенсивно нарушенным залеганием, изменчивыми мощностью и внутренним строением, невыдержанным качеством и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Запасы разведуются по категориям C_1 и C_2. Примеры месторождений: Красногвардейское, Октябрьское, Тарньерское медных руд; Мугайское, Аятское бокситов; Садовское, Рубцовское свинцово-цинковых руд; Удерейское сурьмяное; большинство золоторудных месторождений.

4-я группа. Месторождения (участки недр) с мелкими, средними по размерам телами с чрезвычайно нарушенным залеганием и резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения, крайне неравномерным качеством полезного ископаемого, прерывистым гнездовым распределением основных ценных компонентов. Запасы разведуются преимущественно по категории C_2. Примеры: месторождения пьезооптического кварца, оптического кальцита; камнесамоцветного сырья; Ховуаксинское кобальтовое; Актайское ртутное; Шахтаминское молибденовых руд, Чорух-Дайронское вольфрамовых руд и др.

Согласно утвержденной Классификации (2007) регламентированное соотношение запасов разных категорий на разведанных месторождениях полезных ископаемых в настоящее время не требуется: это соотношение определяет владелец лицензий самостоятельно с учетом планируемого предпринимательского риска.

По степени изученности месторождения подразделяются на разведанные и оцененные.

К разведанным относятся месторождения (участки недр), запасы которых, качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение в установленном порядке. Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивается возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;
- вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, достаточной для проектирования

рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением полезных компонентов (имеющих промышленное значение) и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

- запасы других совместно залегающих полезных ископаемых (породы вскрыши, подземные воды, отнесенные на основании кондиций к балансовым), изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;
- гидрогеологические и инженерно-геологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;
- достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого, качестве и количестве запасов подтверждены на представительных для месторождения участках детализации;
- подсчетные параметры кондиций установлены на основании ТЭР, позволяющих определить масштаб и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности;
- рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду; даны рекомендации по снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий.

К оцененным относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки и разработки. По степени изученности они должны удовлетворять следующим требованиям:
- обеспечивается возможность квалификации всех или большей части запасов по категории C_2;
- вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого;
- гидрогеологические, инженерно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели;
- достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого подтверждена на участках детализации; подсчетные параметры кондиций установлены на основании укрупненных ТЭР или приняты по аналогии с месторождениями, находящимися в сходных горно-геологических условиях;
- оценено возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду.

НЕОДНОРОДНОСТЬ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ НЕДР, ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И СПОСОБЫ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ

Исследование неоднородности скоплений полезных ископаемых

При изучении минерализованных участков недр как объектов разведки используется *концепция относительной элементарности.* В соответствие с этой концепцией объект исследования рассматривается в качестве сложной системы, состоящей из множества условно неделимых элементов и объединенных между собой совокупностью условно неделимых связей (Каждан, 1979). Выяснение взаимосвязи и пространственных взаимоотношений элементов неоднородности системы обеспечивает понимание ее структуры.

В изучаемой системе каждый элемент представляет условно неделимую структурную единицу. Однако абсолютно неделимых структурных элементов в действительности нет. Концепция относительной элементарности приводит к представлению о строении материального мира, в том числе, геологических объектов, как об иерархии структурных уровней материи с наличием множества дискретных, условно неделимых структурных единиц в пределах каждого из них.

При детализации наблюдений выявляется неоднородность ранее выделенных условно неделимых структурных элементов и появляется возможность расчленения их на более мелкие единицы. Они характеризуют неоднородность изучаемого объекта уже на более детальном структурном уровне.

При решении геологоразведочных проблем задача сводится к изучению неоднородности природных скоплений полезных ископаемых, их структуры и анизотропии строения как основы для выяснения *изменчивости важнейших свойств полезного ископаемого в недрах.* Познание изменчивости геологических, технологических и горнотехнических свойств определяет обоснование методики разведочных работ, влияет на их последовательность, геолого-экономическую оценку месторождений, эффективность технологии разработки и переработки минерального сырья.

А. Б. Каждан (1974) предлагает при изучении рудоносных территорий выделять шесть последовательных структурных уровней строения минерализованных недр:
- минерализованной зоны (толщи);
- тела полезного ископаемого;
- морфологически обособленного участка тела полезного ископаемого;
- локального обособления участка тела полезного ископаемого (рудного гнезда);
- минерального агрегата;
- минерального зерна или кристалла полезного минерала.

На рис. 7 показана модель одного из флюоритовых месторождений, где отражены разные природно-структурные уровни проявленной минерализации (Каждан, 1977).

Позднее при рассмотрении вопроса о *системном подходе к изучению недр* А. Б. Каждан (1984) предложил задействовать в практике прогнозно-металлогенических исследований развернутую иерархию структурных уровней минерализованных участков недр, включающую большее количество структурно-однородных единиц (от региональных к локальным). Эта систематика призвана обеспечить возможность создания геологических моделей развития рудообразующих процессов при любых масштабах исследования территорий. Выделены следующие уровни строения:
- металлогеническая провинция;

- металлогеническая область;
- рудный район;
- рудный узел;
- рудное поле;
- месторождение полезного ископаемого;
- продуктивная (минерализованная) зона (толща) полезного ископаемого;
- продуктивная залежь (тело) полезного ископаемого;
- морфологически обособленный участок (блок) залежи полезного ископаемого;
- локальное скопление полезного ископаемого (объем селекции или добычи);
- минеральный агрегат, состоящий из зерен полезного минерала;
- зерно, кристалл или обломок полезного минерала.

Отмечено, что количество выделяемых в процессе разведки последовательных уровней может быть изменено в зависимости от целей и задач исследований и от совокупности изучаемых свойств полезного ископаемого.

При обосновании шага опробования, размеров отбираемых проб и расстояний между пунктами наблюдений определяющее значение приобретает исследование соотношений линейных элементов неоднородности (Каждан, 1977; Четвериков, 1984; Шевелев, 2004). Смысл этого утверждения заключается в том, что строение одного и того же природного скопления полезного ископаемого может быть оценено как *однородное* при достаточно больших размерах проб и как *неоднородное* при размерах проб, уменьшенных до определенного предела (рис. 8). При изучении штокверка «длинными» пробами строение штокверка представляется как однородное. Если же уменьшить длину пробы, то строение штокверка следует признать неоднородным.

Учитывая соотношение размеров элементов неоднородности и линейных размеров проб предлагается выделять *три типа неоднородности:*
- неоднородность высшего порядка – линейные размеры элементов неоднородности во много раз меньше линейных размеров проб, а общее их число в каждой пробе очень велико;
- эффективную неоднородность – линейные размеры элементов неоднородности примерно на порядок меньше линейных размеров проб, а их число в объеме пробы сравнительно невелико (последние десятки – первые сотни);
- неоднородность низкого порядка – линейные размеры элементов неоднородности превосходят размеры проб.

Изменчивость свойств полезных ископаемых

Неоднородность природных скоплений полезных ископаемых проявляется в *изменчивости их свойств.* Под изменчивостью понимается непостоянство значений признаков в разных точках пространства. На основе количественных характеристик изменчивости свойств полезных ископаемых решаются основные методические вопросы поисков, разведки, опробования и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых (Каждан, 1977, 1984). Если бы изменчивость себя не проявляла, то одно единственное наблюдение в любой точке (например, разведочное пересечение) давало бы полное и точное представление обо всем изученном объекте.

При дискретной сети наблюдений геологическая неоднородность низшего порядка проявляется как случайная, так и как неслучайная пространственная изменчивость изучаемого свойства, но чаще всего – как сумма обеих составляющих изменчивости.

Для *случайной изменчивости* характерна независимость друг от друга значений признака, наблюдаемого в разных точках залежи (в том числе и смежных). Они не зависят от расстояния между пунктами наблюдений и имеют по всем направлениям характер случайных беспорядочных колебаний (рис. 9 б). Случайная изменчивость может быть количественно охарактеризована методами вариационной статистики случайных величин.

Под неслучайной изменчивостью (закономерной) понимают характеристику закономерностей пространственного размещения изучаемого свойства в некотором объеме недр. Определяющим свойством неслучайной изменчивости является наличие плавных колебаний значений признаки и постоянство знака приращения на протяжении изучаемого отрезка недр. Поскольку закономерная изменчивость связана с пространственным положением пунктов наблюдения, то её называют *координированной* (рис. 9а).

В реальных условиях всегда наблюдается сочетание случайной и закономерной изменчивости в разных пропорциях. В зависимости от их сочетаний предложено выделять три градации изменчивости (Поротов, 2004): простая – преобладает закономерная изменчивость на фоне случайных колебаний; сложная – закономерная и случайная изменчивость присутствуют приблизительно в равных отношениях; весьма сложная – преобладает случайная изменчивость, а закономерная составляющая проявлена лишь в виде тенденции. Составляющая случайной изменчивости оказывает непосредственное влияние на статистическую оценку средних характеристик изучаемого свойства, определяя число наблюдений, необходимое для достижения желаемой достоверности средних оценок. Однако в практике разведки в первую очередь геологов интересует пространственная изменчивость важнейших свойств, которая может быть выражена только ее неслучайной составляющей. Неслучайная изменчивость позволяет оценить характер *анизотропии свойств* полезного ископаемого и выдержанность его строения по разным направлениям в пространстве. Направление, по которому устанавливается максимальная или минимальная скорость изменения изучаемых свойств, носит название *оси анизотропии.*

Анизотропия проявляется в результате упорядоченности пространственного размещения геолого-структурных элементов – зерен, минералов, минеральных агрегатов, располагающихся по слоистости, сланцеватости, зон трещиноватости и т. д. Характеристика анизотропии служит основой для ориентировки сети наблюдений и выбора расстояний между смежными точками по каждому из наблюдаемых направлений.

Мерой анизотропии I служит отношение среднего числа n элементов неоднородности, пересекаемых линиями, проведенными в заданном направлении, к длинам этих линий l в пределах изучаемого объема полезного ископаемого: $I = n / l$ (Каждан, 1984). Наиболее широко распространены скопления полезных ископаемых, имеющих три взаимно ортогональных направления анизотропии: жилы, россыпи, многие пластовые и пластообразные тела и залежи. В них направление максимальной изменчивости свойств совпадает с направлением мощности, а направление минимальной изменчивости – с их

вытянутостью. Промежуточное по значению направление изменчивости совпадает с шириной залежей.

Реже встречаются трубообразные и изометричные линзообразные скопления полезных ископаемых, имеющих два направления анизотропии. В них выделяется круговое сечение, перпендикулярное к длинной или к короткой оси. В плоскости кругового сечения изучаемые свойства близки к изотропным. Второе направление анизотропии совпадает с направлением оси.

Примерами изотропных скоплений полезных ископаемых являются изометрические штокверки цветных и редких металлов.

Таким образом, анизотропия и неоднородность строения природных объектов тесно взаимосвязаны и представляют собой разные формы проявления структуры изучаемых геологических образований. В то же время анизотропия любого порядка может быть выявлена в том случае, если совокупность элементов, создающих анизотропию, укладывается в размеры пробы. Большое значение имеет также учет пространственного расположения пунктов наблюдений. Чем выше природная неоднородность строения и изменчивость полезных ископаемых, тем более локальной должна быть система наблюдений при их разведке и более значительными размеры или объем отбираемых проб.

Природная изменчивость свойств полезных ископаемых представляет явление сложного и многопланового характера. Задача полного количественного описания ее практически не выполнима. Поэтому следует отличать понятие *природной изменчивости* свойств полезных ископаемых от понятия их *наблюдаемой изменчивости* по результатам геологоразведочных работ (Каждан, 1984).

Завершая обзор подходов к изучению изменчивости, приведем высказывание (Шевелев, 2004): «Как бы детально и технически качественно не производилась разведка, создаваемая на ее основе эмпирическая модель разведуемых объектов недр, является приближенным отражением действительности. Если методика разведки выбрана несоответствующей особенностям разведуемого объекта, то никакими формальными приемами и способами последующего анализа и обработки (включая применение математики и ЭВМ) нельзя исправить или уменьшить возникающие ошибки».

Способы изучения изменчивости

Способы анализа выявленной изменчивости разнообразны. Их условно можно объединить в две группы – геологические и математические. В основе каждой группы лежит выбранный тип моделей, используемых для отображения изменчивости параметров объекта.

Геологические способы.

Для отражения геологических представлений изучаемых объектов и наблюдаемых признаков используют разные виды графических (геометрических) моделей (Каждан, 1974, 1984; Поротов, 2004). Эти модели являются плоскостными графическими материалами или объемно-макетными (скульптурного, рельефного, скелетного и др. типов). Примерами плоскостных моделей являются планы в изолиниях (мощности, содержаний, метропроцентов и др.), гипсометрические и погоризонтальные планы, разного вида графики по направлениям, проекции рудных скоплений на вертикальные или

горизонтальные плоскости и т. д. На графических материалах отображаются степень, характер и структура изменчивости параметров месторождения или их совокупность по определенным сочетаниям, площадям. Надежная геологическая обоснованность и наглядность моделей делают их незаменимыми при изучении и прогнозировании изменчивости геологических объектов. Они остаются ведущим способом обоснования системы разведки месторождений. Одной из разновидностей графических моделей являются блок-диаграммы, обеспечивающие наглядное пространственное представление о геологическом строении рудных полей, месторождений, участков (рис. 10).

Геологическое моделирование представляет сложную творческую задачу, допускающую порой несколько разных решений (Поротов, 2004). Причины этого – сложность геологических процессов, которые чаще всего остаются не познанными; дискретность сети наблюдений. Изученные объемы руд и горных пород малы по сравнению с объектами, на которые распространяются результаты наблюдений. Поэтому неизбежно возникают проблемы разработки более достоверных геологических моделей.

Графические модели обеспечивают лишь качественную оценку условий залегания, формы, строения природных скоплений полезных ископаемых и отражают упрощенное представление о характере и пространственной изменчивости свойств. Поэтому математическое обоснование геологических моделей, математический анализ изменчивости геолого-промышленных параметров выбранной модели становится необходимым. Приступить к математическому моделированию можно только создав удовлетворительную геологическую модель объекта. Геологическая модель должна отражать разделение объекта на блоки с разными типами изменчивости, тектонические смещения рудных тел, первичную и вторичную зональность и иные особенности. Игнорирование этих признаков объекта делает последующую математическую оценку изменчивости не корректной.

Математические способы

Математические методы, применяемые для изучения и прогноза изменчивости параметров геологических объектов, многочисленны и разнообразны. Задачей настоящего обзора является: дать общее представление об основных направлениях математического моделирования в рамках рассматриваемой проблемы; кратко охарактеризовать наиболее распространенные математические способы изучения изменчивости; указать области их применения и практическую значимость получаемых результатов (Поротов, 2004).

Вопросы математического моделирования широко освещены в многочисленных научных публикациях и учебной литературе. Эта информация отражена в учебниках и учебных пособиях (Каждан, 1974, 1984, 1990; Погребицкий и др., 1977; Поротов, 2004; Волков, 2006 др.). Более подробно проблемы изучения изменчивости параметров месторождений рассматриваются в специальных дисциплинах: «Математические методы моделирования в геологии», «Геометризация и анализ геологических полей», «Основы компьютерных технологий решения геологических задач».

Считается, что геологические объекты относятся к «плохо организованным природным системам». Они не поддаются точному количественному описанию и, как правило, взаимосвязь между их параметрами не может быть выражена строгими законами.

Приходится создавать модель, дающую лишь приближенное представление о строении объекта и протекавших в объеме залежей рудообразующих процессах. Чем более точные представления будут получены исследователями об изучаемом объекте, тем объективнее будет подобрана соответствующая его особенностям цифровая модель, более надежные и представительные результаты получены при анализе материалов.

На базе геологических моделей созданы разные математические модели. Кратко охарактеризуем лишь некоторых из них:

- статистическая модель;
- геостатистическая модель;
- модели на основе случайной функции;
- разностные модели;
- геометро-статистическая модель.

Статистические модели. Их использование целесообразно, если в наблюдаемой изменчивости признака практически отсутствует закономерная составляющая и, следовательно, геометризация признака в изучаемом объеме недр практически невозможна.

Применение одномерной статистической модели основано на предположении о независимости значений изучаемого признака. В общем случае можно лишь считать, что чем выше степень изменчивости признака, тем полученные результаты ближе к статистической совокупности. Опыт показывает, что формулы математической статистики дают достаточно достоверные результаты при изучении изменчивости месторождений золота, платины, алмазов, редких и отчасти цветных металлов, мусковита и др., но оказываются ненадежными при оценке изменчивости залежей многих осадочных полезных ископаемых.

В практике разведочных работ одномерные статистические модели используются, главным образом, для численной оценки степени изменчивости геолого-промышленных параметров тел полезных ископаемых и месторождений, а также оценки точности полученных результатов. Важнейшими характеристиками таких моделей являются среднее значение изучаемого параметра $x_{ср}$, дисперсия s^2, среднеквадратичное отклонение s и коэффициент вариации V.

Поскольку у реальных геологических объектов обычно проявлено сочетание случайной и закономерной составляющих изменчивости, статистические модели, считающие все изменения случайными, показывают завышенную оценку. Во избежание этого необходимо выделять и исключать закономерную составляющую и рассчитывать коэффициент вариации только по данным выделенной случайной составляющей изменчивости.

При разведке месторождений выборки чаще всего характеризуются небольшими объемами. Поэтому оценку среднего значения оцениваемого параметра можно рассматривать как случайную величину, не соответствующую математическому ожиданию. Последнее и представляет собой истинное среднее значение этого параметра для генеральной совокупности – геологического объекта в целом. Поэтому одной из решаемых задач является выбор лучшего способа вычисления этой оценки и определение степени ее точности.

Статистические оценки могут быть точечными (выражены определенным числом) и интервальными (указывается интервал значений, в пределах которого находится истинное значение величины при заданной вероятности этого события) (Каждан, 1984).

При сравнении изменчивости параметров разной размерности наряду с абсолютной используют относительную величину (коэффициент вариации), обычно выражаемую в процентах:

$$V = (\frac{\sigma}{x_{\text{ср}}}) \cdot 100$$

Использование коэффициента вариации при оценке изменчивости имеет смысл в тех случаях, когда необходимо рассчитать средние значения геолого-промышленных параметров и погрешности их определения. Поэтому статистическая модель обычно применяется для изучения изменчивости содержания компонентов в рудах и мощностей тел полезных ископаемых, но она не эффективна при анализе условий залегания этих тел, их внутреннего строения и изменчивости качества нерудных полезных ископаемых (известняк, доломит, гипс и др.).

Геостатистическая модель. Предложена Ж. Матероном (Матерон, 1968) в шестидесятых годах прошлого столетия. Основана на предположении, что результаты наблюдений зависят от расположения пунктов наблюдений. При смещении начального пункта наблюдений результаты измерений меняются. По этой причине их рассматривают как случайные величины. При этом средний квадрат разности измеренных значений зависит только от расстояния между пунктами наблюдений.

Основной инструмент геостатистики – вариограмма – используется для анализа и описания пространственной корреляционной структуры между произвольно размещенными реальными данными наблюдений. Вариограмма измеряет степень корреляционной связи между пробами в пространстве. Она обычно характеризуется 3-мя главными параметрами (рис. 11).

- *Эффект самородка* – это случайная составляющая дисперсии проб, которая показывает насколько велико различие содержаний в очень близко расположенных образцах. Величина эффекта самородка зависит от сети опробования месторождения и степени ее изменчивости. Название этого параметра введено при оценке месторождений золота, где часто встречаются непредсказуемые «ураганные» содержания металла.
- *Порог вариограммы* – это величина дисперсии проб. Когда вариограмма достигает порога, она часто выполаживается и больше не растет.
- *Зона влияния* – это максимальное расстояние, на котором между пробами еще существует корреляция. На меньших расстояниях (с определенной долей вероятности) можно предсказать содержание в точке массива по данным опробования, а на больших дистанциях – не имеем права. Вариограмма достигает порога на расстоянии, равном зоне влияния. На графике – это расстояние по оси абсцисс от начала координат до точки пересечения теоретической вариограммы с линий порога.

Вариограмма рассчитывается как сумма квадратов разности содержаний между пробами, отстоящими друг от друга на расстоянии h, отнесенная к удвоенному числу пар проб. Функция экспериментальной вариограммы имеет следующий вид:

$$\gamma(h) = \frac{\sum\left(C_i - C_{(i+h)}\right)^2}{2N},$$

где C_i – содержание элемента в точке i,

$C_{(i+h)}$ – содержание элемента в точке, отстоящей на расстояние h от «i» пробы.

Анализ вариограмм необходим для изучения пространственной неоднородности минерализации и расчета исходных параметров для оценки содержаний с помощью кригинга. Выполнение подобных исследований оправдано в тех случаях, когда предполагается наличие на месторождении жильных тел или рудных зон, прослеженных на значительные расстояния, а также если месторождение характеризуется рассеянной минерализацией с неопределенным типом анизотропии. В прикладном плане знание параметров пространственной изменчивости рудной минерализации дает возможность существенно сэкономить средства на разведочные работы, так как наличие вариограмм позволяет уверенно рассчитывать уровень содержаний между буровыми скважинами без дополнительного сгущения буровой сети, а также обосновывать оптимальную густоту разведочной сети. Выявленные закономерности распределения полезных компонентов в пространстве позволяют более надежно интерполировать значения содержаний, оценивать достоверность запасов.

Расстояние, на котором достигается порог (зона влияния), может меняться в зависимости от направления, вдоль которого оценивалась вариограмма. Например, в случае пластовой залежи изменчивость содержаний по простиранию пласта будет меньше, нежели вкрест простирания. Этот феномен называется геометрической (или дирекционной) анизотропией минерализации (Поротов, 2004). В случае если в разных направлениях вариограммы имеют разный порог, анизотропия называется зональной.

При моделировании вариограммы необходимо выбрать соответствующий тип модели. Существуют следующие основные типы вариограммы: линейная, общая линейная (линейные графики), сферическая, экспоненциальная, гауссова, с дырочным эффектом (криволинейные графики). Чаще всего используют сферическую или экспоненциальную модели (рис. 12).

Исследование пространственной изменчивости содержаний полезного компонента с помощью геостатистической модели проведено на одном из золоторудных месторождений Казахстана. Работа выполнена студентом-дипломником М. А. Дресвянниковым (2017). При обобщении материала за основу взята концепция, что традиционными рудоконтролирующими для золотого оруденения считаются структуры северо-восточного направления. Поэтому все первичные геохимические ореолы привязывались к ним, в том числе и ореолы золота.

Для анализа пространственного распределения золота с помощью программы LeapFrogGeo построены 3D модели, отражающие пространственное распределение содержаний золота. В результате на месторождении выделено 6 зон по преобладающему направлению простирания минерализованных зон (рис. 13).

По каждой выделенной зоне рассчитывались экспериментальные вариограммы. Для более наглядного представления построены поверхности вариограмм, представляющие собой розы-диаграммы, на которых в зависимости от направления и расстояния вынесены

значения функции вариограммы (γ). На рис.14-16 интенсивность закраски отражает изменение значений дисперсии, приведенные к шкале; стрелками показаны направления минимальной изменчивости золота. В первой зоне (рис. 13) северо-восточное направление минимальной изменчивости соответствует вытянутости рудоносной зоны. Зона 2, находящаяся в центральной части месторождения, уже имеет изотропное строение (рис. 15), которое может быть объяснено пересечением двух преобладающих на месторождении направлений распространения золоторудной минерализации (северо-западного и северо-восточного). В третьей зоне (рис. 16) направление изменчивости изменяется на противоположное, характерное для дисперсии первого участка. В целом, горизонтальные вариограммы подтверждают данные, полученные при моделировании рудной зоны. Зоны 1, 4 и 5 имеют минимальные значения дисперсии в северо-восточном направлении, зоны 3 и 6 – северо-западное, 2-ая зона – изотропна по значениям изменчивости.

Выявление в результате геостатистического моделирования «нового» структурного направления (северо-западного) (рис. 16) позволило запроектировать золотодобывающей компании в этой зоне продолжение геологоразведочных работ (в рамках доразведки северо-западного фланга месторождения).

Модели на основе случайных функций могут быть использованы для количественного описания изменчивости признака (пространственной переменной) в зависимости от местоположения пунктов наблюдений. В основе модели лежит гипотеза, что значение признака является случайной функцией координат.

$$\varphi(x) = m(x) + \delta(x).$$

Случайная функция состоит из двух частей: закономерной $m(x)$ и случайной $\delta(x)$ составляющих (рис. 17).

Закономерную часть называют математическим ожиданием случайной функции. Значения случайной функции, получаемые в результате эксперимента и заранее неизвестные, называются ее реализацией. Основными характеристиками случайной функции $j(x)$ являются ее математическое ожидание, дисперсия случайной составляющей, автоковариационная и автокорреляционная функции.

Математическое ожидание $m(x)$ представляет собой наиболее вероятное значение случайной функции в точках x. Дисперсия случайной составляющей D выражается формулой:

$$D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta(x_i)$$

Автоковариационная функция $K(h)$ представляет собой среднее произведение соседних отклонений на расстоянии h:

$$K(h) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}[\delta(x_i + h)\delta(x_i)]^2 ,$$

где n – количество наблюдений; m – количество пар соседних отклонений.

Автокорреляционная функция $r(h)$ представляет собой отношение автоковариационной функции к дисперсии:

$$r(h) = K(h)/D.$$

Сложность применения случайных функций состоит в том, что результаты геологических наблюдений представляют собой, как правило, лишь одну ее реализацию. Характеристики случайной функции можно найти либо тогда, когда она является стационарной и эргодичной, либо при введении дополнительных гипотез.

Стационарной называют случайную функцию, у которой характеристики не меняются при сдвиге сети наблюдений. Она имеет постоянные математическое ожидание и дисперсию, а корреляционная функция ее зависит лишь от расстояния h между соседними пунктами наблюдения, т. е. по существу является функцией одного аргумента. *Эргодичной* именуют стационарную случайную функцию, одна реализация которой на большом интервале эквивалентна большому числу реализаций на малом интервале.

Модель на основе стационарной случайной функции предполагает, что математическое ожидание – величина постоянная, т. е. закономерные изменения признака в пространстве отсутствуют. Тогда математическое ожидание (оценка математического ожидания) равно среднему значению признака: $m(x) = j_{ср}$, а случайные отклонения находят по формуле $d(x) = j(x) – j_{ср}$. Дисперсия, автоковариационная и автокорреляционная функции вычисляются по формулам, приведенным выше.

Из перечисленных характеристик наибольший интерес представляет *автокорреляционная функция* $r(h)$, которая показывает степень связи соседних значений признака в зависимости от шага наблюдений h. При $h = 0$ корреляционная функция $r = 1$; с увеличением шага наблюдений значение r убывает и стремится к нулю. Предельный шаг наблюдений, при котором коэффициент автокорреляции становится неотличимым от нуля, называется радиусом автокорреляции R. Он соответствует максимальному расстоянию, на котором еще обнаруживается взаимосвязь соседних наблюдений (рис. 18).

На практике автокорреляционная функция вычисляется по дискретным данным и изображается ломаной линией. За радиус автокорреляции обычно принимают тот шаг, при котором линия автокорреляции первый раз пересекает линию абсцисс.

Автокорреляционная функция зависит от направлений изучения изменчивости параметров и поэтому дает представление об анизотропии залежей. Чем больше радиус автокорреляции в заданном направлении, тем медленнее меняется значение параметра и меньше его изменчивость. Если значение радиуса автокорреляции одинаково по всем направлениям, то геологический объект является изотропным.

Радиус автокорреляции характеризует средний размер области влияния одного наблюдения, что используется при обосновании плотности разведочной сети. Для надежного установления поведения параметра между пунктами наблюдений необходимо, чтобы расстояние между ними не превышало двух радиусов, т. е. области влияния соседних наблюдений перекрывались.

Отметим, что характеристики стационарной случайной функции отражают достоверную картину лишь при отсутствии периодичности в изменении признаков. Они должны быть согласованы с периодами, сопоставимыми с размерами изучаемого объекта. В противном случае (ритмичность разреза, периодичность появления рудных столбов или разрывных нарушений и т. д.) требуется выявление периодов и амплитуд периодической

изменчивости и вычитание ее из реализации случайной функции, чтобы значения параметра привести к стационарному виду.

Различия между геостатистической моделью и моделями типа случайных функций заключается в том, что предметом изучения геостатистики служит исследование расхождений между оцениваемой величиной Q и ее оценкой q. Сама пространственная переменная рассматривается как детерминированная функция, а вероятностный подход проявляется только при оценке расхождения $\varepsilon = Q - q$.

При использовании моделей типа случайных функций предметом исследования являются природные скопления полезных ископаемых и их свойства в недрах, а в качестве случайных величин рассматриваются не дисперсии оценок, а значения всех наблюдаемых свойств. В строении полезных ископаемых выявляются элементы их неоднородности, а характеристики изменчивости изучаемых свойств оцениваются не в заведомо заданных объемах недр, а на том структурном уровне, который выявляется принятой сетью наблюдений.

Разностные модели изменчивости основаны на изучении приращений значений признака между соседними точками наблюдения и имеют целью исключение влияния закономерной составляющей изменчивости для более правильной характеристики случайной изменчивости.

Модель со вторыми разностями впервые предложена Д. А. Казаковским (Казаковский, 1948) и нашла широкое практическое применение. Метод Д. А. Казаковского разработан для правильных квадратных сетей и позволяет оценивать изменчивость геолого-промышленных параметров, которые могут быть изображены в виде топографических поверхностей, главным образом для изучения изменчивости мощности тел полезных ископаемых. Сначала вычисляют первые разности значений признака по соседним точкам:

$$\Delta'_t = \varphi_{i+1} - \varphi_i$$

а затем находят вторые разности как приращения соседних первых разностей:

$$\Delta'_t = \Delta'_{i+1} - \Delta' = \varphi_{i+1} + \varphi_{i+2} \ .$$

Абсолютной мерой изменчивости является показатель сложности топографической поверхности μ_a, который представляет собой среднее значение абсолютной величины вторых разностей:

$$\mu_a = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} |\Delta_t^m| \ ,$$

где k – количество вторых разностей.

Относительная изменчивость признака оценивается с помощью показателя изменчивости m, который представляет собой выраженное в долях единицы отношение показателя сложности поверхности m к среднему значению изучаемого параметра $j_{ср}$.

Геометро-статистическая модель. Основоположником горно-геометрического моделирования является П. К. Соболевский. В основе созданной им модели лежит представление о функциональных связях наблюдаемых свойств с пространственными координатами. Позже его идеи нашли отражение в геометро-статистической модели, разработанной В. Ф. Мягковым (Мягков и др., 1986).

Частные значения характеристик реального поля в точках пространства неоднородны по своему составу. Они представляют собой алгебраическую сумму двух величин, называемых регулярной и случайной составляющими (компонентами) поля $U_i = f(x_i) + \delta_i$ (одномерный вариант), где *Ui* – значение переменной в *i*-той точке пространства с координатами x_i; $f(x_i)$ – значение регулярной (или закономерной) составляющей; δ_i – значение случайной составляющей (рис. 19).

Регулярной (или закономерной) составляющей поля называется детерминированная компонента, фиксирующая направленность изменения изучаемого свойства в пространстве геологического объекта. Например, закономерность выклинивания линзообразного рудного тела от центра к периферии залежи.

Случайной компонентной поля называется составляющая, обусловливающая флуктуацию ее значений относительно детерминированной переменной. Ее наличие определяется влиянием как геологических, так и технологических факторов. Например, флуктуация мощности относительно генеральной тенденции к выклиниванию линзовидного тела от центра к периферии в случае экзогенного месторождения обусловлена не только неровностями дна бассейна седиментации, но и погрешностями принятого способа измерений.

Количественное описание наблюдаемой изменчивости поля заключается в разделении ее на две составляющие, определении амплитуды каждой из них и уровней изменчивости. Закономерная изменчивость определяется построением аппроксимирующей функции, получаемой аппроксимацией исходных значений параметра, а случайная изменчивость оценивается среднеквадратичным отклонением исходных наблюдений от графика аппроксимирующей функции.

Построение начальной аппроксимирующей поле функции на каждом одномерном сечении осуществляется по данным регуляризации измерений в соответствии с формулой, выведенной при условии четырехкратного последовательного сглаживания по двум точкам (Мягков, 1984):

$$U_j = 0{,}0625\,(U_i + 4U_{i+1} + 6U_{i+2} + 4\,U_{i+3} + U_{i+4}),$$

где U_j – значение регулярной составляющей поля, U_i – частные значения, полученные в результате измерений или опробования по совокупности пространственно сближенных точек. При этом координаты x_j определяются либо по аналогичной приведенной зависимости (вместо U_i в формулу подставляются значения x_i), либо по упрощенной формуле:

$x_j = x_i + (j + 1) + \Delta x$, если шаг наблюдений принят в качестве постоянной величины ($j = i$+2...).

С помощью геометро-статистической модели можно выразить основные особенности пространственной изменчивости свойств геологических объектов, установить примерные числовые значения изучаемого свойства в любой точке исследуемого объекта, получить представление о его морфологии и внутреннем строении. В то же время геометро-статистические модели не обеспечивают объективную количественную оценку изменчивости изучаемых свойств. Если статистические методы не учитывают влияния

плавных, закономерных изменений, то методы геометризации игнорируют влияние многочисленных случайных отклонений по отдельным пунктам наблюдений.

Контрольные вопросы к теме 2

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте факторы, определяющие промышленную значимость месторождений.
2. Как делятся месторождения по масштабу, качеству полезных ископаемых?
3. На что влияют глубина и условия залегания тел полезных ископаемых?
4. Зачем необходимо изучать инженерно-геологические и гидрогеологические условия месторождений?
5. Как можно подразделить месторождения по форме залежей? Как влияет форма рудных тел на разведку и разработку месторождений?
6. Какие факторы положены в основу группировки месторождений для целей разведки?
7. Какие группы месторождений фигурируют в Методических указаниях ГКЗ? Как их учитывают при разведке?
8. Неоднородность строения минерализованных недр. Как она учитывается при разведке?
9. Изменчивость свойств полезных ископаемых, виды ее проявления.
10. Какие геологические способы изучения изменчивости известны?
11. Какие математические способы исследования изменчивости используют в последнее время при разведке месторождений?
12. Какие основные характеристики фигурируют при использовании геостатистической модели изменчивости?

Тема 3
Методологические основы разведки недр

ПРИНЦИПЫ РАЗВЕДКИ НЕДР

Земные недра обычно недоступны для непосредственных наблюдений. Они познаются преимущественно выборочным методом по сети пространственно разобщенных искусственных или естественных обнажений (Каждан, 1984). При этом полнота и достоверность полученных представлений о строении и составе недр зависит от густоты сети наблюдений, характера и степени неоднородности изучаемых объектов, прерывистости изучаемых свойств. Это побудило исследователей (Крейтер В. М., Каждан А. Б., Четвериков Л. И. и др.) сформулировать принципы, определяющие методологические подходы к изучению и оценке недр.

Принцип последовательных приближений предусматривает необходимость соблюдения правила: «от общего к частному». Геологические исследования начинаются с выявления крупных потенциально рудоносных площадей и отбраковки заведомо неперспективных территорий. После этого целесообразно перейти к более детальному изучению потенциально рудоносных площадей с последовательной ее разбраковкой на перспективные и неперспективные участки. В рамках реализации принципа весь геологоразведочный процесс подразделяется на три этапа и пять стадий (см. главу 5). Предложенная стадийность отражает рациональную последовательность проведения геологоразведочных работ, когда изучение недр проводится с возрастающей детальностью. Сначала выделяются общие геологические закономерности, а затем исследуются детали строения. По мере накопления разведочных данных возрастает полнота и надежность оценки объекта. Появляется возможность пространственного обособления внутри ранее выделенных условно однородных элементов геологического строения ещё более мелких структурных элементов. Вследствие ограниченности выборочных данных для суждения о свойствах и степени изученности объекта необходимо привлечение дополнительной информации, которую можно получить по принципу аналогии.

Принцип аналогии основан на положении о том, что геологические структуры и заключенные в них полезные ископаемые формировались в близких условиях. Они обладают чертами сходства условий залегания, строения и состава. Именно это обстоятельство обеспечивает подобие свойств объекта-эталона и изучаемого объекта. Степень подобия минерализованных участков недр зависит от пространственной близости и масштабов сравниваемых объектов: чем меньше их размеры и меньше расстояния между ними, тем больше проявляется сходство.

На стадии разведки можно выделить два подхода при принятии решений по аналогии: а) внутриобъектная; б) межобъектная. *Первый подход* – параметры разведочной сети принимаются близкими к изученным (и даже уже освоенным) участкам недр. Подобный подход возможен при разведке (доразведке) глубоких горизонтов месторождения, его флангов. *Второй подход* – использование данных по другим детально изученным объектам, используется при обосновании параметров разведочной сети на вновь вовлекаемых в разведку месторождениях. Этот принцип, основанный на типизации

месторождений, изложен в «Методических указаниях…», подготовленных ГКЗ при МПР РФ для отдельных типов полезных ископаемых.

Принцип максимальной эффективности является объединяющим ранее сформулированные В. М. Крейтером принципы наименьших трудовых и материальных затрат и полноты исследования (Петруха, 2003). Сущность принципа заключается в том, что в каждый момент выполнения геологоразведочных работ затраты на получение дополнительной информации не должны превышать экономических потерь, вызванных возможными просчетами в работе будущего предприятия. Полнота информации, необходимой и достаточной для строительства горнодобывающего предприятия, определяет подготовленность месторождения для промышленного освоения. Эта информация должна обеспечить достоверную характеристику разведуемого месторождения.

Достижение полноты необходимой информации осложнено крайне ограниченным объемом получаемых геологоразведочных данных по сети редких разведочных пересечений. В то же время собранная информация должна быть достаточной для принятия проектных решений по разработке месторождения и переработке добываемого минерального сырья. Здесь работает известный в математической статистике метод изучения свойств объектов на основе ограниченной по объему выборки. На каждой последовательно сменяющейся стадии изучения объекта выборка становится более представительной. В то же время из-за ограниченности геологических наблюдений, их неполноты любое проектное решение по освоению месторождения сопровождается риском, обусловленным возможными просчетами из-за неполноты собранных данных. Задача разведки – минимизировать эти риски до экономически рациональных размеров. Это возможно за счет выборочной детализации сети наблюдений на отдельных локальных участках.

Принцип выборочной детализации заключается в том, что проведение геологоразведочных работ в пределах всего объекта изучения должно сочетаться с более детальными работами на отдельных его участках (Каждан, 1984). При этом необходимо определиться с позицией эталонного участка, определить оптимальную детальность наблюдений в его пределах. Эталоны-аналоги детализационных работ должны быть представительными по отношению ко всему изучаемому объему недр. Чем типичнее окажутся эти участки, тем полнее будут критерии подобия и меньше погрешности распространения эталонных данных на весь оцениваемый объем. Рассмотрим примеры.

Согласно «Методическим рекомендациям по применению классификации запасов… (2007)» детализационные работы на стадии оценочных работ должны предусматривать обоснование в пределах локальных участков запасов категории C_1. С учетом полученных данных на этих участках следует предусмотреть опытно-промышленную разработку (ОПР) минерального сырья. В условиях действующих горных предприятий в качестве эталонов-аналогов следует использовать уже отработанные участки месторождения.

СТАДИЙНОСТЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Изучение недр с целью выявления и промышленной оценки месторождений полезных ископаемых осуществляется последовательно по стадиям, по мере отбраковки неперспективных площадей и более детальном исследовании заслуживающих внимания объектов. Стадийность охватывает все виды геологоразведочных работ и отражает рациональный порядок последовательности их проведения (Положение…, 1999). Выделяется три этапа и пять стадий геологоразведочных работ (табл. 1). Составители «Положения…» отмечают, что границы между стадиями условны и определяются масштабами ведущихся работ. Информация, получаемая на каждой стадии, по полноте и достоверности должна быть достаточной для геологического и технико-экономического обоснования геологоразведочных работ последующей стадии, либо освоения и проектирования разработки месторождения. «Положение…» носит рекомендательный характер и устанавливает общие для всех видов полезных ископаемых требования к содержанию и результатам геологоразведочных работ для отдельных стадий.

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых

Производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей основу геологического изучения территории и оценки ее минерагенического потенциала. Призвано обеспечить выявление закономерностей формирования и размещения полезных ископаемых. Основным результатом регионального геологического изучения недр является моделирование и ранжирование по экономической значимости структурно-вещественных и минерагенических комплексов, локальный прогноз и начальная геолого-экономическая оценка потенциальных объектов минерального сырья. Основными видами работ являются площадные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические съемки, наземные и аэрогеофизические работы, широкий комплекс специализированных исследований: космоструктурные, геолого-минерагенические, геохимическое картирование и другие виды изучения недр. Площадные картографические работы проводятся в масштабах: 1:15000000 и мельче – сводное и обзорное; 1:1000000 (1:500000) – мелкомасштабное; 1:200000 (1:100000) – среднемасштабное; 1:50000 (1:25000) – крупномасштабное. Для развития минерально-сырьевой базы главное значение имеют средне-крупномасштабные виды картографирования. По результатам выполненных работ выявляются и оконтуриваются прогнозные площади (минерагенические зоны, рудные районы, узлы и поля) с оценкой прогнозных ресурсов по категориям P_3, P_2, (P_1).

Этап II. Поиски и оценка месторождений

Стадия 2. Поисковые работы

Объектами исследований являются рудные районы, узлы и поля или их части, выявленные в процессе предшествующей стадии регионального геологического изучения недр, по которым имеются оцененные прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_3. Работы могут производиться и на ранее опоискованных площадях, если это обусловлено изменением представлений о геологическом строении перспективных площадей, изменением

конъюнктуры минерального сырья, увеличением глубинности исследования недр. Поиски могут проводиться в разных масштабах (обычно в пределах 1:50000-1:10000). Включают комплекс геолого-минерагенических, геофизических, геохимических и других видов и методов исследований с проходкой поисковых скважин и поверхностных горных выработок. Для поисков скрытых и погребенных объектов используется глубокое бурение в сочетании со скважинными геофизическими исследованиями. Рациональный комплекс методов формируется на основе особенностей геологического строения объекта, ландшафтно-геохимических условий проведения работ, накопленного в отрасли опыта. По совокупности полученной информации, ее комплексной интерпретации выделяются перспективные аномалии, участки. Проверка природы аномалий, вскрытие, опробование и изучение проявлений полезных ископаемых осуществляется поверхностными горными выработками и поисковыми скважинами. В отобранных пробах определяются основные и попутные компоненты, а в необходимых случаях – технологические свойства руд. На выявленных проявлениях полезных ископаемых оцениваются прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_1. На основе полученных данных выполняется геолого-экономическая оценка выявленных объектов по укрупненным показателям. Положительно оцененные проявления включаются в фонд объектов, рекомендуемых к постановке оценочных работ с выдачей соответствующих лицензий.

Стадия 3. Оценочные работы

Оценочные работы проводятся на выявленных и положительно оцененных проявлениях полезных ископаемых. Для оконтуривания площади, изучения геолого-структурных условий локализации оруденения проводится геологическая съемка в масштабе 1:25000-1:10000 и крупнее (для сложных и небольших объектов). Геологическая съемка сопровождается детальными минералого-петрографическими, геофизическими и геохимическими исследованиями, вскрытием и прослеживанием тел полезных ископаемых поверхностными горными выработками (канавы, шурфы, картировочные скважины). Все вскрытые выходы полезной минерализации подвергаются опробованию и анализу на основные и попутные компоненты.

Технологические свойства полезного ископаемого определяются по лабораторным пробам, а в необходимых случаях – по малым и большим технологическим пробам. По этим результатам намечается принципиальная схема переработки руд, обеспечивающая комплексное использование полезного ископаемого.

Во всех разведочных выработках осуществляется комплекс гидрогеологических, инженерно-геологических исследований, достаточных для обоснования вскрытия и разработки месторождения. Дается характеристика экологических условий производства добычных работ и оценка их влияния на природную среду.

Материалы, полученные при производстве оценочных работ, должны обеспечить оценку промышленного значения месторождения с подсчетом большей части запасов по категории C_2. По менее детально изученной части месторождения количественно оцениваются прогнозные ресурсы категории P_1. Достоверность данных о геологическом строении, условиям залегания и морфологии тел полезных ископаемых подтверждается на участках детализации с подсчетом разведанных запасов категории C_1.

В соответствии с рекомендациями, содержащимися в Методических рекомендациях по применению классификации запасов… (2007), на завершающем этапе оценки целесообразно выполнение на участках детализации отдельных месторождений специализированных работ – «Опытно промышленной разработки» (ОПР) в пределах локального объема минерализованных недр.

Геолого-экономическая оценка объектов осуществляется в процессе проведения работ и по их завершению. В начальный период оценочных работ проводится *оперативная геолого-экономическая оценка* прямым расчетом по укрупненным показателям. По результатам ее принимаются решения о целесообразности продолжения работ или их прекращении. После завершения стадии «Оценочные работы» разрабатываются *временные кондиции* и составляется технико-экономический доклад (ТЭД), в котором дается экономически обоснованная предварительная оценка промышленной ценности месторождения, определяющая целесообразность передачи объекта в разведку с последующим его освоением. *Месторождения,* получившие положительную экономическую оценку на оценочной стадии, *называются оцененными*.

Отчет с результатами подсчета запасов, включая обоснование «временных» кондиций и ТЭД, представляются на государственную геологическую, экономическую и экологическую экспертизу. Заключение экспертизы является основанием для постановки запасов на государственный учет.

Этап III. Разведка и освоение месторождения

Стадия 4. Разведка месторождений

Объектом разведки является закрепленная лицензией в виде горного отвода часть недр, включающая полностью или частично месторождение полезного ископаемого. Разведочные работы осуществляются с целью получения информации для проектирования строительства горнодобывающего предприятия. В «Положении…(1999)» отмечается, что в *процессе освоения месторождения* с целью расширения и укрепления минерально-сырьевой базы действующего или реконструированного горного предприятия возможно проведение *доразведки месторождения.* Эти работы предусматривают в каждом отдельном случае решение конкретных геологических задач. Например, дополнительное изучение флангов или глубоких горизонтов месторождения, уточнение технологических свойств полезного ископаемого и т. д.

При разведке завершается изучение строения месторождения с поверхности с составлением геологической карты на инструментальной основе. В зависимости от размеров, сложности геологического строения, изменчивости тел полезных ископаемых съемка проводится в масштабе 1:10000-1:1000 с применением геохимических, геофизических методов, проходкой горных выработок (канавы, шурфы, траншеи), мелких скважин. Все выходы полезных ископаемых прослеживаются, опробуются с детальностью, позволяющей выявить форму, строение, условия залегания, интенсивность и глубину проявления зоны окисления.

Разведка на глубину проводится скважинами до горизонтов, разработка которых экономически целесообразна. Месторождения сложного строения разведываются скважинами в сочетании с подземными горными выработками. Расположение горных

выработок (в случае отработки объекта подземным способом) должно обеспечить максимально возможное их дальнейшее использование при эксплуатации.

Последовательность и объемы разведочных работ, соотношение горных и буровых выработок, форма и плотность разведочной сети, методы и способы отбора проб (рядовых, групповых, технологических) определяются, исходя из геологических особенностей разведуемого месторождения. Вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучаются с детальностью, достаточной для проектирования рациональной технологии их переработки.

Гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические условия изучаются с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных для составления проекта разработки месторождения. В процессе разведки дается оценка возможных источников питьевого и технического водоснабжения, проводятся работы по выявлению местных строительных материалов, разрабатываются схемы размещения объектов промышленного и гражданского назначения, обеспечиваются природоохранные мероприятия.

Разведка завершается разработкой технико-экономического обоснования (ТЭО) *постоянных разведочных кондиций*. Производится подсчет запасов основных и попутных компонентов по категориям в соответствии с группой месторождений по сложности строения, дается детальная экономическая оценка промышленной ценности месторождения. Пространственное размещение запасов, их соотношение по категориям устанавливается недропользователем. По завершению работ *месторождение называется разведанным.*

Материалы подсчета запасов, результаты ТЭО и обоснование постоянных разведочных кондиций подлежат государственной экспертизе (геологической, экономической, экологической).

Стадия 5. Эксплуатационная разведка

Эксплуатационная разведка проводится регулярно на эксплуатируемых месторождениях с целью получения достоверных данных для безопасного ведения работ, оперативного планирования добычи, обеспечения наиболее полного извлечения из недр полезных ископаемых. Объектами изучения и оценки являются эксплуатационные этажи, блоки, уступы. Основными задачами при этом являются: уточнение контуров, вещественного состава, внутреннего строения тел полезного ископаемого, количества запасов по технологическим типам и сорта руд (с их геометризацией), уточнение гидрогеологических, горнотехнических и инженерно-геологических условий отработки по отдельным горизонтам, блокам и т. д. Подсчитываются запасы подготовленных к отработке блоков, запасы готовые к выемке.

Для обеспечения рационального использования недр ведется учет потерь и разубоживания полезного ископаемого. Определяются показатели извлечения количества полезного ископаемого и изменения его качества.

В процессе разработки месторождения при резком отклонении в отдельных его частях геологических, горнотехнических и иных условий разработки, а также при изменении экологической конъюнктуры, недропользователь имеет право разработать ТЭО

эксплуатационных кондиций. Они разрабатываются на ограниченный временной период и должны быть привязаны к конкретным участкам эксплуатации.

На протяжении разведки и эксплуатации месторождения ведется учет движения запасов в результате их прироста, добычи, переработки или списания с баланса горнодобывающего предприятия. Информация по движению запасов, добыче, потерях и обеспеченности предприятия разведанными запасами передается в федеральные и территориальные фонды геологической информации.

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Для сравнения запасов месторождений одного и того же ископаемого, учета минеральных ресурсов разной изученности в пределах страны и регионов необходимо располагать стандартизующей системой. Такой системой является *классификация запасов.*

В нашей стране классификация месторождений полезных ископаемых утверждалась многократно (1933, 1941, 1953, 1984, 1997, 2007 гг.). Последняя классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых устанавливает единые для Российской Федерации принципы их обоснования (Классификация…, 2007). Запасы полезных ископаемых подсчитываются по результатам геологоразведочных и эксплуатационных работ, выполненных в процессе из изучения и промышленного освоения. Качество полезных ископаемых изучается с учетом необходимости их комплексного использования, технологии переработки на основе определенных требований к качеству полезных ископаемых и технических условий. При этом определяются содержания основных и попутных ценных, токсичных и вредных компонентов, формы их нахождения и особенности распределения в продуктах обогащения и переработки. Объектом подсчета запасов полезных ископаемых является месторождение (или часть месторождения) твердых полезных ископаемых.

Подсчет и учет запасов по месторождению производится в единицах массы или объема в соответствии с экономически обоснованными параметрами кондиций без учета потерь и разубоживания при добыче и переработке полезных ископаемых.

По экономическому значению запасы твердых полезных ископаемых и содержащихся в них попутных компонентов подразделяются на две группы: балансовые (экономические) и забалансовые (потенциально экономические); они подлежат раздельному подсчету и учету.

К *балансовым* относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам (ТЭР) экономически эффективна в условиях конкурентного рынка при использовании техники, технологии добычи и переработки минерального сырья, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

К *забаланцевым* относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно ТЭР экономически не эффективна (убыточна) из-за низких технико-экономических показаний, но освоение которых становится экономически возможным при изменении цен на полезные ископаемые, появлении оптимальных рынков сбыта или новых технологий.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в случае, если ТЭР установлена возможность их последующего извлечения или складирования для использования в будущем.

Оценка балансовой принадлежности запасов полезных ископаемых производится на основании технико-экономического обоснования (ТЭО), подтвержденного государственной экспертизой. В рамках этой оценки должны быть предусмотрены наиболее эффективные способы разработки месторождений, предложены параметры кондиций, обеспечивающие максимально полное и комплексное использование запасов с учетом требований законодательства РФ.

Запасы полезных ископаемых по *степени геологической изученности* подразделяются на категории *A, B,* C_1 и C_2. Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых категорий P_1, P_2 и P_3 в настоящем учебном пособии не рассматриваются. Критерии их выделения в пределах минерализованных участков недр разобраны в учебных пособиях (Баранников, 2011, 2013; Коробейников, 2009; Поротов, 2012 и др.).

Запасы категории A выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й группы сложности геологического и должны удовлетворять требованиям: установлены размеры, форма и условия залегания тел полезных ископаемых; изучен характер и закономерности изменчивости их морфологии и внутреннего строения; выделены и оконтурены безрудные и некондиционные участки; установлено наличие разрывных нарушений; выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлен их состав, свойства, охарактеризовано качество сортов; изучены распределение и формы нахождения ценных и вредных компонентов в минералах и продуктах переработки; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по горным выработкам и скважинам на основе результатов их детального опробования.

Запасы категории B выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й и 2-й групп сложности строения и должны удовлетворять следующим требованиям: установлены размеры, основные особенности и изменчивость внутреннего строения, условия залегания тел полезного ископаемого, пространственное размещение безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений установлено их положение и амплитуды смещения; определены природные разновидности, выделены и при возможности оконтурены промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтуривания установлены закономерности пространственного распределения и количественное соотношение промышленных типов и сортов полезного ископаемого; определены минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок.

Запасы категории C_1 составляют основную часть запасов разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп сложности геологического строения. Также эти запасы могут выделяться на участках детализации месторождений 4-й группы. Они должны удовлетворять следующим требованиям: выяснены размеры и характерные

формы тел полезного ископаемого, основные особенности условий их залегания и внутреннего строения; оценены изменчивость и возможная прерывистость тел полезного ископаемого, наличие площадей развития мелко амплитудных нарушений; определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; установлены общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных типов и сортов, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок с учетом данных геофизических и геохимических исследований.

Запасы категории C_2 выделяются при разведке месторождений всех групп сложности, а на месторождениях 4-й группы сложности геологического строения составляют основную часть запасов, вовлекаемых в разработку. Они должны удовлетворять следующим требованиям: размеры, форма, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания оценены по геологическим, геофизическим и геохимическим данным и подтверждены вскрытием полезного ископаемого ограниченным количеством скважин и горных выработок; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок, естественных обнажений с учетом данных геофизических и геохимических исследований, геологических построений.

Учитывая определенную «монотонность» в изложении вопроса категоризации запасов и, в известной степени, повторяемость предъявляемых требований к обоснованию отдельных категорий запасов, отразим этот материал в таблице 2, приведенной в учебном пособии (Шевелев, 2004). В ней наглядно *отражены особенности* требований к запасам разных категорий.

На разрабатываемых месторождениях *вскрытые, подготовленные и готовые к выемке запасы* полезных ископаемых, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок, *подсчитываются отдельно* по категориям в соответствии со степенью их геологической изученностью.

При квалификации запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классифицированного показателя должны (или могут) использоваться количественные и вероятностные оценки *точности и достоверности* определения основных параметров. Однако конкретных количественных показателей для отдельных категорий запасов до сих пор не разработано. Свой подход в решении этого непростого вопроса рассмотрен А. Б. Кажданом (Каждан, 1977, 1984).

Нет сомнения в том (отмечает этот автор), что категория запасов определяется *густотой сети наблюдений.* В то же время *точность подсчета запасов зависит, прежде всего, от количества наблюдений в пределах разведанного участка* и в меньшей степени – от густоты сети наблюдений. При разной густоте сети, но при сопоставимом числе наблюдений в блоках различных размеров, *погрешности вычисления* среднеблочных оценок могут быть *примерно одинаковыми,* в то время как разведанность блоков будет резко различаться.

Понятия разведанность и точность подсчета запасов могли бы рассматриваться как взаимозависимые только при условии последовательной детализации разведочных данных в блоке установленного размера, когда с уменьшением расстояний между смежными точками наблюдений их количество в блоке закономерно возрастает. В практике разведки это условие обычно не выполняется. При детализации разведочных данных подсчетные блоки категории C_1 разделяются на более мелкие блоки категории *B*, а те в свою очередь на еще более мелкие блоки категории *A*. Поэтому связи между числом наблюдений и густотой разведочной сети не возникает.

Таким образом, при *оценке достоверности* результатов геологоразведочных работ необходимо различать степень разведанности запасов и точность их подсчета в заданных объемах недр (Каждан, 1977).

Степень разведанности запасов характеризуется детальностью выявления условий залегания, форм и строения полезного ископаемого, условий пространственного размещения в недрах. Количественно она может быть оценена *погрешностями геометризации* разведанных скоплений полезного ископаемого в недрах для заданной сети наблюдений.

Точность подсчета запасов может быть охарактеризована *погрешностями оценок их качества и количества* в оконтуренных объемах недр.

Из определения сформулированных понятий вытекает вывод, что при переводе запасов из более низких категорий в более высокие повышается не столько точность ранее подсчитанных запасов, сколько выявляются детали их пространственного размещения в пределах более мелких участков и блоков месторождения. Таким образом, точность подсчета запасов оценивается для категорий *A, B* и C_1 примерно одной и той же погрешностью. Но в зависимости от степени детальности наблюдений эта погрешность относится к разным по величине объемам недр.

На невозможность оценки степени изученности в виде цифровых показателей обращает внимание И. Д. Коган (Коган, 1974). Сказанное он мотивирует тем, что при подсчете запасов невозможно обеспечить заранее заданную величину погрешности для отдельных категорий, так как достоверность всех исходных данных остается практически неименной для разных категорий запасов. Категория запасов может быть понижена в силу иных причин. Например, при низком выходе керна, незавершенности технологических исследований, при ошибках геологической интерпретации.

Специального рассмотрения заслуживают классификации запасов твердых полезных ископаемых, применяемые в основных горнодобывающих странах (Австралии, США, Великобритании, Канаде и др.). Сопоставление отечественной квалификации с зарубежными, описание признаков их сходства и различия необходимо при обосновании инвестиционной привлекательности выставляемых на конкурс отечественных месторождений, а также решения ряда иных вопросов.

Обычно в зарубежных классификациях используются не более трех категорий ресурсов (resourses): измеренные (measured), исчисленные (indicated) и предполагаемые (inferred), а для оценки изученности запасов – даже двух: доказанные (proved) и вероятные (probable).

Несколько иной является классификация МАГАТЭ, используемая для отражения сырьевой обеспеченности атомной отрасли. Все учитываемые количества сырья квалифицируются как ресурсы (recourses). Для характеристики их изученности (достоверности) используются две категории: достоверно установленные (Reasonably Assured Resources – RAR) и дополнительные (Inferred Resources). Сумма оценок по этим категориям рассматривается как установленные ресурсы (Identified). Для оценок ресурсов, связанных с ещё не открытыми месторождениями (Indiscovered), используются категории прогнозные (Prognosticated) и умозрительные, рискованные (Speculative).

Разное целевое назначение российских и зарубежных классификаций затрудняет их однозначное сопоставление. Точного сопоставления между отдельными категориями не может быть в принципе. В то же время при задействовании классификации МАГАТЭ условно можно считать, что категория RAR примерно соответствует категории C_1, Inferred – C_2, Prognosticated – P_1, а Speculative – P_2+P_3.

В 90-х годах ООН был разработан специальный документ, получивший название «рамочный» (frame word) классификатор ООН. Подготовленная основа классификации представляет универсальную трехмерную матрицу, являющуюся ключом-дешифратором. Она позволяет осуществлять переход от одной классификационной системы к другой (рис. 3). В представленной классификации запасы и ресурсы оцениваются с трех позиций:

- геологическая изученность, определяемая стадией выполнения работ – детальная разведка (разведка), предварительная разведка (оценка), поиски, рекогносцировочные геологические наблюдения;
- экономико-технологическая изученность, определяемая стадией технико-экономической оценки (ТЭО постоянных и временных кондиций, оценка по аналогии и т. д.).
- экономичность освоения запасов, определяемая как достаточная или низкая рентабельность.

Каждая из ячеек матрицы имеет цифровую кодировку. В системе этих координат запасы, отвечающие той или иной степени изученности, выделяются как трехмерные тела. Например, запасы, выявленные на стадии разведки (A+B+C_1 по отечественной классификации) и имеющие положительную экономическую оценку на уровне ТЭО постоянных кондиций, получают кодировку 1.1.1.

С 90-х годов XX века в промышленных странах разработан еще один путь согласованного подхода к оценке запасов, определяемый сводами правил («кодексами отчетности»). Одним из таких кодексов, принятых в 2006 г, в ЮАР, Канаде и США, является CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards). Согласно стандарту CRIRSCO эксперты в заключениях должны руководствоваться определенной схемой классификации ресурсов (рис. 4). Стрелками на схеме показаны возможные переходы ресурсов в запасы при осуществлении экономической оценки объекта и обратно (например, при снижении цен), а также вероятные (probable) через измеренные, подсчитанные (measured) в доказанных (proven) при доразведке. Ресурсы предполагаемые (inferred) экономического значения не имеют.

Системы стандартов (CRIRSCO, YORK и др.) успешно задействованы за рубежом. Однако при попытках трансформировать оценки ресурсов в таксоны отечественной

классификации следует иметь в виду, что строго формальные соотношения здесь невозможны.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РАЗВЕДКИ

Обоснование оптимального комплекса технических средств – кардинальный вопрос разведки месторождений. На выбор технических средств разведки оказывают влияние геологические, горнотехнические и географо-экономические факторы. Их совокупным влиянием определяется пространственная ориентировка разведочных разрезов, расположение разведочных пересечений, техника проходки разведочных выработок (Каждан, 1977, 1985).

Геологические факторы отражают условия формирования, состав и строение полезных ископаемых, закономерности их локализации в геологических структурах, уровень эрозионного среза месторождений. Определяющее значение при этом имеют: характер связи полезных ископаемых с элементами геологического строения; условия залегания и морфология скоплений полезных ископаемых, их размеры; строение и состав залежей полезных ископаемых.

При анализе влияния *горнотехнических факторов* на выбор технических средств разведки должны быть учтены: предполагаемые способы вскрытия и разработки месторождения; гидрогеологические условия, горнотехнические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород.

Геолого-экономические факторы также могут оказывать влияние. В зависимости от уровня экономической освоенности, климата, ландшафтных особенностей рельефа, энергообеспеченности территории, наличия трудовых ресурсов, дорог и т. д. приходится решать вопросы рационального соотношения горноразведочных, буровых работ и геофизических исследований.

Технические средства геологоразведочных работ различаются по своим возможностям, информативности, стоимости (Шевелев, 2004, Петруха, 2003). Они включают: горные разведочные выработки, буровые скважины, геофизические исследования.

А. *Горные выработки* подразделяются на поверхностные и подземные. К поверхностным относятся канавы и траншеи (магистральные и прослеживающие), мелкие шурфы и дудки, расчистки; к подземным – глубокие шурфы, штольни и шахты с комплексом развиваемых из них горизонтальных выработок (квершлаги, штреки, орты, рассечки), а также наклонных и вертикальных (восстающие, гезенки).

Поверхностные горные выработки используются для вскрытия полезного ископаемого и вмещающих пород в коренном залегании, изучения зоны окисления рудных тел. Проведение этих выработок не требует больших затрат и поэтому широко используется на ранних стадиях изучения месторождений. Ведущее значение имеет проходка *канав.* Обычно их проходят на глубину 2-3 м, реже до 6 м уступами с высотой не более 2 м. При малом объеме работ и их рассредоточенности проходка канав осуществляется вручную. В стадию разведки канавы проходят с применением буровзрывных работ (рыхление, на выброс) и экскаваторами, бульдозерами, канавокопателями, скреперными установками. Те же геологические задачи (вскрытие рудных тел, их документация, опробование) решает

проходка *траншей.* От канав они отличаются большим поперечным сечением и глубиной проходки (до 5 м). Используются современные технические средства – бульдозеры, скреперы, роторные установки. При изучении месторождений, представленных жильными зонами (в том числе, камнесамоцветного сырья) и для отбора технологических проб, возможна проходка *разведочных карьеров* (Петруха, 2003). Форма карьеров в плане, их размеры и глубина определяются целевым заданием. Используются карьеры для разведки полезных ископаемых, выходящих на дневную поверхность или находящихся на небольшой глубине. Глубина карьеров может достигать 50 м, а объем – десятков кубических метров. При проходке применяют разные технические средства.

Для прослеживания и оконтуривания залежей по простиранию при мощности рыхлых отложений более 5 м, а также вскрытия предполагаемых под наносами новых тел полезных ископаемых, предусматривается проходка разведочных *шурфов.* Они подразделяются на мелкие (до 10 м) и глубокие (до 40 м). Площадь сечения шурфов 1,25; 1,5; 2,0; 4,0 м^2. Глубокие шурфы проходят для изучения условий залегания рудных тел, отбора проб монолитов. При необходимости из шурфов проходят рассечки сечением 1,8, 2,7 или 3,6 м^2. Многие годы шурфы служили основным техническим средством при разведке россыпей и других приповерхностных месторождений. Неглубокие шурфы круглого сечения называются *дудками.* Шурфы, проходимые в неустойчивых и рыхлых породах, крепят, а глубиной более 10 м вентилируют.

Механизированная проходка шурфов осуществляется с использованием специализированных технических средств, предназначенных только для бурения (КШК-30А, УБСР-25), или комбинированных, используемых для проходки шурфов и скважин (ЛБУ-50, КБУ-15, УКС-22М).

Подземные горные выработки по целевому назначению подразделяются на подходные (вскрывающие) и собственно разведочные (Шевелев, 2004). К подходным относятся шахты, подходные штольни и квершлаги; к основным – штреки, орты, рассечки и восстающие.

Стволы *разведочных шахт* используются как вскрывающие выработки при разведке месторождений. Сечение разведочных стволов колеблется от 6 до 12 м^2, а глубина – до нескольких сотен метров. *Разведочные штольни* служат горизонтальными вскрывающими выработками при разведке месторождений, залегающих в условиях пересеченного рельефа. Поперечное сечение штолен колеблется в пределах от 6 до 9 м^2. *Квершлаг* также является горизонтальной вскрывающей подземной выработкой и проходится из ствола шахты. Разведочным квершлаг является только в той части, где выработка пересекает залежь полезного ископаемого. *Разведочные штреки* представляют горизонтальные горные выработки, пройденные по простиранию залежей. Их целью является прослеживание по простиранию строения рудных тел, сплошности оруденения. Штрек может быть пройден по полезному ископаемому (*рудный штрек*) или по вмещающим породам (*полевой штрек*). Если тела полезных ископаемых обладают значительной мощностью, то от полевого или рудного штрека через определенные интервалы проходят *орты* (рассечки) или *скважины* с выходом во вмещающие породы для вскрытия продуктивных зон на полную мощность. Эти выработки выполняют роль разведочных пересечений. *Разведочные гезенки* проходят из

квершлагов вверх или вниз, пересекая пологопадающие тела полезного ископаемого по их мощности. *Разведочные восстающие* проходят из штреков по восстанию залежей полезного ископаемого. Проходят восстающие с целью прослеживания залежей полезного ископаемого между основными горизонтами горных работ. При этом появляется возможность изучения сплошности оруденения по восстанию, изменчивости мощности и качества минерального сырья по вертикали.

Площади поперечного сечения в проходке квершлагов и штреков колеблется в пределах 3,6-5,8 м^2, ортов – 2,7-3,6 м^2, восстающих и гезенков – до 4 м^2.

При проходке разведочных выработок используются разнообразные технические средства, осуществляющие буровзрывные, погрузочные, откаточные, подъемные и иные виды работ.

Применение горных работ в качестве технического средства рекомендуется осуществлять с учетом следующих требований (Петруха, 2003):

- при заложении дорогостоящих горных выработок необходимо учитывать геологические особенности объекта (условия залегания, размеры, форма залежей), полученные во многих случаях путем разведочного бурения;
- преобладающая часть горных выработок должна приходиться на вскрытое полезное ископаемое с целью его изучения и опробования;
- горные выработки следует проходить с учетом их дальнейшего использования при эксплуатации месторождения; например: использования разведочных шахт в ранге вентиляционных.

Горные выработки позволяют детально изучить изменчивость параметров оцениваемых объектов (по форме, качеству сырья, сплошности оруденения и т. д.), учет которых крайне необходим при разведке месторождений 3-й и 4-й групп по сложности геологического строения. Примеры размещения горных выработок при вскрытии и разведке тел полезных ископаемых отражены на рисунках, приведенных в учебных пособиях (Петруха, 2003; Шевелев, 2004).

Б. *Буровые разведочные скважины* – наиболее широко применяемые технические средства разведки. Для большинства полезных ископаемых они являются главным и даже единственным техническим средством. Следует учитывать, что скважины дают менее полные сведения об оцениваемом полезном ископаемом, но буровые работы нашли широкое применение благодаря мобильности, скорости проходки скважин, относительной легкости оборудования, меньшим расходом средств на метр проходки (Шевелев, 2004). При всех очевидных преимуществах буровые скважины имеют и недостатки: они вскрывают небольшие участки недр; дают менее точные сведения о составе и строении полезного ископаемого по сравнению с горными выработками; повторное контрольное опробование и отбор проб разного назначения ограничен из-за малого количества получаемого каменного материала; при бурении скважин наблюдается их искривление, что усложняет геометризацию разведанных объемов недр; при бурении по рудоносным интервалам возникают осложнения и отмечается недостаточный выход каменного материала с ненарушенной структурой. Но буровые скважины незаменимы при разведке глубоко

залегающих месторождений. Месторождения 1-ой и 2-ой групп по сложности геологического строения в основном разведуются только бурением.

При разведке месторождений твердых полезных ископаемых скважины бурятся с поверхности и из подземных горных выработок. Для поверхностного бурения используются неглубокие ударно-вращательные, вибрационные скважины и более глубокие ударно-канатные, пневмоударные и гидроударные. При оценке глубоких горизонтов задействуют бурение колонковых скважин и бескерновых скважин вращательного бурения. Из подземных горных выработок бурятся колонковые, шарошечные и перфораторные скважины.

Приповерхностные скважины глубиной до нескольких десятков метров используются для геологического изучения рудовмещающих структур, прослеживания, опробования и оконтуривания приповерхностных участков месторождений (Шевелев, 2004). Возможно использование разного типа буровых установок: УПБ-25 и УБР-2, БУУ-2, УКБ 12/25, БУ-20-2УШ и др.

Колонковое бурение глубиной от десятков метров до 150-200 м осуществляется агрегатами, смонтированными на автомашинах (УКБ-2, БСК, КГК-100 и др.). Более глубокие скважины бурятся агрегатами УКБ-3, УКБ-4, УКБ-5 и станками ЗИФ-650, СБА-500, СБА-800, ЗИФ-1200 и др. В последнее время в практике геологоразведочных работ нашли применение станки, разработанные зарубежными фирмами. Наиболее широко применяются буровые установки компаний Boart Longyear, Atlas Copco, Sandvik, SCHRAMM и их аналогов, произведенных, как правило, в КНР. Известные в нашей стране установки алмазного бурения серии Boart Longyear включают станки LM30, LM45, LM55, LM75. Размещенные на них манипуляторы позволяют ориентировать направление бурения скважины в любую заданную сторону.

Создание новой техники направленного бурения позволило проводить разведку по более рациональным схемам при проходке многоствольных скважин и за счет этого – многократного увеличения массы опробуемого рудного материала (без бурения дополнительных скважин). При этом дополнительные стволы могут располагаться как в одной вертикальной плоскости, искривления в одну сторону, так и задаваться в разных азимутальных направлениях (рис. 5).

Скважины подземного бурения могут являться частью разведочной системы или решать частные задачи, возникающие при геологическом изучении месторождения (прослеживание локальных рудоконтролирующих структур, апофиз, поисков смещенных частей рудных тел и т. д.). Бурение колонковых горизонтальных, наклонных и вертикальный скважин до 100 м осуществляется станками БСК-2М-100, а бескерновое – станками НКР-100. Неглубокие подземные скважины могут буриться с помощью колонковых или телескопных перфораторов без отбора керна глубиной 15-20 м.

В. *Геофизические исследования* играют большую роль в изучении земных недр, в том числе, на стадии разведки месторождений. Несмотря на то, что непосредственной геологической информации эти исследования не дают, геофизика как метод во многих случаях позволяет сократить количество необходимых разведочных пересечений, получить дополнительную ценную информацию. При обосновании и своевременном проведении

комплекса геофизических исследований появляется возможность пересмотра рекомендуемых методик и технических средств разведки. Последние могут меняться в зависимости от конкретной геологической обстановки и разрешающей способности геофизических средств разведки (Шевелев, 2003).

Как основные технические средства, геофизические методы могут применяться для исследования недр в промежутке между разведочными сечениями и при задействовании операций геофизического опробования.

Комплекс геофизических методов для решения основных задач разведки выбирается на основе учета совокупности факторов, определяющих возможную эффективность раздельного и совместного их применения. К таким факторам относятся (Комплексная …, 1990):

- степень дифференциации пород и руд по физическим свойствам, определяющая возможность использования данных каротажа для петрографической характеристики объектов;
- размеры, форма, элементы залегания, число рудных тел, текстурно-структурные особенности руд и их вещественный состав;
- присутствие в разрезе пород, близких по физическим свойствам к рудным образованиям;
- методика ведения горных и буровых работ, техническое состояние скважин.

При обосновании методики разведочных работ в рациональный комплекс необходимо включать минимальное и достаточное число геофизических методов, обеспечивающих получение достоверной информации с наименьшими затратами труда и времени. При задействовании нескольких методов следует предусмотреть последовательную их реализацию, скорректированную в зависимости от результатов каждого предыдущего метода.

Представления о возможностях геофизических методах формируются на основе *физико-геологической модели* (ФГМ) *объекта.* ФГМ включает геологическую модель, сведения о физических свойствах структурных элементов геологической модели, ожидаемые геофизические поля и аномалии на площади или по отдельным профилям (Сапожников, 2012).

В комплекс *наземных геофизических работ* при разведке месторождений входит широкий перечень методов: электроразведки, магниторазведки, радиометрии и др. Геофизические съемки в масштабе 1:2000-1:1000 позволяют более надежно оконтурить площади развития рудной минерализации, поля измененных околорудных пород, проследить выходы рудных тел, установить элементы их залегания, определить мощность рыхлых отложений и границу коры выветривания. Рассмотрим лишь ведущие из перечисленных методов.

Электроразведка включает группу методов, основанных на изучении естественных или искусственно возбужденных в земной коре электромагнитных полей. Электромагнитное поле зависит от свойств горных пород (удельного электрического сопротивления, диэлектрической проницаемости, поляризуемости, электрохимической активности). Это позволяет по изменению параметров поля изучать геологическое строение

площади и выявлять залежи полезных ископаемых. Используются следующие основные группы методов.

Электропрофилирование (ЭП) является одним из самых распространенных методов электроразведки и применяется для изучения крутопадающих слоистых толщ при некоторой постоянной глубинности изучения разреза по профилю (Сапожников, 2012). Геологическими предпосылками для применения метода является присутствие в рудах сульфидов, минералов железа и других, обусловливающих их низкое электросопротивление по сравнению с вмещающими породами. Распространенным является вариант ЭП, получивший название срединный градиент (СГ). В этом варианте токовые электроды разносятся на большое расстояние (1-3 км) и остаются неподвижными в процессе измерения удельного электрического сопротивления ρ_k при перемещении приемной установки *MN* постоянного тока и постоянного размера между электродами *AB*. В горизонтальной однородной среде градиент электрического поля ($\Delta U/MN$) практически постоянен и на его фоне заметны проявления неоднородности разреза в виде локальных тел, крутопадающих пластов с аномальными электрическими свойствами (например, зон окварцевания).

Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) – метод электроразведки, применяемый для изучения изменения удельного сопротивления по глубине для некоторой вертикальной трассы. Основан метод на постепенном увеличении размеров установки *AB* с общей центральной точкой (точкой зондирования), при котором увеличивается глубина проникновения тока и, соответственно, глубинность исследований. Метод ВЭЗ используется для изучения пространственного положения, морфологии и элементов залегания рудных тел в вертикальном разрезе. Широко задействуют его при геоморфологических исследованиях, для определения позиции и состава кор выветривания, мощности и строения рыхлого покрова, при гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях.

Метод вызванной поляризации (ВП) основан на изучении электрохимических процессов, возникающих на границе пород с ионной проводимостью (электронных проводников) и окружающей их жидкостью (электролитом) под воздействием пропускаемого тока. После выключения тока некоторое время в цепи возникает вторичная ЭДС – гальванический источник тока, создающий нестандартное поле вторичной поляризуемости. Метод ВП широко используется при разведке месторождений сульфидных, магнетитовых, редкометалльных и иных руд, при оценке ореолов с рассеянной рудной минерализацией.

Метод естественного поля (ЕП) основан на изучении естественных электрических полей, обусловленных разными электрохимическими процессами, самопроизвольно протекающими в земной коре. Метод эффективен при разведке рудных тел близповерхностного залегания, являющихся электронными проводниками. Используется при разведке сульфидных, магнетитовых, марганцевых и графитовых месторождений.

Метод переходных процессов (МПП) основан на изучении низкочастотного электромагнитного поля. В МПП изучается неустановившееся поле вихревых токов,

возникающих в породах и рудах при ступенеобразном изменении тока в контуре, который может быть расположен как на наземной поверхности, так и в воздухе (Горбунова, 1982).

Магниторазведка основана на изучении пространственных изменений геомагнитного поля, возникающих вследствие неодинаковой намагниченности горных пород и руд. Магнитное поле измеряют с помощью магнитометров, предназначенных для измерения полного вектора напряженности Т и его вертикальной составляющей. Обычно выполняют относительные измерения, находя приращения значений поля между двумя пунктами наблюдений. Интерпретация магнитных аномалий начинается с анализа карт изолиний магнитного поля, по которым судят о морфологии, размерах и природе возмущающих объектов (Сапожников, 2012). Количественную интерпретацию аномалий осуществляют, используя графики по профилям, проходящим крест простирания геологических объектов. Магнитные съемки с высокой детальностью и точностью 1-2 нТл включаются в разведочный комплекс для решения широкого круга вопросов. В том числе: расчленения пород по литологическому составу; выявления локальных структурных элементов (даек, жил, жерловых построек и т. д.); обоснования зональности размещения разных типов метасоматических пород; выявления магнитных руд черных металлов и слабомагнитных – цветных, благородных, редкометалльных; изучения рудных тел в морфоструктурах месторождения; изучения инженерно-геологических условий и т. д.

Гравитационная разведка основана на изучении пространственного распределения плотности в земной коре с помощью измерения силы тяжести σ (в г/см^3). При интерпретации полей силы тяжести используется характеристика избыточной плотности $\Delta\sigma$, представляющая разность плотностей отдельного геологического тела $\sigma_т$ и вмещающих пород $\sigma_{вм}$. Она может быть положительной или отрицательной. Единицей измерения силы тяжести является Галл (см/с^2). Но обычно пользуются более мелкой единицей – миллигалом (1 мГал =10^{-3} Гала). В разведочной геофизике относительные измерения гравитационного поля g выполняются с помощью гравиметров. Прибор позволяет измерять приращение g от точки к точке, т. е. Δg. На этой основе вычисляются аномальные поля Δg, по которым судят о неоднородностях по плотности в земной коре.

Гравиразведка применяется при структурно-геологическом изучении земной коры, разведке разных полезных ископаемых. Наиболее эффективно гравиметровой съемкой выявляются залежи железорудных и хромитовых месторождений, интенсивность аномалий силы тяжести над которыми может достигать 0,4-0,5 мГал. При увеличении детальности съемки возможно обнаружение рудных тел сульфидных месторождений размером 0,1-0,2 км^2, с интенсивностью аномалий 0,2-0,5 мГал (Шевелев, 2004).

Радиометрические методы основаны на изучении радиоактивности руд и горных пород с целью решения поисково-картировочных и разведочных задач, опробования. Наибольшее применение получила *гамма-съемка*, дающая положительные результаты для обнаружения радиоактивных руд и расчленения горных пород. Съемка проводится в аэро-, пешеходном, автомобильном вариантах. Радиоактивность выражается через мощность дозы излучения за единицу времени в А/кг (в системе СИ) или в микрорентгенах в час (1 мкР/час=10^{-12} А/кг). Изменения выполняют с использованием спектрометрической

аппаратуры, позволяющей выделять урановую и калиевую составляющую радиоактивного поля.

Повышенной радиоактивностью обладают породы, в которых в рассеянном состоянии находятся элементы урана, тория. Также повышенная радиоактивность свойственна породам, содержащим изотоп Калий-40. Он присутствует в кварц-серицитовых сланцах, нередко несущих золоторудную минерализацию, полевошпатовых породах, калийных солях.

Геофизические исследования скважин (ГИС) – это отрасль разведочной геофизики, отличающаяся от других методов только по методике исследований. Основные положения теории физических полей, измеряемых в скважинах, остаются теми же, что и в полевой геофизике (Сковородников, 2009, 2016). Роль и значение ГИС постоянно возрастает. В перспективе ГИС открывает путь к бескерновому изучению скважин. В настоящее время в скважинах регистрируется большое количество разных параметров (около 40). При этом стоимость ГИС составляет незначительную часть от общей стоимости сооружения и оборудования скважины.

В ГИС выделяют три больших раздела: каротаж, операции в скважинах и скважинную геофизику.

Каротаж – это геофизические методы изучения геологического строения разрезов скважин. В каротаже исследуются очень небольшие объемы горных пород, прилегающие к стенкам скважины. Отличительная особенность каротажа – высокая детальность и точность исследований. Результаты фиксируются в виде непрерывных диаграмм по стволу скважины или в виде числовых значений с шагом порядка 10-20 см. Каротаж позволяет выполнять литологическое расчленение разрезов скважин, выделять в них интервалы полезного ископаемого, определять физические свойства горных пород и полезных ископаемых in situ. Именно на основании данных каротажа производится интерпретация полевых геофизических методов: электроразведки – по данным об удельном электрическом сопротивлении (УЭС) пород; магниторазведки – по значениям магнитной восприимчивости пород: гравиразведки – по их плотности. Каротаж дает сведения, необходимые для подсчета запасов месторождения – данные о мощности залежей, содержанию полезного компонента и т. д. Изучение скважин подразделяется по природе изучаемых полей на методы электрического, радиоактивного каротажа и прочие методы (Сковородников, 2009, 2016).

Методы электрического каротажа включают:

а) Группу методов кажущегося сопротивления (КС). В эту группу входят: метод КС – наиболее распространенный; резистометрия – метод определения удельного сопротивления жидкости; метод БКЗ (боковых каротажных зондирований) – скважинный аналог метода ВЭЗ; БК – боковой каротаж и др.

б) Методы токового каротажа: метод скользящих контактов (МСК) – при исследовании рудных скважин; метод бокового токового каротажа (БТК) – для исследования углеразведочных скважин.

в) Группа электромагнитных методов: ИК – индукционный каротаж, использующий поля низких частот; ВМП – высокочастотный волновой метод проводимости и др.

г) Группа методов электрохимической активности: ПС – метод потенциалов самопроизвольной поляризации (аналог метода естественного поля); метод электродных потенциалов (МЭП). Методы ПС и ПК стали применяться совместно, получив название стандартного электрического каротажа.

Методы радиоактивного каротажа (РК) включают: ГК – гамма каротаж – регистрация естественного гамма-излучения горных пород; ГГК – гамма-гамма каротаж, имеющий две разновидности – плотностной (ПГГК) и селективный (СГГК); РРК – рентгенорадиометрический каротаж; НГК – нейтронный гамма-каротаж и другие методы.

Скважинная геофизика – это геофизические методы изучения геологического строения межскважинного, околоскважинного и призабойного пространства. В отличие от каротажа, скважинная геофизика отличается большими объемами исследуемых горных пород. Это позволяет увеличить действующую зону влияния скважин, пройденных по разряженной сети, обеспечить получение дополнительной геологической информации о межскважинном пространстве.

Методы скважинной и полевой геофизики подразделяются по природе исследуемых физических полей. Широкое использование в практике разведочных работ получили методы скважинной разведки. Выделены методы, основанные на использовании тока разной природы.

На постоянном токе: метод ЕП-С (естественного поля, скважинный вариант), МЗТ – метод заряженного тела, МЭК – метод электрической корреляции разрезов, ЧИМ – метод частичного извлечения металла.

На переменном токе: метод радиоволнового просвечивания, ДЭМПС – дипольного электромагнитного профилирования скважин, ННП-С – наземной незаземленной петли, скважинный вариант.

На импульсном токе: СП-С – метод вызванной поляризации, скважинный вариант; МПП-С – метод переходных процессов, скважинный вариант.

Задачи геофизических исследований в *горных выработках* во многом близки к тем, что уже были сформулированы выше. В том числе: корреляция рудных подсечений; оконтуривание и оценка размеров рудных тел; поиски пропущенных при разведке рудных тел в межвыработанном, межскважинном и околоскважинном пространстве; оценка положения выработок относительно рудных тел; внедрение в практику геофизического опробования.

Геофизическое опробование дополняет геологическое и во многих случаях его заменяет. Оно осуществляется в скважинах и шурфах, на стенках горных выработок. Также опробуется отбитая рудная масса в вагонетках и на транспортерах. Особенности геометрии среды измерений и условий их проведения отражаются в специфичности аппаратуры, в конструкции датчиков.

При измерении в горных выработках основными методами электроразведки являются (Рудничная…, 1986): метод ПС, электропрофилирование, метод электрической корреляции (МЭК), методы грави- и магниторазведки. С их помощью решаются горнотехнические задачи: определяется плотность горных пород и руд, выявляются подземные полости и зоны обрушения, форма карстовых полостей, коэффициенты

фильтрации подземных вод и другие вопросы геологического обеспечения добычных работ.

СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Метод локальных геологических наблюдений реализуется в разведке посредством *разведочной сети* (РС). Разведочная сеть – это методическое обоснование разведки месторождений полезных ископаемых. Она непосредственно влияет на получаемую разведочную информацию об оцениваемом объекте. От влияния собранной при разведке информации позднее невозможно избавиться никакой последующей обработкой данных (включая математическое и иное моделирование). Обоснование рациональной РС, отвечающей геологическим особенностям оцениваемого объекта, является кардинальным вопросом разведки месторождений.

Обоснование РС опирается на ряд понятий.

Любая разведочная выработка, пересекающая природное скопление полезного ископаемого, представляет искусственное обнажение и в случае выполнения определенных условий может рассматриваться как *единичное разведочное пересечение.* Совокупность разведочных пересечений, расположенных в одной плоскости, образует *разведочное сечение*, а совокупность разведочных сечений в пространстве – *разведочную систему.* Таким образом, *под разведочной системой понимается совокупность разведочных сечений (разрезов), определенным образом ориентированных в пространстве по отношению к рудному телу, позволяющих решать стоящие перед разведкой задачи* (Каждан, 1977; Рудничная…, 1986; Шевелев, 2004). Прослеживание объектов разведки в заданном направлении осуществляется с помощью разведочных пересечений, в заданной плоскости – с помощью разведочных сечений (разрезов), в заданном объеме – с помощью разведочных систем.

Разведочное пересечение должно удовлетворять ряду требований. Главные из них (Шевелев, 2004):

а) должно быть ориентировано в направлении близком к направлению максимальной изменчивости важнейших свойств полезных ископаемых в недрах (чаще – по линии мощности);

б) вскрывать залежи полезных ископаемых на полную мощность с выходом во вмещающие породы.

Разведочное пересечение может быть выполнено с применением разных технических средств: скважин, шурфов, подземных горных выработок и др. Их выбор зависит от задач разведки, природных особенностей объекта, технико-экономических соображений. Чем сложнее строение полезного ископаемого, тем в большей степени должно быть вскрыто тело оцениваемой залежи. Оптимальным при этом является использование разведочных горных выработок.

Разведочное пересечение должно быть сплошным, что обеспечивает полную информацию по изучаемому направлению. Вычисленные по нему средние значения свойств наиболее близки к действительным. Они расходятся только на величину технических погрешностей экспериментальных наблюдений.

Разведочные сечения (разрезы) могут быть поперечными, продольными или косыми по отношению к телам полезных ископаемых, а также горизонтальными или вертикальными. Разведочные пересечения в пределах разрезов могут располагаться параллельно под разными углами или пересекая друг друга. Если сведения о строении и свойствах полезного ископаемого накапливаются по линиям на основе данных разведочных пересечений, то площади (объемы) между смежными разведочными разрезами остаются неосвещенными. Чтобы иметь сведения о свойствах полезного ископаемого в пределах этих площадей, необходимо располагать характеристикой изменчивости залежи и геологической информацией, которая может быть получена только по принципу аналогии.

Несколько иной смысл вкладывал в понятие разведочной системы основоположник учения о поисках и разведке МПИ В. М. Крейтер (1961). В основе предложенной им систематики предлагалось брать необходимый комплекс технических средств разведки. Под системой разведки он понимал «такое пространственное размещение разведочных средств, которое дает возможность построить намеченные разрезы и произвести необходимое опробование для подсчета промышленных запасов полезного ископаемого». Все разведочные системы В. М. Крейтер объединил в три группы, взяв за основу технические средства разведки: группы буровых, горных и горно-буровых систем. Позднее в развитие представлений о разведочных системах уже иными авторами были положены такие базовые понятия как характер изменчивости свойств полезных ископаемых, особенность анизотропии в строении залежей, возможности их изучения на основе комплекса технических средств. Так, А. Б. Каждан (1984) предложил классификацию разведочных систем, разделив их на три класса: системы вертикальных, горизонтальных и продольных разрезов, а также входящих в них ряда групп и видов (табл.).

РАЗВЕДОЧНАЯ СЕТЬ, ЕЁ ТИПЫ, ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ

Типы разведочных сетей

Обоснованность запланированной в проекте разведочной системы раскрывает выбранная разведочная сеть. Под *разведочной сетью* (РЗС) следует понимать взаиморасположение в объекте разведки локальных наблюдений и измерений разведочных параметров (Шевелев, 2004). Практика показала, что при одной и той же разведочной системе могут быть реализованы разные РЗС и, наоборот, разными разведочными системами могут быть созданы одинаковые разведочные сети.

Разведочную сеть характеризуют ряд показателей.

Анизотропия РЗС – это различие в размещении наблюдений и замеров по разным направлениям пространства. Анизотропия проявляется в форме и ориентировке ее ячеек. Если форма ячеек изометричная (квадратная, треугольная), то сеть изотропна. Если ячейка сети обладает удлиненной формой (прямоугольной, ромбической) с одинаковой ориентировкой, то сеть анизотропна.

Геометрия сети может быть разной. Выделяют правильные, неправильные и линейные сети.

Правильные сети – расположение разведочных пересечений подчиняется строгому геометрическому порядку (квадратная, прямоугольная, ромбическая).

Неправильные сети – отсутствует общая геометрическая упорядоченность в расположении разведочных пересечений.

В *линейных сетях* – разведочные пересечения располагаются в плоскости разведочных сечений и образуют отдельные линии на плоскости проекции; они могут быть параллельными или пересекающимися.

РЗС формирует представление об объекте разведки, соответствие которого в действительности можно проверить только в процессе отработки месторождения. Поэтому следует стремиться к обоснованию и реализации на практике «оптимальной» разведочной сети. По мнению В. В. Шевелева (2004) для этого необходимо выполнение ряда условий.

Первое: при ограниченных ассигнованиях на разведку оптимальная РЗС должна быть обеспечена лимитированным количеством разведочных пересечений, позволяющим выполнить разведку с наибольшей точностью и детальностью.

Второе (дополняющее первое): требования по точности и детальности разведки (категоризации запасов) следует реализовать наименьшим количеством разведочных пересечений.

Третье: у разведочной сети должна быть «оптимальная геометрия», отвечающая структурно-морфологическим особенностям объекта.

На примере четырех ведущих морфологических типов полезных ископаемых ниже рассмотрены условия выбора разведочных сетей (Волков, 2006).

1. Горизонтальные пластовые, пластообразные и линзообразные залежи, имеющие в плане изометричную или близкую к ней форму. Элементы анизотропии свойств не выражены. К этой группе следует отнести месторождения осадочного генезиса и кор выветривания: часть месторождений железных руд, марганца, никеля, бокситов, углей, фосфоритов. Если залежь должна быть изучена с одинаковой точностью по всей площади, то для достижения этой цели наиболее эффективна *квадратная сеть* разведочных пересечений (рис. 20). Она дает возможность получить серии взаимно пересекающихся разрезов. Подобная сеть позволяет на отдельных участках более сложного строения дальнейшее развитие РЗС путем проходки детализационных профилей (рис. 21).

При разведке рассматриваемого типа залежей возможны и другие варианты сетей, отвечающих тем же условиям равномерности расположения точек наблюдений. К ним можно отнести *треугольную сеть,* позволяющую построить равноточные разрезы по трем направлениям. При одинаковом расстоянии между точками пересечения у треугольной сети есть преимущество – расстояние до центра ячейки оказывается меньшим (рис. 22). Но треугольная сеть в практике разведок почти не используется (возможности ее дальнейшего развития отсутствуют).

2. Горизонтальные пластовые и пластообразные залежи, обладающие заметно выраженной в плане протяженностью в одном направлении – более распространенный в природе класс залежей по сравнению с предыдущим, шире охватывающий те же типы осадочных и экзогенных месторождений. Наличие у тел длины и ширины определяет анизотропию их строения. Поперек вытянутости залежей изменчивость выше, вдоль тел – меньше. Условию получения равномерной изученности залежей в данном случае наиболее соответствует *прямоугольная сеть,* стороны которой ориентированы по направлению

длины и ширины тела. Короткая сторона ячейки располагается по ширине, а длинная – вдоль вытянутости объекта (рис. 23). Прямоугольная сеть обладает возможностями ее развития – сгущение на отдельных участках, проходка детализационных профилей.

Примером рассматриваемой группы залежей служат сильно вытянутые извилистые в плане тела лентообразной формы с резко выраженной анизотропией свойств (рис. 24). Геометрически правильная прямоугольная сеть при этом нарушается, и она становится близкой к сети следующего типа.

3. Наклонные залежи с отчетливо выраженными элементами залегания являются наиболее распространенным типом объектов разведки. Их морфология соответствует пластам, пластообразным залежам. Залежи такого типа обладают анизотропией морфологии, условий залегания и внутреннего строения. Разведочная сеть подчинена этим признакам. Применяется система параллельных вертикальных сечений (при выдержанном простирании) или непараллельных (при изменчивом простирании), располагающихся на одинаковом расстоянии друг от друга (рис. 25). Способы развития сети точек наблюдений близки к описанным выше. Например, детализация имеющихся профилей, проходка промежуточных линий и выработок.

4. Для крутопадающих залежей, имеющих облик штоков, характерны сложные виды анизотропии (состава, свойств). В этом случае используется комбинированный способ разведки с применением горных выработок и буровых скважин. В одном из вариантов разведки крутопадающее рудное тело рассекается горными выработками по нескольким горизонтальным сечениям. В каждом сечении проходятся поперечные горные выработки и горизонтальные скважины с целью оконтуривания и изучения залежи (рис. 26).

В учебном пособии (Рудничная…, 1986) приведена более лаконичная систематика разведочных сетей. Выделены две системы разведки – по сетке и параллельным сечениям.

В системе разведки по сетке задействованы правильные разведочные сети – квадратная, прямоугольная, ромбическая. Эти РС применяются для крупных по размерам, простых по морфологии и внутреннему строению рудных тел, залегающих горизонтально или слабо наклонно – пластов, пластообразных тел, штокверков, плащеобразных залежей (рис. 27).

В системе разведки по параллельным сечениям следует выделять: а) горизонтальные сечения для крутопадающих тел сложной формы и строения (трубообразных, линейных оруденелых зон); б) вертикальные сечения для любых по форме тел с переменными углами падения, сложным внутренним строением и глубокозалегающим. Иногда системы горизонтальных и вертикальных сечений могут применяться на одной и той же залежи. Здесь верхняя часть разведуется горизонтальными сечениями (горными выработками в комбинации с подземными скважинами), а глубокие горизонты – скважинами с поверхности и подземным бурением, создающими вертикальные сечения.

Принципиальная схема разведки рудных тел линзообразной формы с использованием горноразведочных работ и буровых скважин отражена на рисунке 28.

Плотность разведочной сети, её обоснование

Обсуждение вопроса о плотности разведочной сети имеет высокую актуальность. С одной стороны, этот вопрос касается детальности изучения объекта, а с другой – связан с

затратами средств и времени. Выбор плотности сети ориентируется на изучение *наиболее изменчивых параметров залежей.* В одних случаях для надежной оценки объема и условий залегания полезных ископаемых используются характеристики изменчивости формы залежей; в других – для оценки качества минерального сырья результаты исследования изменчивости линейных запасов или содержаний.

Разведочная сеть создается в плоскости залежей. Плотность (густота) разведочной сети определяется площадью, приходящей на одно разведочное пересечение. Плотность разведочной сети (R) есть безразмерный показатель – отношение объёма залежи (Q) к объему разведочной ячейки (q), т. е. $R=Q/q$. Однако в практике разведки практически всегда используют параметры, характеризующие расстояние между разведочными пересечениями, как в плоскости разведочных сечений, так и между ними.

Плотность разведочной сети зависит от размеров скоплений полезных ископаемых, сложности их геологического строения, целей разведочных работ, размеров оцениваемых (подсчетных) блоков. Чем гуще РЗС, чем меньше размер ее ячейки, тем большей разрешающей способностью она обладает и тем более глубокий уровень в строении оцениваемых объектов она вскрывает. По мере сгущения РЗС у наблюдаемой изменчивости разведочных параметров меняется соотношение между ее случайной и закономерной составляющими в сторону увеличения последней. Суммарная изменчивость остается постоянной, что выражается в постоянстве величины ее дисперсии при разной густоте РЗС (Шевелев, 2004).

Мерой, определяющей степень сгущения разведочной сети, служит выявляемая доля координированной изменчивости свойств залежей полезных ископаемых. Только при ее наличии правомерна геометризация параметров залежей. Составляющая неслучайной (координированной) изменчивости может быть выявлена и оценена горно-геометрическими и математическими методами.

В практике геологоразведочных работ при оптимизации РЗС задействуют следующие методы (способы):

- аналогии;
- разрежения (сгущения) разведочной сети;
- сравнения данных разведки с данными эксплуатации;
- геометро-статистический;
- совокупность математических методов

и ряд других способов.

Способ аналогии применяется в соответствии с принципом аналогии. Первоначально разведочная сеть принимается по аналогии с другими близкими по геологическому строению объектами. Месторождения должны относиться к одному геолого-промышленному типу. В данном случае задействуется *межобъектная аналогия.* Наибольшее значение способ приобретает на стадии оценочных работ в связи с недостатком сведений о геологическом строении оцениваемого объекта.

Способ базируется на отнесении разведуемого объекта к определенной группе сложности строения и выборе плотности РЗС на основе обобщения данных разведки многочисленных месторождений, приведенных в «Методических указаниях по

применению классификации запасов…», МПР РФ, 2007. Накопленный опыт указывает на определенную условность отнесения объектов к той или иной группе. Индивидуальность объектов является основной причиной ошибок при использовании метода. Чем необычней по строению, составу оцениваемые недра, тем ниже оказывается возможность использования способа аналогии.

В пределах месторождения возможно применение *внутриобъектной аналогии* – использование апробированных разведочных сетей на участках выборочной детализации или в пределах отработанных частей залежей. Способ аналогии является наиболее используемым. Однако в рекомендациях ГКЗ подчеркивается, что он является приближенным и обязательно требует заверки соответствующими экспериментами и расчетами.

Способ разрежения относится к категории экспериментальных. Основан на предположении, что достигнутая на объекте густота сети наблюдений заведомо обеспечивает требуемую точность результатов, что чаще не является бесспорным. Способ сводится к последовательному разрежению исходной разведочной сети в 2, 3, 4 и т. д. раз. По разреженной РС определяются средние параметры разведочного участка, сосредоточенные в них запасы, строятся геологические разрезы. Затем производится их сравнение с «истинными» характеристиками, полученными на основе всех разведочных данных по исходной сети. Обнаруживающиеся различия рассматриваются как погрешности, к которым приводит конкретное разрежение сети. Задавая допустимый уровень погрешности, можно установить минимальную густоту сети, при которой во всех вариантах пространственного расположения точек наблюдений погрешности оценки параметра не превысят допустимого значения. Изменение наблюдаемого облика залежи полезного ископаемого при последовательном разрежении сети точек наблюдений отражено на рисунке 29. В тоже время следует отметить, что способ разрежения, как метод сравнения, следует применять в качестве общетеоретического исследования, а не оперативного средства для оценки сети разведуемого объекта (Шевелев, 2004).

Способ сгущения разведочной сети – экспериментальный способ, имеющий конкретную прикладную направленность. Он применяется в тех случаях, когда имеющаяся сеть точек наблюдений признана недостаточно густой или необходим контроль правильности представлений о геологической модели объекта. При последовательном сгущении сети следует постоянно анализировать изменение представлений о морфологии рудных тел, условиях их залегания и иных геологоразведочных параметров. Одним из показателей достаточности РЗС является однозначная увязка геологических элементов и рудных тел на планах и разрезах.

Следует учитывать, что при каждом сгущении сети имеется только один вариант пространственного положения начального пункта сети. Для этого варианта определяется среднее значение исследуемого параметра и вероятная погрешность его оценки. Достаточной признается такая густота сети, которая обеспечивает погрешности ниже допустимой, а увязка данных по соседним разведочным выработкам становится однозначной.

Способ сравнения данных разведки с данными эксплуатации заключается в сравнении разведочной модели недр с наиболее достоверной, основанной на наиболее детальном изучении недр в процессе эксплуатационных работ. Различие, которое при этом фиксируется, рассматривается как показатель, оценивающий правильность и точность разведки (Комплексная ГЭО…, 1990; Сборник нормативно-методических документов…, 1998, Шевелев, 2004). Данные разведки и отработки сопоставляются в контурах запасов, ранее прошедших экспертизу в ГКЗ РФ, с учетом отработки запасов за пределами этих контуров

Сравнению подлежат запасы полезного ископаемого и их компонентов, все подсчетные параметры (мощность тел полезных ископаемых, содержание полезных и вредных компонентов, объемная масса, площадь тела полезного ископаемого, коэффициент рудоносности и т. д.).

При сопоставлении должны анализироваться не только параметры и общие цифры запасов, но и выявленные изменения в представлениях об особенностях геологического строения месторождения; анализируется их влияние на количество и качество запасов полезного ископаемого. Должны вскрываться причины расхождений сопоставляемых данных разведки и отработки. Должна быть доказана достоверность данных эксплуатационной разведки, эксплуатационного опробования очистных выработок, геолого-маркшейдерского и фабричного учета, достоверность учета потерь и разубоживания (рис. 2, 30, 31).

Необходимо отметить, что результаты эксплуатации месторождения нельзя рассматривать как безошибочные. При разработке месторождения не всегда полностью учитываются потери и разубоживание минерального сырья, а это искажает представление о морфологии и качестве тел полезных ископаемых. Подготовительные и очистные работы часто не проводятся в тектонически сложных зонах, на участках размыва залежей, их расщепления или выклинивания, что снижает достоверность собранных сведений. Поэтому на практике применение способа чаще ведется путем сравнения не с данными добычи, а с результатами эксплуатационного опробования.

В результате сопоставления данных разведки и разработки даются рекомендации, направленные на повышение достоверности исходных разведочных данных, методики разведки, оконтуривания и подсчета запасов.

Геометро-статистический способ имеет достаточно надежный и относительно простой математический аппарат, широкий диапазон применения. Возможности использования метода для решения комплекса горно-геологических задач рассмотрены ранее (см. раздел 11.3). Здесь приведена методика решения лишь одной задачи – определения рациональной плотности разведочной сети.

Для решения прикладных геологоразведочных задач обычно используют данные эксплуатационной разведки. Подбор данных проводится на профилях, ориентированных по простиранию и падению рудных тел. Размеры между точками наблюдений соответствуют расстояниям между точками отбора проб в горных выработках или скважинах. Длина профилей соответствует параметрам рудных тел по исследуемым направлениям. Обработка материалов заключается в построении одномерных графиков изменчивости геологических

параметров в системе координат: содержание полезного компонента (мощность залежи) – расстояние. Затем проводится выравнивание (сглаживание) исходных данных, оценка уровненного строения, частотных и амплитудных характеристик изучаемых полей (геохимических, морфометрических).

Для обоснования плотности и геометрии разведочной сети применяется *способ геометрической автокорреляции,* соответствующий геометро-статистической модели (Рудничная…, 1986; Петруха, 2003). Способ позволяет вычислять значение радиуса геометрической автокорреляции (R_q, м) после выравнивания исходных данных по формуле: $R_q=L(1+2K_q)^{-1}$, *где* L – длина участка аппроксимации (исследуемого профиля), м; K_q – количество экстремальных значений аппроксимирующей поле функции на профиле; q – структурный уровень. Оптимальный шаг разведки принимается равным среднему значению радиуса геометрической автокорреляции, вычисленному по сечениям рудного тела (по простиранию и падению).

Геометро-статистическая модель используется для установления связи между уровнями частотной изменчивости параметра (R_q) и категориями разведанных запасов. Применение модели оправдано при преобладании закономерной составляющей изменчивости признака над случайной составляющей или при их равных соотношениях.

Обоснование оптимальной плотности разведочной сети для медноколчеданных месторождений Урала, выполненное Л. М. Петрухой (1991), позволило установить, что распределение меди, цинка, серы в рудных телах месторождений в основном изометричное. Оценка анизотропии (A) изменчивости геологоразведочных параметров, определенной как соотношение значений (R_q) по простиранию и падению рудных тел ($A=R_{q1} / R_{q2}$), показала, что среднее значение A=1,1, т. е. близко к единице. В связи с этим разведочная сеть на медноколчеданных месторождениях должна быть квадратной, а не прямоугольной (как это отражено в Методических рекомендациях ГКЗ).

Обоснование плотности разведочной сети с использованием аппарата стационарной случайной функции и геостатистической модели рассмотрены ранее (см. раздел 11.3).

Контрольные вопросы к теме 3

1. Принципы разведки. Для чего они разработаны?
2. В чем заключается принцип последовательных приближений?
3. Как реализуется принцип аналогии?
4. В чем заключается принцип максимальной эффективности?
5. На какие этапы и стадии подразделяется процесс геологического изучения недр?
6. На какой стадии геологоразведочных работ рудопроявление переходит в разряд месторождений?
7. Что такое – месторождение оценённое, месторождение разведанное?
8. Какой документ подготавливается по результатам разведки месторождения? Каково его содержание?
9. Какие виды горных выработок применяются при разведке? Охарактеризуйте условия их применения.
10. Перечислите преимущества и недостатки применения при разведке буровых скважин.

11. Какие геофизические методы применяются при изучении поверхности месторождений?
12. Какие задачи при разведке позволяет решать каротаж скважин?
13. Какие данные позволяют получить применение геофизических методов при изучении межскважинного пространства?
14. Что такое система разведки?
15. Типы разведочных сетей.
16. Плотность разведочной сети; какие факторы определяют ее обоснование?
17. В чем сущность способов аналогии и разрежения при обосновании плотности разведочной сети?
18. Как осуществляется сопоставление данных разведки и эксплуатации при обосновании плотности сети наблюдений?
19. Что лежит в основе математических методов обоснования плотности разведочной сети (статистического, геометро-статистического, геостатистического и др.)?

Тема 4
Подсчет запасов полезных ископаемых

КОНДИЦИИ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их разработки, обеспечивающим наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения (Методические рекомендации…, 2007; Временное руководство…, 1997). Кондиции – это основной инструмент геолого-экономической оценки месторождений. Они разрабатываются и уточняются в процессе геолого-экономической оценки месторождений по материалам их разведки и эксплуатации на основе специального технико-экономического обоснования (ТЭО).

Для подсчета запасов рудных месторождений, а также отдельных видов нерудного сырья (горно-химического, плавикового шпата, барита, графита, талька, асбеста, слюды), кондиции могут включать следующие параметры:

- бортовое содержание компонента в пробе или условия оконтуривания рудных тел в геологических границах;
- минимальное содержание компонента в краевой выработке;
- минимальное промышленное содержание компонента в подсчетном блоке, запасы которого относятся к балансовым;
- коэффициенты приведения содержания попутных компонентов к основному в комплексных рудах и минимальное их содержание, учитываемое при приведении;
- максимально допустимое содержание вредных примесей в краевой пробе, оконтуривающей выработке и по месторождению;
- минимальная мощность тел полезного ископаемого или минимальный метропроцент (метрограмм);
- максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;
- минимальный коэффициент рудоносности для месторождений с прерывистым и гнездовым распределением полезных компонентов;
- минимальные запасы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым.

По остальным типам месторождений полезных ископаемых (карбонатные породы, магнезиты, дуниты, цементное сырье и другие) кондиции для подсчета запасов включают:

- требования к качеству полезного ископаемого (или получаемой из него продукции) в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями или обусловленными результатами технологических испытаний;
- условия подсчета запасов по сортам (классам, маркам) конечной продукции;
- минимальную мощность тела полезного ископаемого;
- максимально допустимую мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;

- минимальный выход конечной продукции.

Для каждого месторождения, в зависимости от геологического строения, горно-технических условий разработки и требований промышленности к качеству минерального сырья, учитывают только те их перечисленных параметров, которые необходимы для геолого-экономической оценки его промышленного назначения.

Рассмотрим важнейшие кондиционные показатели.

Бортовое содержание – это наименьшее содержание полезных компонентов в пробах, включенных в подсчет запасов, при оконтуривании по мощности тела полезного ископаемого в случае отсутствия четких геологических границ. Оно должно отвечать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. В комплексных месторождениях бортовое содержание выражается суммой содержаний полезных компонентов, имеющих промышленное значение. Эта сумма должна быть приведена к содержанию условного основного компонента, имеющего максимальную извлекаемую стоимость. Примеры оконтуривания месторождений при различных вариантах бортового содержания приведены на рисунках (рис. 32, 33).

Бортовое содержание определяется на основе повариантных подсчетов запасов. В качестве исходного варианта целесообразно применять бортовое содержание месторождения, аналогичного оцениваемому (по типу оруденения, размерам, морфологии рудных тел, вещественному составу руд, условиям разработки). Варианты с более высокими или низкими бортовыми содержаниями следует подбирать таким образом, чтобы разница в запасах руды, подсчитываемых при снижении (повышении) бортовых содержаний, составляла, как правило, не менее 10 % от общих запасов ближайшего варианта. Количество вариантов обычно не превышает 5 и чаще всего ограничивается значением 3. В случаях, когда сведения о бортовом содержании на аналогичном месторождении отсутствуют, первоначальную ориентировочную величину этого параметра в качестве исходного варианта определяют аналитическим путем, исходя из цены полезного компонента, коэффициента сквозного извлечения, разубоживания при добыче, удельных затрат на добычу и переработку. Последние определяются, исходя из укрупненных показателей намеченных систем добычи и переработки полезных ископаемых и предполагаемого масштаба месторождения. Для аналитического выражения бортового содержания применяются следующие формулы:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент:

$$С_{борт} = [(З_д + З_о) / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%,$$

где $З_д$ и $З_о$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды, руб.; $Ц_к$ – цена 1 т полезного компонента в концентрате без налога на добавленную стоимость (НДС), руб.; $И_о$ – коэффициент извлечения при обогащении, доли ед.; р – разубоживание при добыче, доли ед.;

б) при ценах на товарные концентраты ($Ц_к$) с установленным в них содержанием ($С_к$) полезного компонента:

$$С_{борт} = [((З_д + З_о) \cdot С_к) / (Ц_к \cdot И_о \text{ x } (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Оконтуривание рудных тел в соответствии с вычисленной величиной бортового содержания и подсчет запасов позволяют установить, какова будет экономическая

эффективность разработки месторождения, а также наметить величину прочих вариантов бортового содержания. При этом верхний предел бортового содержания не должен быть выше минимального промышленного содержания, подсчитанного с учетом налогов, платежей и отчислений; нижний предел бортового содержания не должен быть ниже уровня содержаний, при которых полезный компонент не извлекается в товарную продукцию.

Минимальное содержание компонента в краевой выработке устанавливается в тех случаях, когда выявлено закономерное снижение содержаний полезных компонентов в краевых частях рудного тела. Оконтуривание рудных тел в соответствии с минимальным содержанием в краевых выработках должно соответствовать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. Это минимальное содержание определяется вариантным способом.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента в подсчетном блоке – это содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат и получение минимальной установленной прибыли.

Минимальное промышленное содержание без учета налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент:

$$С_{мин} = [(З_у + К_у \cdot Е) / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%,$$

где $З_у$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды, руб.; $К_у$ – удельные капитальные вложения в строительство горнопромышленного предприятия, руб.; Е – учетная ставка банка, доли ед.; при отсутствии инфляции принимается 5-6 %;

б) при ценах на товарные концентраты:

$$С_{мин} = [(З_у + К_у \cdot Е) \cdot С_к] / [(Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Минимальное промышленное содержание с учетом налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент

$$С_{мин.\ н} = [(З_{ун} + К_у \cdot Е + Н_у) / (Ц_к \cdot И_о \text{ х } (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%\ ,$$

где $З_{ун}$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды с учетом налогов, которые входят в структуру эксплуатационных затрат; $Н_у$ – налоги, платежи, отчисления на прибыль в расчете на 1 т годовой добычи руды;

б) при ценах на товарные концентраты

$$С_{мин.\ н} = [(З_{ун} + К_у \cdot Е + Н_у) \cdot С_к / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Приведенное содержание полезных компонентов комплексных руд к содержанию условного компонента осуществляется с использованием переводных коэффициентов. Эти коэффициенты определяются исходя из соотношения цен полезных компонентов и коэффициентов извлечения при обогащении руд. Минимальное содержание, учитываемое при приведении к содержанию условного компонента, принимается равным содержанию, при котором минеральное образование не извлекается при принятой технологии обогащения:

$$К_{пр} = (Ц_п \cdot И_п) / (Ц_о \cdot И_о),$$

где $Ц_о$ и $Ц_п$ – цена 1 т основного и попутного компонента в концентрате, руб.; $И_о$ и $И_п$ – соответственно их коэффициенты извлечения, доли ед.

Максимальные допустимые содержания вредных примесей у полезных ископаемых, используемых без обогащения, устанавливаются в пробе или в интервале разведочной выработки в соответствии с требованиями промышленности. Если при отработке месторождения предусматривается усреднение добытого минерального сырья, максимально допустимое содержание вредных примесей может быть установлено для подсчетного блока. При обогащении полезного ископаемого, когда вредные примеси полностью или частично переходят в концентрат и не извлекаются из него в дальнейшем, соответствующие ограничения вводятся для подсчетного блока. В случае, когда для удаления вредных примесей из концентрата требуется дополнительная переработка, их содержание в подсчетном блоке учитывается через величину минимального промышленного содержания полезного компонента.

Минимальная мощность полезного ископаемого и *максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных полезных ископаемых* устанавливается исходя из принятого способа и системы разработки месторождения. Целесообразность отработки рудных тел меньшей мощности, но с повышенным содержанием полезных компонентов, определяется по *метропроценту* (*метрограмму*) исходя из установленной минимальной мощности тела полезного ископаемого и бортового содержания.

В случае сложного строения рудных тел, когда рудные интервалы чередуются с безрудными, для уточнения величины максимально допустимой мощности прослоев пустых пород и некондиционных руд проводится подсчет запасов при разной мощности этих слоев по каждому из оцениваемых вариантов бортового содержания. Оценка влияния прослоев на размеры и форму рудных тел и последующую эффективность добычи и переработки полезного ископаемого позволяет установить оптимальную величину этого параметра кондиций.

Коэффициент рудоносности применяется в случае невозможности выделить и оконтурить в процессе геологоразведочных работ отдельные рудные тела. Минимальная величина коэффициента рудоносности устанавливается для подсчетного блока, исходя из минимально приемлемой рентабельности разработки месторождения, при определении которой наряду с общепринятыми затратами учитываются дополнительные, связанные с доразведкой и оконтуриванием рудных тел и их селективной выемкой.

Минимальные запасы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым ($Q_{мин}$), устанавливаются исходя из дополнительных расходов, связанных с их вскрытием и отработкой, по формуле:

$$Q_{мин} = [К_д \cdot (1\text{-}р)] / [(Ц_{из} – З_{ун} – Н_у – К_д \cdot Е) \cdot (1\text{-}п)],$$

где $К_д$ – капитальные вложения, необходимые на проходку дополнительных вскрышных выработок, руб.; $Ц_{из}$ – извлекаемая в концентрат ценность полезных компонентов из 1 т руды, руб.; п – потери при добыче, доли ед.

ОКОНТУРИВАНИЕ ЗАПАСОВ

Оконтуривание является одной из самых ответственных операций при подсчете запасов. Оно заключается в ограничении рудных тел или их разведанных участков на площади и в разрезе.

Оконтуривание запасов ведется по промышленным кондициям. Запасы оконтуриваются по трем направлениям: *мощности, простиранию и падению* рудной залежи. Исходными материалами для оконтуривания служат данные геологической документации и результаты опробования.

Контур может представлять собой: 1) естественные границы рудных тел; 2) линию с бортовым содержанием; 3) линию с нулевым содержанием полезного компонента; 4) линию с минимальной промышленной мощностью рудного тела; 5) линии разных типов и сортов руд; 6) линии, разграничивающие запасы разных категорий; 7) линии участков с разными условиями вскрытия и разработки; 8) линии предельного содержания вредных примесей. Некоторые типы контуров приведены на рисунках 34, 35.

Если тело не имеет естественных природных границ, его оконтуривают чаще всего по бортовому содержанию или по минимальной промышленной мощности.

При оконтуривании запасов различают внутренний и внешний контуры. *Внутренний контур* – линия, соединяющая крайние точки с кондиционными содержанием и мощностью; *внешний контур* – линия, проведенная за пределами этих точек по более низким (некондиционным) показателям. Площадь между внутренним и внешним контурами принято называть *межконтурной полосой* (рис. 36).

Оконтуривание начинается с определения *опорных точек,* через которые затем проводится линия контура. Положение опорных точек устанавливают методами интерполяции и экстраполяции. *Метод интерполяции* заключается в определении мощности или содержания между смежными выработками. *Метод экстраполяции* состоит в определении мощности или содержания за пределами выработок. Различают *ограниченную экстраполяцию,* когда внешняя контурная линия проводится между рудной и безрудной точками, и *неограниченную экстраполяцию*, когда эта линия проводится за пределами контура выработок, где данные о параметрах рудного тела отсутствуют.

Положение опорной точки между двумя пробами определяется с помощью интерполяции, если содержание полезного компонента изменяется закономерно, то есть переход между рудой и вмещающими породами постепенный. При незакономерном изменении содержания промышленный контур проводят обычно через середину расстояния между пробами с кондиционным и некондиционным содержанием или даже через крайнюю кондиционную пробу. Положение опорной точки при экстраполяции принимается на половине, трети или четверти расстояния между выработками или определяется по естественным формам выклинивания рудных тел.

Для полого залегающих плоских изометричных тел площадь оконтуривается в плане, для крутопадающих плоских тел – на продольных разрезах и вертикальных проекциях. Для крутопадающих тел с выдержанными углами падения оконтуривание площади иногда проводят на проекции, параллельной плоскости падения.

Как во внутренних, так и во внешних контурах, производится блокировка запасов по категориям, типам и сортам руд, условиям залегания, вскрытия, разработки и т. д.

Вначале оконтуривание выполняется по отдельным выработкам, затем по отдельным разведочным сечениям (вертикальным или горизонтальным) и только потом в целом по рудному телу.

*Оконтуривание рудных тел в пределах отдельных разведочных выработок з*ависит от их ориентировки относительно рудного тела. В *секущих* выработках при наличии четких геологических контактов с вмещающими породами границы тела определяются по данным непосредственных наблюдений в забое горных выработок или по керну буровых скважин. При отсутствии четких геологических контактов границы тела полезного ископаемого определяются по результатам опробования и проводятся между породами, показавшими кондиционное и некондиционное содержание полезного компонента. При этом возможны 2 случая: а) если опробование выполнено сплошной бороздой, контур тела проводится по границе последней пробы, показавшей кондиционное содержание; б) если опробование проводится с интервалом между пробами, то границы промышленной части тела проводят между пробами способом интерполяции.

При незакономерном изменении содержания полезного компонента промышленный контур проводят обычно через середину расстояния между пробами, показавшими кондиционное и некондиционное содержание полезного компонента (рис. 37).

В *прослеживающих* выработках кроме распределения полезного компонента необходимо учитывать и характер выклинивания рудного тела. При резком выклинивании контур проводится по данным непосредственных наблюдений. При постепенном выклинивании учитывается характер изменения содержания и мощности.

Если содержание полезного компонента снижается постепенно, а мощность остается постоянной, то оконтуривание производится по содержанию. Здесь существуют те же два варианта, что и для секущих выработок: при опробовании сплошной бороздой контур проводят через границу последней кондиционной пробы, а при поинтервальном опробовании – методом интерполяции по приведенной выше формуле.

Если наблюдается постепенное уменьшение мощности тела, а содержание остается постоянным, то контур проводится либо по мощности, либо по метропроценту (метрограмму). Граница промышленной части тела определяется по следующим формулам:

$$X=L(M_{мин}-M_B)/(M_A-M_B),$$

где X – расстояние от точки B с некондиционной пробой пробы до контура тела; L – расстояние между кондиционной (A) и некондиционной (B) пробами; M_A и M_B –мощности тела соответственно в точках A и B; $M_{мин}$ – минимальная мощность, установленная кондициями;

$$X=L(M\%_{мин} - M\%_B)/(M\%_A - M\%_B),$$

где $M\%_{мин}$ – минимальный метропроцент, установленный кондициями; $M\%_A$ и $M\%_B$ – значение метропроцента соответственно в точках A и B.

Положение контура тела может быть намечено также по данным непосредственных замеров мощности в выработках.

Наконец, при одновременном уменьшении мощности тела и содержания полезного компонента оконтуривание производится по минимальному метропроценту (метрограмму).

Положение контура тела между двумя точками можно определять также графическим способом или специальной палеткой (транспарантом).

Учитывая, что расстояния между пробами обычно небольшие, особенно для руд цветных, редких металлов и золота, нередко поступают проще: проводят контур посередине между кондиционной и некондиционной пробами.

Оконтуривание тел полезных ископаемых по совокупности разведочных выработок производится на планах, разрезах или проекциях. При этом различают 3 случая проведения контура: 1) по опорным точкам, установленным непосредственно в выработках; 2) между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – некондиционными; 3) между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – отсутствием полезного ископаемого.

Проведение контура по опорным точкам, установленным непосредственно в выработках, выполняется двумя путями. При наличии четких геологических границ рудных тел опорные точки наносятся на планы, разрезы или проекции по данным непосредственных замеров в выработках (рис. 38). При отсутствии четких границ опорные точки определяются в пределах каждой выработки по данным химических анализов описанными выше способами. Оконтуривание состоит в соединении опорных точек.

Проведение контура тела полезного ископаемого между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – некондиционными, производится в зависимости от характера распределения полезного компонента. При равномерном распределении и постепенном изменении содержания полезного компонента опорные точки определяются рассмотренным выше способом интерполяции с использованием приведенных формул, графически или с помощью палетки. При неравномерном распределении полезного компонента или неравномерном изменении мощности контур обычно проводят через середину расстояния между выработкой с кондиционными и выработкой с некондиционными показателями. На месторождениях с крайне неравномерным распределением полезного компонента контур рудного тела часто проводят через крайние кондиционные выработки.

Проведение контура тела полезного ископаемого между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, а другая фиксирует полное отсутствие тела полезного ископаемого, осуществляется в зависимости от характера выклинивания тела. При резком выклинивании промышленный контур проводят через середину расстояния между выработками, то есть способом ограниченной экстраполяции. Кондиционная мощность тела, вскрытая выработкой, распространяется до середины расстояния между выработками. При закономерном, постепенном выклинивании рудного тела нулевой контур также проводят через середину расстояния между выработками, а положение подсчетного контура определяется способом интерполяции между выработкой с промышленной концентрацией полезного ископаемого и принятым нулевым контуром (рис. 39).

Описанные приемы оконтуривания тел обычно применяются для определения положения контура не только между разведочными выработками (рис. 40), но и между разведочными разрезами (линиями).

Определение контуров тел полезных ископаемых за пределами разведочных выработок, или неограниченная экстраполяция, практикуется для запасов низких категорий C_1 и C_2, подлежащих дальнейшей разведке. При оконтуривании используются разнообразные геологические, морфологические, геофизические, статистические и геометрические приемы.

ПАРАМЕТРЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Подсчет запасов полезных ископаемых в общем случае осуществляется по следующей схеме:

1) определяется объем залежи V как произведение площади S на среднюю мощность M: $V = S \cdot M$;

2) определяется запас руды Q как произведение объема V на объемную массу D: $Q = V \cdot D$, при этом обязательно учитывается естественная влажность руд;

3) определяется запас металла P как произведение запаса руды Q на среднее содержание металла C: $P = Q \cdot C \cdot 10^{-2}$, если содержание выражено в %, или $P = Q \cdot C \cdot 10^{-6}$, если в г/т.

Для одних полезных ископаемых (многие виды строительных материалов, природный газ, а в западных странах и нефть) подсчет запасов останавливается на вычислении объема. Количество некоторых иных видов сырья (железные руды, хромиты и др.) подсчитываются в виде запасов руды. Для большинства рудных элементов требуется расчет запасов металла.

Из приведенной схемы видно, что основными параметрами, необходимыми для подсчета запасов, являются площадь, средняя мощность, объемная масса руды и среднее содержание в ней полезных компонентов. Кроме того, могут использоваться разные поправочные коэффициенты.

Площадь устанавливается в результате оконтуривания рудных тел на планах и проекциях. Простые по конфигурации площади измеряются как геометрические фигуры, сложные – с помощью палетки, планиметра или курвиметра. В современных условиях площадь определяется с помощью компьютерных программ.

При наклонном залегании тела полезного ископаемого необходимо привести полученный замер площади к истинному значению, для чего вводят поправку на угол падения залежи β для замеров на плане по формуле:

$$S_{ист.} = S_{изм.} / \cos\beta,$$

для замеров на вертикальной проекции по формуле:

$$S_{ист.} = S_{изм.} / \sin\beta.$$

Мощность тела полезного ископаемого в пределах контура подсчета запасов определяется по данным горных и буровых работ, а также каротажа скважин. Если рудные тела имеют четкие геологические границы с вмещающими породами, их мощность устанавливается непосредственно с помощью замеров. Если четких геологических контуров нет, мощность рассчитывают по результатам секционного опробования по бортовому или минимальному промышленному содержанию полезного компонента.

В горных выработках мощность определяют замером расстояния от кровли до подошвы залежи при их документации и опробовании. Мощность рудных тел по данным бурения устанавливают прямыми или косвенными способами. Прямой способ – это расчет

мощности по керну при колонковом бурении и по данным опробования шлама при ударном бурении, косвенные – по данным каротажа скважин или по наблюдениям в процессе бурения за изменением скорости углубки скважин, за цветом или составом шлама.

Разведочные выработки часто пересекают тело полезного ископаемого не по истинной мощности, а под некоторым углом. При пологом залегании замеряется вертикальная мощность $M_в$, при крутом падении – горизонтальная $M_г$. По керну или геофизическим данным мощность определяется длиной рудного интервала $M_{скв}$. Эти так называемые наблюдаемые мощности отличаются от истинной мощности $M_{ист}$ и приводятся к ней по геометрическим формулам (рис. 41):

$$M_{ист.} = M_г \cdot \mathrm{Sin}\alpha,$$

$$M_{ист.} = M_в \cdot \mathrm{Cos}\alpha;$$

$$M_{ист.} = M_{скв.} \cdot \mathrm{Cos}(\alpha\text{-}\beta) \cdot \mathrm{Cos}\gamma,$$

где α – угол падения залежи, β – зенитный угол наклона скважины в месте пересечения залежи; γ – угол между азимутальным направлением скважины и азимутом падения залежи.

Среднее значение мощности определяется среднеарифметическим или средневзвешенным способом. Метод среднего арифметического применяют при более или менее равномерном распределении пунктов замера мощностей. В этом случае средняя мощность M определяется по формуле:

$$M = \sum m / n,$$

где n – количество замеров мощности.

Способ средневзвешенного применяется при резко неравномерном распределении точек замера и установленном направлении закономерностей изменчивости мощности. Средневзвешенная мощность рассчитывается по формуле:

$$M=\sum m \cdot l / \Sigma l,$$

где l – расстояние, на которое распространяется влияние значения данного замера мощности.

Объемная масса руды должна быть установлена с учетом естественной пористости, трещиноватости и кавернозности полезного ископаемого. Она определяется лабораторным или полевым способами. При применении лабораторного способа объемная масса определяется путем взвешивания образцов, покрытых пленкой парафина, в воздухе и в воде или взвешиванием и определением их объема в мерном сосуде. При полевом способе проходится горная выработка и вся добытая горная масса взвешивается, а пройденное пространство замеряется. Соотношение массы полезного ископаемого и объема даст объемную массу. Считается, что для определения объемной массы этим способом достаточно 10 м^3 полезного ископаемого. Этот способ более точный.

Объемная масса должна определяться для каждого сорта и типа полезного ископаемого, запасы которых учитываются самостоятельно. Количество определений объемной массы должно быть достаточным для надежного обоснования средних величин. Считается, что для однообразных по сложению полезных ископаемых достаточно 10-20, а для более сложных 20-30 определений объемной массы типичного материала для каждого сорта полезного ископаемого.

При этом обязательно учитывается *естественная влажность руды*, которая может достигать у отдельных полезных ископаемых 30-40 % и более. Учет естественной влажности необходим в связи с тем, что анализы проводятся с сухими навесками после просушивания проб при 105-110 ºС, а содержание полезных компонентов определяется для воздушно-сухой массы. Поэтому необходима поправка в содержание на влажность руды по формуле:

$$C_{вл.} = C_{сух.} \cdot (100 - B) / 100,$$

где $C_{вл.}$ – содержание полезного компонента по влажной руды, % или г/т; $C_{сух.}$ – то же в сухой руде; В – влажность, при которой определена объемная масса, %.

Чаще пересчитывают не содержание на сырую руду, а объемную массу сырой руды $D_{вл.}$ на сухую $D_{сух.}$ по формуле:

$$D_{сух.} = D_{вл.} \cdot (100 - B) / 100.$$

Естественная влажность определяется как отношение потери массы штуфа в результате высушивания к массе влажного образца и вычисляется путем сравнения массы проб влажного минерального сырья $Q_{вл.}$ с массой тех же проб, просушенных до постоянной массы при 105-110 ºС, $Q_{сух.}$, по формуле:

$$B = 100 \cdot (1 - Q_{сух.} / Q_{вл.}).$$

Необходимо учитывать, что влажность не является величиной постоянной и изменяется в зависимости от глубины залегания полезного ископаемого, времени года, уровня грунтовых вод и др.

Среднее содержание определяется как среднеарифметическое или средневзвешенное по скважине, выработке, горизонту, блоку, участку и месторождению в целом. Чаще всего применяют среднее содержание, взвешенное на длину проб, то есть на их мощность.

Поправочные коэффициенты вводятся для *уменьшения запасов* при прерывистом (дискретном) оруденении, разобщенности рудных тел, наличии безрудных даек, участков пустых пород, валунов и т. п. Коэффициенты для *увеличения запасов* применяются при избирательном выкрашивании рудных компонентов из керна, при намыве ценных компонентов при разработке россыпей. Могут вводиться поправочные коэффициенты на систематические погрешности химанализов, замеров мощностей в скважинах и др.

МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Существует довольно много разных методов подсчета запасов. Все они основаны на определении объема подсчетных контуров, которые сравниваются с равновеликими геометрическими фигурами. Запасы подсчитываются по простейшим формулам:

$$V = S \cdot m,\ Q = V \cdot d,\ P = Q \cdot C / 100,$$

где V – объем тела полезных ископаемых, S – площадь тела на проекции, m – средняя мощность, Q – запасы руды, d – объемная масса руды, C – среднее содержание полезного компонента в %.

Наибольшим распространением пользуются методы геологических и эксплуатационных блоков, разрезов и статистический.

Метод геологических блоков является универсальным для подсчета запасов плоских тел. При этом методе выделяют блоки разной величины, отличающиеся по степени разведанности, мощности, содержанию полезных компонентов, типам и сортам руд, технологическим свойствам, гидрогеологическим и горнотехническим условиям (рис. 42).

Частным случаем этого метода является *метод среднего арифметического,* когда все тело рассматривается как один подсчетный блок.

Метод эксплуатационных блоков применяется также для подсчета запасов плоских тел, разделенных горными выработками и буровыми скважинами на эксплуатационные блоки. Оконтуривание и подсчет запасов по каждому блоку аналогично методу геологических блоков (рис. 43).

Метод разрезов применяют для подсчета запасов изометричных, трудообразных и сложных по форме тел (рис. 44, 45). Разрезы могут быть *вертикальными* или *горизонтальными*. Заключенная между смежными разрезами часть рудного тела рассматривается как призма, если площади смежных сечений близки, или как пирамида, если эти сечения существенно различаются по площади. Объем части рудного тела между двумя разрезами определяется соответственно по формуле для призмы или пирамиды. Объем крайних блоков, каждый из которых опирается на один разрез, определяется по формуле клина. При непараллельных разрезах вносятся соответствующие поправки к подсчету объемов. Среднее содержание определяют вначале для каждого разреза. В блоке, ограниченном двумя разрезами, оно вычисляется как среднеарифметическое или средневзвешенное на площадь сечения.

При крайне дискретном оруденении подсчет запасов проводят *статистическими методами*. Это относится в основном к месторождениям IV группы, когда совмещаются разведка и эксплуатация. По результатам этих работ оценивается средняя продуктивность исследуемого участка и распространяется на менее изученную потенциально рудоносную часть месторождения.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ СОПУТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

К попутным полезным ископаемым относятся минеральные комплексы (горные породы, руды, подземные воды, рассолы), добыча которых при разработке основного полезного ископаемого экономически целесообразна. К *попутным компонентам* относятся заключенные в полезных ископаемых минералы, металлы и другие химические элементы в их соединениях, которые не имеют определяющего значения для промышленной оценки месторождения, но при переработке полезных ископаемых могут быть рентабельно извлечены и реализованы на внутреннем или международном рынке.

Попутные полезные ископаемые и компоненты в зависимости от форм нахождения, связи с основными для данного месторождения полезными ископаемыми и компонентами и с учетом требований, предъявляемых промышленностью к условиям их разработки (извлечения), разделяются на три группы (Шевелев, 2004). *К первой группе* относятся попутные полезные ископаемые, образующие самостоятельные пласты, залежи или рудные тела в породах, вмещающих основные рудные тела:

- железные руды на марганцевых месторождениях;

- серный колчедан, барит-полиметаллические руды, золотосодержащие кварциты на медноколчеданных месторождениях;
- свинцовые и медно-свинцовые руды на месторождениях медистых песчаников;
- огнеупорные глины, каолины на месторождениях бокситов и угля и др.

К этой же группе относятся вскрышные породы, по составу и свойствам пригодные для производства строительных материалов или для других целей, а также торф и в некоторых случаях почвенно-растительный слой и породы, пригодные для использования в сельском хозяйстве.

К жидким попутным полезным ископаемым относятся подземные воды, участвующие в обводнении подземных горных выработок, если они пригодны для водоснабжения, извлечения из них ценных компонентов или бальнеологических целей.

Ко второй группе относятся попутные компоненты, образующие собственные минералы, которые при обогащении могут быть выделены в самостоятельные концентраты или промпродукты, а в отдельных случаях накапливающиеся в продуктах обогащения основных компонентов в количестве, допускающем их последующее извлечение на экономически рациональной основе.

В эту группу могут быть объединены:
- титановые, медные и ванадийсодержащие минералы, золото- и кобальтсодержащий пирит, иногда апатит, гатчеттолит, бадделеит в железных рудах;
- сера (пирит и другие сульфиды), минералы свинца, цинка, серебра, самородное золото, кобальтсодержащий пирит в медноколчеданных рудах;
- молибденит в меднопорфировых месторождениях в гранитоидах, ванадийсодержащие минералы, апатит, титаномагнетит – в габброидах;
- минералы кобальта и серебра в медно-никелевых месторождениях;
- минералы меди, висмута, серебра, барит, флюорит в полиметаллических рудах и др.

К третьей группе относятся разного рода примеси в минералах основных и попутных компонентов (изоморфные, механические, микровключения собственных минералов и др.), а также органические, металлические или металлоорганические соединения в углях и углистых породах. Преобладающую часть попутных компонентов третьей группы составляют рассеянные элементы, широко распространенных в разных твердых полезных ископаемых при весьма низком содержании. К этой же группе относятся примеси в рудных минералах золота, серебра, платиноидов, тантала, молибдена и др.

При обогащении полезных ископаемых эти компоненты накапливаются в концентратах основных компонентов, а при переработке концентратов или непосредственном использовании полезных ископаемых в металлургическом, химическом, энергетическом и других производствах концентрируются в товарных продуктах или отходах.

К этой же группе относятся попутные компоненты, присутствующие в нефти и газе и выделяемые лишь при их переработке, а также заключенные в подземных минерализованных водах или рассолах. Состав попутных компонентов третьей группы зависит от вида полезного ископаемого и типа руд.

В полиметаллических рудах присутствует сурьма, кадмий, теллур, таллий, галлий, иногда германий.

Медноколчеданные руды обычно содержат селен, кадмий, теллур, реже таллий, индий, иногда кобальт, висмут, галлий и германий. В медистых песчаниках присутствует рений, реже германий, селен и таллий. В медно-никелевых рудах содержатся платиноиды, кобальт, сера, селен, теллур, таллий, галлий, германий.

Для медно-молибденовых руд характерно присутствие рения, селена, теллура, в меньшей степени индия, германия и галлия. Высокими концентрациями рения и низкими селена, теллура, германия и галлия характеризуются молибденовые руды.

Сульфидно-касситеритовым рудам обычно свойственны повышенные концентрации индия, кварц-касситеритовым и вольфрамитовым – скандия, иногда тантала. В кварц-золоторудных месторождениях нередко присутствует теллур, а в золотосульфидных – индий, кадмий, селен, теллур и платина.

Бокситы содержат галлий, ванадий, скандий, алуниты и нефелины – галлий и ванадий. Иногда в алюминиевом сырье в небольшом количестве содержится германий. В месторождениях калийных солей присутствует бром и рубидий, иногда цезий, в некоторых месторождениях каменной соли – литий.

В апатит-нефелиновых рудах содержится титан, галлий, стронций, редкие земли.

Угли и углистые породы могут содержать повышенное содержание германия, урана, галлия, реже – ванадия и рения. В подземных водах наряду с йодом и бромом присутствуют соединения магния, калия, бора, иногда лития, рубидия, цезия, стронция, германия и другие компоненты.

Изучение и геолого-экономическая оценка попутных полезных ископаемых и компонентов производится на всех стадиях геологоразведочных работ и в процессе освоения месторождения.

Запасы попутных полезных ископаемых (компонентов руд) должны подсчитываться способом, отвечающим характеру их залегания в месторождении или распределения в рудах, также учитывающим особенности промышленного использования запасов, которые определяют уровень и показатели их оценки.

При подсчете запасов попутных полезных ископаемых первой группы, образующих самостоятельные рудные и нерудные залежи во вскрыше месторождений, используются способы, применяемые при подсчете запасов аналогичных видов сырья в самостоятельных месторождениях.

Подсчет запасов попутных компонентов второй группы осуществляется в контурах запасов основного полезного ископаемого в соответствии с существующими для них требованиями. Для их изучения и оценки проводятся специальные минералого-геохимические исследования руд и отбираются групповые пробы.

Запасы попутных компонентов третьей группы подсчитываются и учитываются в месторождениях, целесообразность промышленного освоения которых обеспечивается экономикой извлечения основного компонента. При этом подсчет запасов попутных компонентов данной группы выполняется исключительно в пределах контура подсчета балансовых и забалансовых запасов основного компонента.

Комплексное изучение полезных ископаемых должно сопровождаться статистической обработкой результатов опробования на основные и попутные компоненты для обоснования возможности подсчета попутных компонентов корреляционно-регрессионным способом. Статистической обработке должно предшествовать выявление по данным минералогических исследований геохимической связи между отдельными попутными и основными компонентами, выражающейся в преобладании приуроченности того или иного попутного компонента к минералам одного из основных компонентов.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны содержать:

- для каждого технологического типа полезного ископаемого – перечень попутных компонентов, запасы которых подлежат подсчету как балансовые;
- минимальное содержание попутных компонентов, учитываемые при приведении к условному содержанию основного компонента; переводные коэффициенты;
- минимальные содержания попутных компонентов в подсчетных блоках и отдельных рудных телах (залежах, пластах), если раздельная выемка и переработка полезных ископаемых с целью извлечения этих компонентов технически возможна и экономически целесообразна;
- дополнительные условия подсчета валовых и извлекаемых запасов попутных компонентов: по содержанию в рядовых или групповых пробах, по содержанию в минералах или концентратах, в целом по месторождению, по отдельным рудным телам или в подсчетных блоках.

ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

Сопоставление данных разведки и эксплуатации показывает, что расхождения в определении контуров рудных тел, подсчетных параметров, количественных и качественных показателей неизбежны. Причины этого в том, что разведка осуществляется по прерывистой сети наблюдений, а за пределами разведочных выработок параметры оруденения определяются путем интерполяции и экстраполяции. С другой стороны, при эксплуатации имеют место потери и разубоживание руд, которые при проектировании эксплуатации учитываются приближенно, что тоже вносит свой вклад в расхождение данных разведки и эксплуатации.

Небольшие отклонения рассматриваются как погрешности подсчета запасов. Если ошибки значительны, то говорят о неподтверждении запасов или качества минерального сырья.

Погрешности, возникающие при подсчете, подразделяются на три основные группы: геологические, технические и методические.

Геологические погрешности, или ошибки аналогии, возникают в результате распространения фактических данных, полученных при разведке по отдельным выработкам и скважинам, на соседние участки. Эти погрешности подвержены резким колебаниям, величина их зависит от степени изменчивости параметров оруденения, а также от плотности и равномерности разведочной сети. Геологические погрешности приводят к наиболее крупным ошибкам подсчета запасов, достигающим для категорий А и В до 10-15 %, а в отдельных случаях и выше.

Наиболее типичными геологическими ошибками являются объединение разрозненных мелких рудных тел в крупные, включение в один блок разных по качеству, технологии переработки или условиям залегания руд.

Технические погрешности связаны с техникой замеров и определения исходных параметров для подсчета запасов. Эта группа включает точность замеров мощности, химических анализов, определения объемной массы, естественной влажности и т. д.

Технические ошибки могут быть случайными и систематическими. Неизбежные случайные погрешности обычно не оказывают существенного влияния на точность определения запасов, поскольку, обладая переменным знаком, они взаимно компенсируются.

Систематические погрешности значительно более опасны, так как искажают результаты подсчета запасов, регулярно завышая или занижая их. Если имеются данные о систематических погрешностях, то категории запасов должны быть снижены. Систематические погрешности и их величина устанавливаются специальными контрольными методами, которые позволяют определить соответствующие поправочные коэффициенты и откорректировать результаты подсчета. К ним относятся коэффициент рудоносности, поправочный коэффициент к результатам химических анализов, к объемной массе и др. Систематические погрешности считаются недопустимыми и требуют устранения, хотя это не всегда удается.

Методические погрешности связаны с применением разных методов подсчета запасов. В целом, применение того или иного метода не оказывает существенного влияния на результаты подсчета. Различия обычно составляют 1-5 %, что находится в пределах точности технических операций подсчета. Снизить методические погрешности до минимума позволяет выбор метода подсчета запасов, который наиболее полно соответствует методике разведки и особенностям геологического строения месторождения, дает возможность учитывать распределение качественных показателей (типов и сортов руд) и в то же время сократить затраты времени и средств на разведку.

Оценка погрешностей подсчета запасов в процессе разведки является довольно сложной операцией. В действующих нормативных документах рекомендуется осуществлять подсчет запасов несколькими методами (Шевелев, 2004; Авдонин 2007).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

В последнее время при подсчете запасов все в большей степени используют компьютерные технологии. В том числе, применяют приемы блочного моделирования, реализуемые на основе геоинформационных систем (Micromine, Surpak, Datamine и др.).

При обосновании методики моделирования необходимо учитывать особенности геологического строения месторождения, степень его изученности и последовательность проведения разведочных работ. Общая схема компьютерного моделирования и подсчета запасов включает:

- импорт базы геологоразведочных данных;
- проверку базы данных, ввод дополнительной информации;

- статистический анализ данных опробования и определение природных (естественных) бортовых содержаний компонентов;
- оконтуривание рудных тел с использованием кондиций и естественного бортового содержания;
- геометризацию месторождения – каркасное моделирование рудных тел, тектонических нарушений и т. д. (рис. 46);
- геостатистический анализ исследуемых компонентов;
- определение параметров интерполяции;
- блочное моделирование (рис.47);
- интерполяцию содержаний в блочную модель, используя альтернативные методы (обычный кригинг, индикаторный кригинг, метод обратных расстояний и др.);
- оценку запасов и их сравнение с более ранними оценками;
- классификацию запасов/ресурсов.

Схема построения блочной модели (БМ) показана на рисунке 48 (Рекомендации…, 2014).

Блочное моделирование основывается на разделении пространства месторождения на элементарные блоки (ячейки), в которых значения свойств объекта (в частности содержания полезного компонента) интерполируются из исходных данных опробования с учетом рассчитанных весовых коэффициентов. Для этого используются разные методы интерполяции, среди которых чаще применяются метод обратных расстояний (детерминистический способ) и кригинг (геостатистический метод).

Наиболее перспективным является *кригинг*, в основе которого лежат геостатистические исследования данных опробования. Геостатистика на сегодня является наиболее мощным инструментом для получения достоверной информации о запасах полезных ископаемых в недрах, оптимального планирования их отработки и проведения геологоразведочных работ. Геостатистический метод решает *две основные задачи*: нахождение наиболее вероятной оценки запасов руды и определение точности этой оценки.

Предварительной стадией геостатистического исследования является статистический анализ: расчет гистограммы распределений значений содержаний компонентов полезных ископаемых по классам, построение графика накопленных частот, подбор законов распределения данных и определение основных статистических параметров. Вид гистограммы позволяет фиксировать явные погрешности в исходных данных геологического опробования. Следующий этап – вариограммный анализ (вариография). Используется экспериментальная вариограмма, которая строится по результатам опробования (выборочным данным) и учитывает все пары проб, удаленных на некоторое расстояние. Вариограммный анализ начинается без учета направления вектора расстояния. Полученная функция отражает такие свойства случайной величины как: стационарность, наличие эффекта самородков, значение порога и зону влияния. Эти характеристики подбираются в интерактивном режиме с помощью моделирования теоретической функцией, аппроксимирующей дискретную экспериментальную вариограмму. Для дальнейшего исследования необходимо изучить характер корреляционных связей между пробами в различных направлениях, для чего следует

построить вариограммы по направлениям. Для каждого направления определяется зона влияния (см. раздел «11.3. Математические способы…). Это необходимый шаг для выявления анизотропии залежи и взаимного влияния значений случайных величин.

Следующей стадией после вариограммного анализа залежи является ее моделирование и оценка запасов. Размеры блоков блочной модели выбираются с таким расчетом, чтобы получить наиболее детальную оценку запасов по всему объему месторождения. Заключительный этап анализа – кригинг (геостатистическая оценка содержаний полезных ископаемых).

Кригинг. Предпосылкой развития геостатистических методов послужило расхождение между содержаниями многих металлов в разведочных пробах и в реально извлекаемых объемах руд. Точность оценки зависит от ряда факторов: количества проб и их значений, расположения проб (здесь важна равномерность их размещения), расстояния между пробами и точкой в середине оцениваемого блока, наличие пространственной непрерывности рассматриваемой переменной. Кригинг – метод интерполяции, который учитывает все эти факторы, был придуман южноафриканским горным инженером Д. Криге и потом усовершенствован Ж. Матероном.

В большинстве методов интерполяции сначала задается диаметр поискового круга (или эллипса). Все точки, попавшие в поисковый круг, используются для расчета взвешенного среднего, которое будет приписано середине элементарного блока. Веса, с которыми будут учитываться исходные точки, зависят (в той или иной мере) от расстояния от узла до этой точки. Разные методы интерполяции – это разные способы взвешивания исходных данных в зависимости от расстояния. В кригинге, как методе интерполяции, взвешивание производится сложнее, чем в других методах. Допустим, что в поисковый круг попали несколько проб. Расстояния между пробами и расстояния между серединой оцениваемого блока или его границами используется для снятия вариограмных значений с модельной вариограммы. Затем вариограмные значения заносятся в матрицы системы линейных уравнений; рассчитываются коэффициенты уравнений, которые и являются весами значений компонента в пробах. После рассчитывается оценка элементарного блока модели рудной залежи.

При решении способом, выбранным Ж. Матероном, появляется небольшое по величине число μ – множитель Лагранжа. Чем множитель меньше, тем более надежно решена система линейных уравнений.

Кригинговая оценка рассчитывается по формуле:

$$Z_k = \sum_{i=1}^{n} a_i Z_i,$$

где Z_k – кригинговая интерполяционная оценка изучаемой переменной; Z_i – значения переменной в n точках, попавших в круг поиска; a_i – веса. Обычно на практике в поисковый круг попадает несколько десятков или также сотен окружающих проб. Соответственно и матричное уравнение расширяется до сотен строк и столбцов. Считается, что кригинг – это интерполяционная процедура, дающая оценки с наименьшей дисперсией.

Другие методы интерполяции основаны на наличии заданной аналитической зависимости между значениями в пространстве, выраженной формулой. Наиболее часто используются линейные интерполяторы. К ним относится *метод обратных расстояний*

(IDW).При его использовании учитываются расстояния ячейки от близлежащих разведочных выработок. Чем дальше находится разведочная выработка от ячейки, тем слабее ее влияние. Значение параметра *z* в ячейке находят по формуле средневзвешенного:

$$z = \sum_{i=1}^{n}(z_i p_i / \sum p_i),$$

где z_i – значения параметра в разведочных выработках; p_i – весовые коэффициенты, зависящие от расстояния *r* ячейки от разведочных выработок; *n* – количество близлежащих разведочных выработок. Весовые коэффициенты определяют по формуле $p_i = 1/r_i^2$. В расчет параметра *z* включают разведочные выработки, расположенные не далее некоторого заранее заданного расстояния от ячейки. Если центр ячейки совпадает с какой-либо разведочной выработкой, значение *z* принимается таким же, как в разведочной выработке (Поротов, 2004).

В ГКЗ за последние два десятилетия накоплен достаточно большой опыт применения блочного моделирования при подготовке ТЭО и подсчете запасов. Примерами объектов, где блочное моделирование использовалось для решения сформулированных задач, являются золоторудные месторождения (Наталкинское, Тасеевское, Куранах, Дегдекан, Чертово Корыто, Верненское, участок Перевальный, Попутненское, Штурмовское и др.), урановорудные (Орловское, Березовское, Горное), медно-порфировые (Михеевское, Песчанка, Молмыж, Томинское и др.), редкометалльные (Зашихинское), а также ряд других. Запасы золоторудного месторождения Кючус утверждены ГКЗ по данным блочного моделирования (Рекомендации…, 2014).

Удовлетворительная сопоставимость результатов подсчета запасовдля разных вариантов кондиций отмечается для месторождений с зональным типом пространственного размещения оруденения, например, на медно-порфировых объектах (Песчанка, Томинское, Михеевское, Молмыж). Для корректной геометризации запасов в них может быть применена методика локального анизотропного кригинга (ЛАК). Она позволяет определить ориентировку осей анизотропии в локальных участках объекта на основе минимизации дисперсии по пробам, попадающим в границы эллипсоида при разных вариантах его положения. Эта процедура наиболее эффективна при достаточно плотной сети наблюдений.

На месторождениях сложного строения с высокой изменчивостью геологоразведочных параметров расхождения в оценке запасов отмечаются наиболее часто. Дополнительными факторами, осложняющими применение блочного моделирования, являются недостаточная плотность сети по отдельным участкам месторождения и высокие значения эффекта самородков. К объектам этого типа можно отнести жильные зоны, штокверки и штокверкоподобные золоторудные месторождения.

Основным приемом, позволяющим добиться удовлетворительной сопоставимости результатов для разных способов подсчета запасов, является построение каркасов, опирающихся на рудные интервалы, выделенных по соответствующим кондиционным показателям. Этот прием требует построения отдельных «жестких» каркасов для каждого варианта бортового содержания, но считается достаточно трудоемким.

Таким образом, информационные технологии являются т*ехническим*, а геостатистическое и блочное моделирование месторождений твердых полезных ископаемых – *методическим средством* подсчета запасов и технико-экономического

обоснования кондиций, удовлетворяющим требованиям международного аудита. Учет их необходим для рационального недропользования в Российской Федерации, а также привлечения иностранных инвестиций.

Контрольные вопросы по теме 4

1. Содержание и назначение промышленных кондиций
2. Основные кондиционные показатели
3. Применение и определение бортового содержания
4. Применение и определение минимального промышленного содержания
5. Виды контуров запасов полезных ископаемых
6. Последовательность оконтуривания запасов
7. Методические приемы оконтуривания запасов
8. Определение параметров подсчета запасов
9. Характеристика ведущих методов подсчета запасов
10. Особенности подсчета запасов попутных полезных ископаемых

Тема 5
Геолого-экономическая оценка месторождений

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЭО

Геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождений заключается в определении количества и качества запасов полезного ископаемого в недрах, выявлении условий залегания и добычи, обосновании технико-экономических показателей разработки. ГЭО – важнейшая составная часть геологоразведочного процесса. Она призвана определить промышленную значимость объекта в наиболее эффективном варианте его возможного промышленного освоения.

Основными задачами ГЭО являются (Временное…, 1998):

- определение количества и качества балансовых и забалансовых запасов, а также обоснование кондиций для их подсчета;
- расчет технико-экономических показателей промышленной ценности месторождения;
- обоснование оптимального варианта освоения месторождения;
- расчет размера регулярных платежей за право пользования недрами и др.

ГЭО промышленного значения месторождений производится на всех без исключения стадиях геологоразведочных работ и разработки (см. раздел 5 «Стадийность ГРР»). Однако содержание этого вида исследования во многом зависит от фактического материала, позволяющего дать объективную оценку качества и количества выявленных запасов или прогнозных ресурсов. Только на стадии разведки, в меньшей степени на стадии оценочных работ, могут быть получены достаточно полные сведения о геологическом строении объекта, позволяющие объективно охарактеризовать качество и количество запасов полезного ископаемого, технологические свойства минерального сырья, горнотехнические, гидрогеологические, экологические условия отработки. На стадиях регионального геологического изучения недр и поисковых работ оцениваются лишь прогнозные ресурсы. Практическая значимость прогнозных ресурсов определяется по результатам их ГЭО, когда устанавливается вероятное промышленное значение прогнозируемых месторождений.

Геологическое обоснование прогнозных ресурсов осуществляется в соответствии с Методическим руководством (Методическое руководство по оценке…, Богданов и др., 1986) и с учетом современных представлений по геолого-промышленных типам месторождений (на основе принципиальных геолого-генетических моделей процессов рудообразования).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЭО

Географо-экономическая характеристика района

Приводится географическое и административное положение месторождения, его удаленность от ближайшей железнодорожной станции, автомобильных дорог, населенных пунктов и возможного потребителя сырья; природно-климатические условия; освоенность района, население, его занятость, возможные источники энергоснабжения, обеспеченность стройматериалами.

Геологическое строение района

Приводятся краткие сведения об изученности и геологическом строении района, о закономерностях размещения месторождений всех видов минерального сырья.

Геологическое строение месторождения

Особенности геологического строения; структурные, литологические и иные факторы, определяющие условия залегания, морфологию рудных тел, вещественный состав руд, распределение основных и попутных компонентов, а также вредных примесей; наличие обогащенных участков и закономерности их размещения; сведения об изменчивости основных параметров рудных тел по простиранию и падению. Наличие промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, подлежащих раздельной добыче и переработке; характеристика их качества. Наличие и закономерности распределения безрудных прослоев, характеристика слагающих их пород.

Для россыпных месторождений – характеристика особенностей формы, размеров и состава продуктивного «пласта», состава и мощности «торфов», строение плотика; содержание ценных компонентов; размер, форма и прочие особенности зерен полезных минералов, пробность золота.

Группа сложности месторождения в соответствии с классификацией запасов и прогнозных ресурсов.

Методика геологоразведочных работ

Сведения о проведенной топографической съемке, системе координат и привязке разведочных выработок.

Изученность поверхности месторождения – геологическая съемка, геохимические и геофизические исследования, проходка шурфов и канав.

Изученность глубоких горизонтов месторождения – система разведки; плотность разведочной сети; обоснование участка, разведанного по более высокой категории; сводная таблица видов и объемов геологоразведочных работ; объем выработок, участвующих в подсчете запасов.

Глубина, диаметры и конструкция разведочных скважин, способ и технология бурения, результаты замеров зенитных и азимутальных искривлений скважин. Выход керна линейный, по массе или объемный; интервалы с низким выходом керна, избирательное истирание керна, поправочные коэффициенты, выход шлама по массе или объемный при шарошечном или ударном бурении.

Методика и техника геофизических работ – основные результаты, случайные и систематические погрешности геофизических измерений.

Методика опробования буровых скважин и горных выработок, качество опробования, оценка достоверности результатов, наличие систематических погрешностей, поправочные коэффициенты, схема обработки проб. Групповые пробы, методика их составления.

Аналитические работы: объемы, методы проведения основных, контрольных и арбитражных анализов, соответствие их действующим стандартам или другим нормативным документам. Результаты обработки данных контроля, качество анализов,

оценка влияния низкого качества анализов на результаты подсчета запасов (определение мощности, площади рудных тел, содержания и т. п.). Обоснованность предполагаемых поправочных коэффициентов.

Методы и число определений объемной массы для разных типов и сортов полезных ископаемых. Обоснование значений объемной массы, принятых для подсчета запасов.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Основные водоносные горизонты, наиболее обводненные участки и зоны, их взаимосвязь с поверхностными водотоками, химический состав и бактериологическое состояние поверхностных и подземных вод; величина ожидаемых, а также максимально возможных водопритоков в горные выработки. Для россыпных месторождений, предназначенных для дражной отработки – возможность устройства плотин с целью подъема воды.

Источники питьевого и технического водоснабжения горного предприятия, оценка дальнейшего использования подземных вод месторождения для целей водоснабжения или извлечения ценных компонентов, а также их очистки при сбросе в поверхностные водотоки.

Инженерно-геологические особенности пород месторождения – состав, трещиноватость, тектоническая нарушенность, способность полезных ископаемых к самовозгоранию, радиационная характеристика полезного ископаемого и вмещающих горных пород, возможность возникновения оползней, селевых потоков и т. д. При наличии многолетней мерзлоты необходимо выявить глубины распространения и температурный режим.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

Способ разработки месторождения

Выбор способа разработки месторождения зависит от глубины и условий залегания тел полезных ископаемых и производится с учетом экономико-географических и горно-технологических факторов. Оценке подлежат следующие варианты освоения месторождения:

- открытый способ,
- подземный,
- открытый и подземный (комбинированный),
- геотехнологический.

Применение открытого способа разработки устанавливается с помощью предельного коэффициента вскрыши ($К_в^п$), вычисляемого по формуле:

$$К_в^п = (С_п – С_о) / С_в,$$

где $С_п$ – себестоимость добычи 1 т руды при подземном способе разработки, руб.; $С_о$ – то же при открытых работах без учета затрат на выемку пустых пород; $С_в$ – себестоимость 1 т вскрыши, руб.

При комбинированном способе границу освоения месторождения открытым способом устанавливают исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого открытым и подземным способами.

Система разработки

Выбор системы разработки и ее основных элементов производится исходя из анализа геологических и горнотехнических условий месторождения.

Потери и разубоживание

Их величину следует устанавливают в значениях, характерных для принятой системы разработки с учетом горно-геологических условий месторождения.

Величина потерь обычно составляет:

- 3-7 % при системах отработки с креплением и закладкой очистного пространства;
- 8-20 % с открытым выработанным пространством и магазинированием руды;
- 15-20 % с массовым обрушением;
- 4-6 % при открытом способе разработки.

Величины разубоживания:

- 5-10 % при системах с магазинированием, креплением и закладкой выработанного пространства;
- 15-20 % при системах с массовым обрушением;
- 5-10 % при открытом способе разработки.

Производительность предприятия и продолжительность периода разработки являются важнейшими оценочными показателями, определяющими себестоимость добычи, капитальные вложения в промышленное строительство и сроки строительства предприятия. Устанавливаются в зависимости от запасов месторождения, особенностей геологического строения, горно-технических условий эксплуатации. Если существуют ограничения потребности в данном сырье, особые природоохранные и другие факторы, регламентирующие добычу, то ограничивается и производительность предприятия.

В зависимости от величины эксплуатационных запасов, горно-геологических особенностей месторождения и способа отработки, годовую производительность можно определить, руководствуясь горно-техническими условиями. Порядок ее расчета установлен в нормах технологического проектирования и осуществляется при оценке объекта по результатам разведки в базовых вариантах оконтуривания.

Для расчета годовой производительности по добыче руды при оценке по результатам поисковых и оценочных работ можно использовать метод аналогии или рекомендовать упрощенные методы, отражающие статистическую зависимость между величиной эксплуатационных запасов и средней продолжительностью работы рудника. В этих целях используются табличные материалы, подготовленные ВИЭМС и представленные в методических разработках для практических занятий.

Для расчета эксплуатационных запасов руд ($З_э$) используется следующая формула:

$$З_э = З \cdot (1 - п) / (1 - р),$$

где З – запасы полезного ископаемого в недрах, тыс. т; п – потери при добыче, доли ед., р – разубоживание при добыче, доли ед.

Коэффициент изменения качества руды при добыче (Р) можно рассчитать, допуская отсутствие полезного компонента в засоряющих породах, по формуле:

$$Р = 1 – р.$$

Этот упрощенный метод, предложенный Тэйлором (Хилл, 1999), позволяет рассчитывать годовую производительность как частное от деления эксплуатационных запасов на срок эксплуатации.

Следует подчеркнуть, что рассчитанная тем или иным способом годовая производительность предприятия является проектной и ее достижение требует определенного срока. Применительно к оценочным расчетам в условиях рыночных отношений неучет фактора времени достижения проектной производительности приводит к существенному искажению результатов экономической эффективности освоения месторождения независимо от того, проводится ли оценка по результатам поисковых, оценочных или разведочных работ.

Нужно учитывать также опыт рационального обеспечения запасами горнорудных предприятий:

- на 20-25 лет обычно обеспечиваются запасами рудники и карьеры черной металлургии, а крупные горнодобывающие комбинаты – не менее чем на 40 лет;
- на 30-40 лет – крупные горнорудные предприятия алюминиевой, медной, свинцово-цинковой и никелевой промышленности;
- на 20-30 лет – крупные предприятия по добыче вольфрама, молибдена, олова и др.;
- на 15-20 лет – золоторудные предприятия;
- на 5-10 лет – небольшие предприятия, эксплуатирующие богатые месторождения цветных металлов, золота и ценных видов неметаллического сырья, а также россыпные месторождения благородных и редких металлов, горнодобывающие предприятия химической промышленности и промышленности строительных материалов.

При определении фактического коэффициента вскрыши отстраивают схему освоения месторождения открытым способом. Верхний контур карьера откладывают соответственно результирующему углу наклона бортов карьера. Эти углы зависят от крепости пород (по М. М. Протодьяконову) и глубины карьера. Рекомендуемые значения также приводятся в специальных таблицах, представленных в методических разработках для практических занятий.

Для выполнения расчетов следует:

- вынести на план контуры верхнего и нижнего оснований карьера, а при необходимости и промежуточного контура (на уровне рыхлых отложений);
- определить объем карьера ($V_к$) по формулам:

$$V_к = [(S_в + S_н) / 2] \cdot H \text{ или } V_к = [(S_в + S_н + \sqrt{S_B \cdot S_H}) / 3] \cdot H,$$

где $S_в$ и $S_н$ – площади верхнего и нижнего оснований карьера, м^2; H – глубина карьера, м. Вторая формула применяется, если $S_в > S_н$ на 40 %;

- вычислить объемный коэффициент вскрыши ($K_в$):

$$K_в = (V_к – V_р) / V_р,$$

где $V_к$ – объем карьера, м^3; $V_р$ – объем руды, м^3;

- рассчитать (при необходимости) предельный коэффициент вскрыши ($K_в^п$):

$$K_в^п = (З_п – З_о) / З_в,$$

где $З_п$ – затраты (себестоимость) на добычу 1 т руды при подземном способе разработки, руб.; $З_о$ – то же при открытых работах; $З_в$ – затраты на выемку 1 т вскрышных пород при открытом способе, руб.

Если фактически коэффициент вскрыши меньше предельного ($К_в<К_в^п$), то целесообразен открытый способ разработки месторождения; если отмечена обратная зависимость ($К_в>К_в^п$), то подземный.

Расчет годовой производительности горнодобывающего предприятия во многом определяется горнотехническими условиями отработки и зависит, в первую очередь, от величины эксплуатационных запасов. Таблицы для упрощенного определения годовой производительности также приводятся в методических разработках для лабораторных занятий (Угрюмов, Дворник, 2004; Баранников, Макарова, 2002).

Годовая производительность по руде ($А_р$) может быть также определена по формуле:

$$А_р = З / Т,$$

где $Т$ – срок существования рудника, лет.

Производительность горнодобывающего предприятия по горной массе ($А_{гм}$) определяется по формуле:

$$А_{гм} = А_р \cdot (1+К_в).$$

Для расчета производительности по горной массе также можно воспользоваться эмпирической зависимостью:

$$А_{гм} = 42S – 10^5 \cdot S^2,$$

где S – средняя по глубине горизонтальная площадь проектного карьера.

Расчет годовой производительности по нормам технологического проектирования осуществляется, как правило, в базовых вариантах оконтуривания. В промежуточных вариантах годовую производительность по руде ($А_р$) рассчитывают по формуле:

$$А_р = \sqrt[a+b]{З_э},$$

где $З_э$ – эксплуатационные запасы руды, тыс. т; a, b – числовые коэффициенты, определяемые путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} А_{р1} = \sqrt[a+b]{З_{э2}} \\ А_{р2} = \sqrt[a+b]{З_{э1}} \end{cases}$$

В соответствии с принятой системой разработки и выбранной производительностью в горнотехнической части также рассматриваются: условия воздухо- и водоснабжения, вентиляции, откатки и подъема полезного ископаемого при подземной разработке, транспортировки вскрыши в отвал, а полезного ископаемого на фабрику. С учетом этого выбирается основное оборудование, режим работы предприятия, определяются укрупнено объемы работ по электро-, тепло- и водоснабжению.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

Обоснование технологии переработки минерального сырья. Базируется на данных изучения его вещественного состава, структурно-текстурных особенностей, физико-механических и других свойств, на результатах технологических испытаний, а также передового опыта переработки (обогащения) аналогичных видов минерального сырья. При

наличии на месторождении нескольких технологических типов руд, подлежащих раздельной переработке, технология переработки обосновывается для каждого из них.

Объемы и виды технологических исследований. Должны быть достаточны для выбора технологической схемы переработки минерального сырья и обоснования ее основных показателей. К ним относятся качество получаемой товарной продукции, ее выход от исходного минерального сырья, а для рудных месторождений – извлечение основных и попутных компонентов в товарную продукцию в процентах.

В соответствии с выбранной схемой обогащения составляется материальный баланс, согласно которому количество металла, поступившего на обогащение, равно количеству металла, просуммированного по продуктам обогащения. Связь основных показателей обогащения выражается в виде следующей формулы:

$$И_{об} = (В_к \cdot М_к) / М_р,$$

где $И_{об}$ – извлечение при обогащении, %; $В_к$ – выход концентрата, %; $М_к$ и $М_р$ – содержание металла в концентрате и добытой руде, соответственно, %.

При упрощенных расчетах, когда широко используются технико-экономические показатели предприятий-аналогов, коэффициент извлечения металла в концентрат иногда принимают по аналогии. В этом случае может оказаться необходимым обосновать уже другой показатель – выход концентрата (Вк) в тоннах по формуле:

$$В_к = [И_{об} \cdot М_р \cdot (1 - р)] / М_к,$$

где р – показатель разубоживания, доли ед.

При этом расход руды на получение 1 т концентрата (q):

$$q = 1 / В_к.$$

Добытое полезное ископаемое может перерабатываться на вновь построенной на месторождении обогатительной фабрике или на действующих в регионе предприятиях, имеющих свободные мощности или требующих увеличения мощностей по переработке сырья. Выбор местонахождения обогатительной фабрики обосновывается экономическими расчетами.

Производительность обогатительной фабрики по руде в конкретных условиях зависит от масштаба производства снабжающих ее рудников. Как правило, при оценке месторождений она принимается равной годовой производительности предприятия по добыче руды.

При оценке рудных месторождений конечной товарной продукцией обычно является сам металл. Поэтому процесс переработки минерального сырья следует оценивать, включая металлургический передел. Для этого необходимы сведения о технологической схеме переработки концентратов, извлечении полезных компонентов в конечную товарную продукцию, а также перечень выпускаемой конечной товарной продукции по маркам. Эти показатели принимаются по фактическим данным металлургических предприятий, на которых предусматривается переработка концентратов и промпродуктов из руд оцениваемого месторождения.

Сквозное извлечение металла в конечный товарный продукт (И) с учетом металлургического передела:

$$И = И_{об} \cdot И_м,$$

где $И_м$ – извлечение при металлургическом переделе, доли ед.

Изучение поведения попутных компонентов в процессе переработки. Изучается содержание попутных компонентов в продуктах обогащения, баланс распределения каждого попутного компонента по минералам и продуктам.

Определение состава и свойств отходов. Исследуется состав и свойства отходов, возможность их промышленного использования, целесообразность учета количества отдельных видов отходов или утверждение их запасов.

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Изучение и прогнозирование воздействия результатов геологоразведочных работ, а также разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду, является обязательной составной частью ГЭО (Временное…, 1998). Полученные при этом данные должны способствовать ликвидации их негативных последствий, получению исходных данных, необходимых для комплексного промышленного освоения, а также разработке рационального комплекса природоохранных мероприятий, определению их стоимости на разных стадиях изучения и геолого-экономической оценке месторождений. Результаты отмеченных исследований проходят экологическую экспертизу.

Влияние геологоразведочных работ и промышленного освоения месторождений на окружающую среду многоаспектно. Оно может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении воздушного и водного бассейнов, выводе из хозяйственного оборота или снижении продуктивности плодородных земель и других негативных воздействиях. Характер и степень этого влияния в значительной мере обусловлены способом ведения геологоразведочных работ и отработки месторождения, а также составом добываемых и перерабатываемых полезных ископаемых, технологией их обогащения, металлургического и химического передела, степенью очистки отходящих газов и сточных вод.

Предотвращение или нейтрализация отрицательного воздействия освоения месторождения на природную среду возможны только при наличии максимально полной информации о характере объекта и условиях его эксплуатации. Она должна быть получена в процессе разведочных работ и использована для выработки соответствующих проектных решений и природоохранных мероприятий.

Все эти вопросы, разобранные с той или иной степенью достоверности (в зависимости от собранного материала), находят отражение в разрабатываемых ТЭД и ТЭО.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

В данном разделе приводится обоснование величины инвестиций (капитальных вложений и оборотных средств) в освоение месторождения, а также эксплуатационных затрат, связанных с добычей и обогащением полезного ископаемого. Рассчитываются показатели эффективности освоения месторождений, выбирается оптимальный вариант их освоения.

В практике оценки месторождений полезных ископаемых существует два основных метода определения капитальных затрат и производственных (эксплуатационных)

расходов: 1 – прямой расчет и 2 – метод аналогии. *Прямые расчеты* более точны и надежны. Они позволяют учесть все специфические особенности проекта. Однако на ранних стадиях изучения объекта данных для прямого расчета недостаточно, и тогда для предварительной оценки необходимых вложений используется *метод аналогии*, который может применяться в двух модификациях. В первом случае выбирается непосредственный объект-аналог – месторождение того же геолого-промышленного типа, расположенное в том же регионе, близкое по геологическим, горнотехническим и горно-технологическим условиям. Технико-экономические показатели объекта-аналога принимаются за основу для проведения расчетов. Вторая модификация предусматривает оценку необходимых затрат с помощью укрупненных показателей – удельных капиталовложений на разные виды работ. Удельные капвложения – это затраты, отнесенные на единицу объема работ – на 1 т руды, на 1 км строительства дороги, на 1 км проведения ЛЭП и т. д. Удельные показатели определяются отраслевыми институтами – ВИЭМС в Москве, ИГД в Екатеринбурге и др. на основе анализа деятельности профильных предприятий, и позиционируются как соответствующие нормативы.

Обоснование инвестиций в освоение месторождений

Инвестиции включают в себя капитальные вложения на фонды промышленного и непромышленного назначения, а также инвестиции в оборотный капитал.

К *фондам промышленного назначения* относятся рудник с комплексом горно-капитальных выработок, зданий, сооружений и оборудования; обогатительная фабрика с объектами хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения; участок автомобильных дорог и железнодорожных путей от месторождения до существующих путей сообщения; службы энерго-, водо- и теплоснабжения, канализации и т. д. *Непромышленные фонды* – это объекты социального, жилищного и бытового назначения.

1. Капитальные вложения в строительство рудника.

Определяются в соответствии с намеченным способом разработки, исходя из годовой производительности и капитальных удельных вложений на горно-капитальные работы, оборудование, здания и сооружения в соответствии с глубиной разработки и с учетом территориального поправочного коэффициента. Учитываются также затраты на получение лицензий: права на пользование землей и недрами, на определенные виды деятельности; организационные расходы, включая регистрацию предприятия; затраты по компенсации потерь от изъятия земель и другие расходы, связанные со строительством объектов.

Капитальные вложения в строительство карьера, рудника могут быть определены по формуле:

$$K_{\text{р}} = K_{\text{ур}} \cdot A_{\text{р}},$$

где $K_{\text{ур}}$ – удельные капитальные затраты на 1 т годовой производительности по руде или горной массе, руб.; $A_{\text{р}}$ – производительность рудника по руде или горной массе, т/год. Удельные показатели принимаются в соответствии с действующими нормативами, приведенными в методических разработках к лабораторным занятиям.

2. Капитальные вложения в строительство обогатительной фабрики.

Определяются с учетом ее производительности и удельных затрат на 1 т производственных мощностей по переработке минерального сырья, а также территориального поправочного коэффициента.

Для определения капитальных вложений в строительство обогатительной фабрики на основе удельных показателей используется формула:

$$K_{ф} = K_{уд} \cdot A_{ф},$$

где $K_{уд}$ – удельные капвложения на 1 т годовой производительности, руб.; $A_{ф}$ – годовая производительность фабрики.

3. Капитальные вложения в строительство автомобильных и железных дорог, линий электропередач, водоснабжение и прочее также определяются в соответствии с нормативами удельных капитальных вложений на 1 км сооружений, их протяженностью и поправочными коэффициентами, учитывающими район строительства и рельеф местности.

4. Капитальные вложения на предстоящие геологоразведочные работы учитываются, исходя из запасов месторождения, а также из удельных затрат на разведку 1 т руды запасов категорий $A+B+C_1$, и относятся к первому году строительства горнорудного предприятия. Они определяются по данным объектов-аналогов или методом прямого расчета путем составления сметы на проведение геологоразведочных работ.

5. Прочие капитальные вложения в строительство объектов жилищного, коммунального и культурно-бытового назначения определяются исходя из числа трудящихся на горном предприятии и удельных затрат на одного человека при строительстве этих объектов.

6. Общие капитальные затраты ($K_{общ}$) определяются как сумма затрат на строительство рудника (карьера), обогатительной фабрики, затрат на транспорт, строительство линий электропередач, затрат на геологоразведочные работы и прочих.

Прочие капитальные вложения ориентировочно можно принять в размере 10-15 % для малых и средних объектов и 20-25 % для крупных от суммы капитальных затрат на строительство рудника (карьера) и обогатительной фабрики.

Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты, связанные с добычей и обогащением полезного ископаемого, состоят из цеховых, общекомбинатских и внепроизводственных расходов. Они определяют себестоимость продукции горно-обогатительного предприятия. Эксплуатационные затраты также устанавливаются прямым расчетом или с использованием показателей существующих предприятий, разрабатывающих аналогичные месторождения в сходных географо-экономических условиях.

1. Цеховые эксплуатационные затраты

При подземной добыче полезного ископаемого цеховые эксплуатационные затраты определяются с помощью укрупненных нормативных показателей себестоимости добычи руды в зависимости от годовой производительности рудника, глубины разработки, варианта вскрытия и системы добычи.

При открытой добыче цеховые затраты рассчитываются с помощью укрупненных нормативов в зависимости от годовой производительности, типов и размеров основного оборудования, транспортных средств, глубины карьера и коэффициента вскрыши.

Затраты на рекультивацию нарушенных земель, которые входят в цеховые эксплуатационные затраты, определяются исходя из площади нарушенных земель и удельных затрат на рекультивацию 1 га.

Затраты по обогащению полезного ископаемого определяются с помощью укрупненных нормативных показателей цеховой себестоимости в соответствии с намеченной производительностью фабрики, способом обогащения и составом руд.

2. Общекомбинатские расходы зависят от цеховой себестоимости добычи, обогащения и составляют обычно 8-10 % от цеховых расходов.

3. *Внепроизводственные расходы* складываются из цеховых погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки концентрата до линии железной дороги общего пользования. Укрупненно они могут быть приняты в размере 3-5 % от цеховой себестоимости.

Затраты по охране окружающей среды зависят от характера производственной деятельности и местных условий, рассчитываются отдельно и включаются в эксплуатационные затраты.

Общая величина эксплуатационных затрат определяется как сумма цеховых, общекомбинатских и внепроизводственных расходов, а также затрат по охране среды.

Показатели эффективности освоения месторождения

При оценке эффективности освоения месторождения соизмерение разновременных затрат и показателей осуществляется путем приведения (дисконтирования) их к базисному моменту времени – началу строительства горнодобывающего предприятия. Это реализуется их умножением на коэффициент дисконтирования:

$$K_{\text{д}} = \frac{1}{(1+\text{E})^{t}},$$

где t – номер расчетного года, начиная от начала строительства горнодобывающего предприятия; Е – норма дисконтирования, которая принимается равной приемлемой для инвестора норме дохода или прибыли на капитал (процентная ставка). Эта норма устанавливается на таком уровне, который позволил бы инвестору не только компенсировать риск, но и получить требуемую прибыль. Обычно эта норма при постоянных ценах в горной промышленности колеблется в следующих пределах:

- от 10-12 % при разработке месторождений строительных материалов;
- 15-18 % при разработке месторождений черных и цветных металлов;
- до 20-25 % при разработке месторождений золота.

Кроме того, для учета фактора времени в экономических расчетах применяется коэффициент ежегодной ренты (аннуитета), который определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{а}} = \frac{(1+\text{E})^{\text{Тэ}} - 1}{(1+\text{E})^{\text{Тэ}} \text{ x E}}$$

Коэффициенты дисконтирования и аннуитета, рассчитанные для разных значений Е и t, приводятся в виде справочных таблиц в методических разработках по практике ГЭО.

Основными показателями экономической эффективности освоения месторождения являются:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности (ИД);
- срок окупаемости капитальных вложений (То);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- рентабельность предприятия по отношению к производственным фондам (Рф);
- рентабельность предприятия по отношению к эксплуатационным затратам (Рэ).

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма чистых доходов за весь расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - \text{З}_t)\cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^t}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^t}\right),$$

где t = 1, 2, 3…T – количество лет от начала строительства до ликвидации предприятия; Ц_t – стоимость продукции (выручка) в t-м году, руб.; З_t – эксплуатационные затраты, произведенные в том же году без учета амортизационных отчислений, руб.; K_t – капитальные вложения (инвестиции) в t-м году, руб.; Е – норма дисконтирования.

С использованием соответствующего коэффициента дисконтирования формула несколько упрощается:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - \text{З}_t)\cdot K_{\text{д}}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot K_{\text{д}}\right).$$

Если ЧДД положителен, освоение месторождения эффективно; при отрицательном ЧДД освоение окажется неэффективным как не отвечающее установленной норме дохода.

На начальных стадиях изучения месторождения не представляется возможным определить величину выручки, эксплуатационных затрат и капитальных вложений по отдельным годам. Поэтому величины выручки и затрат принимаются постоянными за все время разработки, а величину капитальных вложений – постоянной за все время строительства. Средняя величина дохода определяется по формуле:

$$\text{Д}_\text{г} = \text{Ц}_\text{г} - \text{З}_\text{г},$$

где $\text{Д}_\text{г}$ – среднегодовой доход; $\text{Ц}_\text{г}$ – среднегодовая стоимость продукции (выручка) за год; $\text{З}_\text{г}$ – среднегодовые эксплуатационные затраты, включая амортизационные отчисления.

Среднегодовой доход с амортизационными отчислениями ($\text{Д}^1_\text{г}$) будет:

$$\text{Д}^1_\text{г} = \text{Д}_\text{г} + \text{А}_\text{о},$$

где $\text{А}_\text{о}$ – амортизационные отчисления.

В этом случае ЧДД определяется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \text{Д}^1_\text{г}\cdot\frac{(1+\text{Е})^{T_\text{э}}-1}{(1+\text{Е})^{T_\text{э}}\text{ x Е}} - K_\text{г}\cdot\frac{(1+\text{Е})^{T_\text{с}}-1}{(1+\text{Е})^{T_\text{с}}\text{ x Е}},$$

где $K_\text{г}$ – среднегодовая величина капитальных вложений; $T_\text{э}$ – срок эксплуатации месторождения; $T_\text{с}$ – срок строительства предприятия.

Подставляя коэффициенты дисконтирования и аннуитета, формулу можно значительно упростить:

$$\text{ЧДД} = \text{Д}^1_\text{г}\cdot K_{\text{аэ}}\cdot K_{\text{дс}} - K_\text{г}\cdot K_{\text{ас}},$$

где $K_{\text{аэ}}$ – коэффициент аннуитета на срок эксплуатации, $K_{\text{дс}}$ – коэффициент дисконтирования на срок строительства, $K_{\text{ас}}$ – коэффициент аннуитета на срок строительства.

Индекс доходности (ИД) показывает, во сколько раз приведенные доходы превышают приведенные капитальные вложения:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - 3_t)\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right]}{\sum_{t=1}^{T}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right)}$$

Или на начальных этапах изучения месторождения:

$$\text{ИД} = \frac{Д_г^1\cdot\frac{(1+\text{E})^{T_э}-1}{(1+\text{E})^{T_э}\cdot\text{E}}\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^{T_c}}}{\text{Кг}\cdot\frac{(1+\text{E})^{T_c}-1}{(1+\text{E})^{T_c}\text{ x E}}}.$$

Или с использованием коэффициентов:

$$\text{ИД} = (Д^1_г \cdot К_{аэ} \cdot К_{дс}) / (К_г \cdot К_{ас}).$$

Разработка месторождения эффективна, если индекс доходности больше 1.

Срок окупаемости капитальных вложений ($T_о$) – временной интервал с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы уравнивают приведенные капитальные вложения. Срок окупаемости определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{Tо}\left[(\text{Ц}_t - 3_е)\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right] = \sum_{t=1}^{Tо}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right)$$

или на начальных стадиях изучения месторождений

$$T_о = -\frac{\log\left\{1-\frac{K_г}{Д_г^1}[(1+\text{E})^{tc}-1]\right\}}{\log(1+E)}.$$

Логарифмирование производится по любому основанию, так что можно применять как натуральные логарифмы, так и десятичные.

Возможно определение $T_о$ и графическим способом (рис. 49).

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта, при которой величина приведенных доходов уравнивает приведенные капитальные вложения. ВНД определяется из условия (в неявной форме):

$$\sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - 3_е)\cdot\frac{1}{(1+\text{ВНД})^t}\right] = \sum_{t=1}^{T}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{ВНД})^t}\right)$$

На начальных стадиях изучения месторождения ВНД определяется из условия:

$$Д^1_г\cdot\frac{(1+\text{ВНД})^{T_э}-1}{(1+\text{ВНД})^{T_э}\cdot\text{ВНД}} = К_г\cdot\frac{(1+\text{ВНД})^{T_c}-1}{(1+\text{ВНД})^{T_c}\cdot\text{ВНД}}$$

Ориентировочная величина ВНД определяется соотношением: ВНД = 75 / $T_о$, %.

На практике часто применяется простой графический способ определения ВНД. Для этого рассчитывается 3 значения ЧДД при разной величине Е и строится график, на котором в выбранном масштабе по вертикальной оси откладываются ЧДД, а по горизонтальной – Е. По трем точкам проводится прямая, которая пересечет горизонтальную ось в точке, соответствующей значению ВНД (рис. 50).

Рентабельность разработки месторождения по отношению к основным производственным фондам ($Р_ф$) вычисляется по формуле:

$$Р_ф = П_ч / Ф \cdot 100\ \%, \text{ или } Р_ф = Д_г / К \cdot 100\ \%,$$

где $П_ч$ – среднегодовая прибыль после уплаты налогов; Ф – стоимость производственных фондов предприятия (основных и оборотных средств); $Д_г$ – среднегодовой доход; $К$ – капитальные вложения в освоение месторождения.

Рентабельность предприятия по отношению к годовым эксплуатационным затратам ($Р_з$) может быть определена по формулам:

$$Р_з = П_ч / З_г \cdot 100\ \% \text{ или } Р_з = Д_г / З_г \cdot 100\ \%,$$

где $З_г$ – годовые затраты, руб.

С учетом, платежей, налогов и отчислений расчет показателей ГЭО осуществляется в следующем порядке.

Величина годовой прибыли ($П_г$) определяется по формуле:

$$П_г = Ц_г – (З_г + Н_э),$$

где $Ц_г$ – среднегодовая стоимость продукции без налога на добавленную стоимость (выручка); $З_г$ – среднегодовые эксплуатационные затраты с учетом амортизационных отчислений; $Н_э$ – величина налогов, платежей, отчислений, учитываемая в структуре эксплуатационных затрат. К ним относятся, в первую очередь, налог на добычу и дорожный налог.

Величина чистой годовой прибыли ($П_ч$) определяется по формуле:

$$П_ч = П_г – Н_п,$$

где $Н_п$ – величина налогов, платежей, отчислений, изымаемая из прибыли. Основную их часть составляют налоги на прибыль и на имущество.

Величина чистой годовой прибыли с амортизационными отчислениями ($П^1_ч$) определяется по формуле:

$$П^1_ч = П_ч + А_о,$$

где $А_о$ – амортизационные отчисления, определяемые в соответствии с действующими нормами амортизации.

При расчетах показателей эффективности используется чистая годовая прибыль с амортизационными отчислениями ($П^1_ч$) за исключением расчета рентабельности ($Р_ф$, $Р_з$), где используется чистая годовая прибыль $П_ч$.

Вычисление показателей экономической эффективности освоения месторождения с учетом существующих налогов, платежей и отчислений осуществляется по формулам:

$$ЧДП = \sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right),$$

$$ИП = \frac{\sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right]}{\sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right)}$$

$T_о$ определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{To}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right] = \sum_{t=1}^{To}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right)$$

ВНП определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+ВНД)^t}\right] = \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+ВНД)^t}\right)$$

На начальных стадиях изучения используются соответственно следующие формулы:

$$ЧДП = П_ч \cdot \frac{(1+Е)^{Tэ}-1}{(1+Е)^{Tэ} \cdot Е} - K_г \cdot \frac{(1+Е)^{Tс}-1}{(1+Е)^{Tс} \cdot Е} \text{ или}$$

$$ЧДД = П_ч \cdot К_{аэ} – K_г \cdot K_{ас},$$

$$\text{ИП} = \frac{\text{П}_{\text{ч}}^{1} \cdot \frac{(1+\text{Е})^{T_{\text{э}}} - 1}{(1+\text{Е})^{T_{\text{э}}} \cdot \text{Е}} \cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^{T_{\text{с}}}}}{\text{Кг} \cdot \frac{(1+\text{Е})^{T_{\text{с}}} - 1}{(1+\text{Е})^{T_{\text{с}}} \cdot \text{Е}}}, \text{ или ИП} = \text{П}_{\text{ч}} \cdot K_{\text{аэ}} / K_{\text{г}} \cdot K_{\text{ас}},$$

$$T_{\text{о}} = - \frac{\log\left\{1 - \frac{K_{\text{г}}}{\text{П}_{\text{ч}}^{1}}\left[(1+\text{Е})^{T_{\text{с}}} - 1\right]\right\}}{\log(1+E)},$$

ВНП определяется из условия:

$$\text{П}^{1}_{\text{ч}} \cdot \frac{(1+\text{ВНД})^{T_{\text{э}}} - 1}{(1+\text{ВНД})^{T_{\text{э}}} \cdot \text{ВНД}} = K_{\text{г}} \cdot \frac{(1+\text{ВНД})^{T_{\text{с}}} - 1}{(1+\text{ВНД})^{T_{\text{с}}} \cdot \text{ВНД}},$$

$$\text{Р}_{\text{ф}} = \text{П}_{\text{ц}} / \Phi \cdot 100\ \%,$$

$$\text{Р}_{\text{з}} = \text{П}_{\text{ц}} / \text{З}_{\text{г}} \cdot 100\ \%.$$

Денежный поток при разработке месторождения является дополнительным показателем эффективности освоения. Его составляющими являются приток и отток средств по годам с начала деятельности горного предприятия. Источниками притока средств являются выручка от реализации производственной продукции и реализации остаточных производственных фондов при ликвидации предприятия, сокращение величины оборотных средств. Основными составляющими оттока средств являются эксплуатационные расходы, налоговые выплаты, платежи и отчисления, которые не входят в структуру эксплуатационных затрат, увеличение оборотных средств, отчисления в развитие геологоразведочных работ и т. д. Суммарная разность между притоком и оттоком средств за весь период существования предприятия называется *чистым денежным потоком*. Если величины этого потока приводят к началу разработки месторождения, то суммарная величина этих значения является дисконтированным чистым денежным потоком. При определении денежного потока при разработке месторождения конкретным частным предприятием при оттоке средств, кроме того, учитывается погашение взятого кредита банка на строительство горного предприятия и выплата процентов по этому кредиту.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Обоснование оптимального варианта освоения месторождения осуществляется на основе сопоставления его технико-экономических показателей при разных значениях бортового содержания, а именно: величины запасов полезных компонентов, размера капитальных вложений, эксплуатационных затрат, чистого дисконтированного дохода и т. д. Полный перечень этих показателей, а также пример повариантных технико-экономических расчетов для полиметаллического месторождения приводится в методических разработках для лабораторных занятий по дисциплине «Разведка и ГЭО МПИ».

Ни один из показателей не является достаточным для окончательного вывода о предпочтении того или иного варианта оконтуривания или подсчета запасов. Однако каждый из них должен отвечать заранее обусловленным требованиям инвестора: чистый дисконтированный доход и внутренняя норма доходности должны быть не меньше заранее установленной величины; срок окупаемости капитальных вложений – не более намеченного времени и т. п.

В целом, промышленное значение месторождения определяется экономической эффективностью его разработки. Наряду с этим необходимо учитывать потребность промышленности в данном виде минерального сырья, наличие трудовых ресурсов, а также социальное положение населения в районе расположения объекта, экологическую ситуацию и т. п. Неполное удовлетворение потребности конкретного района в минеральном сырье может служить основанием для предложения о снижении налогов и предоставлении льгот при разработке месторождения.

Контрольные вопросы к теме 5

1. Цели и задачи ГЭО МПИ
2. Геологические показатели ГЭО
3. Горнотехнические показатели ГЭО
4. Технологические показатели ГЭО
5. Обоснование инвестиций в освоение месторождения
6. Определение эксплуатационных затрат при разработке
7. Назначение и применение коэффициента дисконтирования, ставки дисконта, коэффициента аннуитета
8. Основные показатели эффективности освоения месторождения
9. Определение чистого дисконтированного дохода
10. Определение индекса доходности
11. Определение срока окупаемости инвестиций
12. Определение внутренней нормы доходности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление учения о разведке недр прошло длинный исторический путь, постепенно накапливая опыт и знания при изучении и оценке различных типов месторождений полезных ископаемых. К настоящему времени *разведка* представляет *самостоятельную научную дисциплину,* имеющую объекты изучения, методологические подходы, геолого-экономическую основу оценки полученных результатов.

Накопленный опыт разведки и геолого-экономической оценки месторождений получил отражение в многочисленных литературных источниках: монографиях, учебниках и учебных пособиях, научных статьях, методических разработках и рекомендациях. Направления совершенствования геологоразведочных работ, обоснованные еще в 80-90-е годы XX столетия, во-многом актуальными и в настоящее время. К числу сформулированных при этом задач следует отнести (Комплексная…, 1990):

- повышение достоверности утверждаемых по результатам разведки запасов;
- обоснование комплексного использования минерального сырья на основе совершенствования рациональной технологии переработки полезных ископаемых;
- совершенствование методов опробования и способов обработки проб;
- повышение уровня изученности вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого;
- повышение роли геофизических и геохимических исследований при оконтуривании залежей полезных ископаемых, изучении их внутреннего строения;
- совершенствование методики разведки и геолого-экономической оценки месторождений на основе обобщения передового отечественного и зарубежного опыта.

В то же время нельзя оперировать только накопленным опытом. С течением времени меняются экономические условия хозяйствования, совершенствуются подходы к оценке промышленной значимости месторождений. В современных условиях необходимо внедрение в геологоразведочный процесс геоинформационных технологий. При этом возможны следующие направления сбора информации и её обобщения:

- перевод накапливаемой геологической информации по месторождениям с бумажных носителей на цифровые;
- создание банка цифровых данных по всем разведанным пересечениям, включающим результаты опробования, аналитических, инженерно-геологических и иных исследований;
- разработка цифровых моделей месторождений, позволяющих на базе 3D моделирования анализировать форму и условия залегания тел полезных ископаемых, пространственное распределение качественных показателей в объеме рудных тел, оценивать роль и значение рудоконтролирующих факторов на прилегающих к месторождению территориях (в пределах рудных районов и узлов);
- производить подсчет запасов и ГЭО, обосновывать кондиции на минеральное сырье, укреплять и стабилизировать добычу минерального сырья требуемого качества на горнорудных предприятиях и т. д.

Все изложенное определяет высокую актуальность подготовки квалифицированных кадров в рамках высшей школы, владеющих не только глубокими геологическими

знаниями, но и современными приемами сбора и обработки накопленной информации с использованием IT-технологий.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой геологии,
поисков и разведки месторождений
полезных ископаемых
_____ В.А.Душин

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К КУРСОВОМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Автор: Козьмин В.С, доцент, к.г.-м.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

		Стр.
1.	ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	3
2.	СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА, ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОФОРМЛЕНИЮ	6
3.	СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
	3.1. Введение	7
	3.2. Общие сведения о районе работ	8
	3.2.1. Географо-экономическая характеристика	8
	3.2.2. Анализ результатов ранее выполненных работ	8
	3.3. Геологическое строение района	9
	3.4. Геологическая характеристика объекта проектируемых работ (перспективного участка, месторождения)	9
	3.5. Методика и объемы проектируемых работ	10
	3.5.1. Целевое геологическое задание	10
	3.5.2. Методы и объемы проектируемых работ	11
	3.5.3. Прочие виды работ	12
	3.5.4. Опробование и аналитические работы	12
	3.5.5. Подсчет прогнозных ресурсов и запасов и их геолого-экономическая оценка	13
	3.6. Заключение	15
	СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Пример оформления титульного листа	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Образец оформления штампа на листах графики	19

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью курсового проекта по дисциплине «Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» является формирование у будущих специалистов системы знаний, раскрывающих методологию решения геологоразведочных задач и принципы геолого-экономической оценки месторождений.

Проектирование является сложным и ответственным видом работ. От качества проекта на производство геологоразведочных работ во многом зависит их конечный результат. Во время обучения в вузе основное внимание уделяется ознакомлению с новой информацией, большей частью теоретического характера. Молодой специалист, оказавшись на производстве, остро ощущает недостаток практического опыта. В первую очередь это касается необходимости принимать самостоятельные инженерные решения, направленные на выполнение геологического (технического) задания. Составляя курсовую работу, студенты приобретают определенные навыки в проектировании геологоразведочных работ, необходимые в дальнейшем для разработки выпускной квалификационной работы (дипломного проекта) и будущей профессиональной деятельности.

Курсовая работа выполняется студентами 5-го курса на базе материалов, собранных при прохождении преддипломной производственной практики. При отсутствии необходимых данных, требуемых для составления работы, сведения предоставляет кафедра. В том случае, если студент располагает достаточно представительным материалом, позволяющим произвести его углубленную обработку с использованием современных компьютерных технологий и на этой основе рассмотреть те или иные вопросы, составление проекта может быть заменено решением той или иной методической задачи геологоразведочной направленности.

Для подготовки курсовой работы студенты во время прохождения производственной практики должны собрать необходимые графические и текстовые материалы. Графические материалы включают: 1) геологическую

карту района работ в масштабе 1:50 000, 1:100 000 или 1:200 000 с разрезами, стратиграфической колонкой и условными обозначениями (легендой); 2) геологическую карту (план) месторождения (рудного поля) масштаба 1:25 000, 1:10 000 или крупнее; 3) геологические разрезы по месторождению или его части; 4) план подсчета запасов (продольная проекция). Графика сопровождается описанием геологии района и месторождения (участка), методики геологоразведочных работ, данными по подсчету запасов с результатами геолого-экономической оценки.

Для курсового проекта допускается отсутствие геологической карты района, однако для дипломного проекта она необходима. Исключение составляют проекты по нефтяным и газовым объектам, для которых вместо геологической карты района представляется, как правило, мелко-среднемасштабная тектоническая схема с указанием важнейших нефте-газоносных структур.

Главной задачей курсового проекта является обоснование методики геологоразведочных работ, отвечающих определенной стадии. В соответствии с Положением о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (1999) темой курсового проекта оценочные работы, разведка, или эксплуатационная разведка, например:

- оценочные работы на проявлении Нырдвоменшорское на медноколчеданное оруденение (Полярный Урал);

- разведка Главной рудной зоны Сусанского месторождения золота (Свердловская область);

- разведка глубоких горизонтов Астафьевского месторождения бокситов (Южный Урал);

- разведка северного фланга Мансуровского месторождения гранитов (Южный Урал);

- эксплуатационная разведка южной части нижнего рудного уровня Узельгинского месторождения (Челябинская область).

Независимо от выбранной стадии при выполнении курсового проекта студент должен решить следующие инженерные задачи:

- осветить степень геологической изученности рассматриваемой площади;

- определить главные задачи проектируемых работ;

- сформулировать целевое геологическое задание;

- выбрать и обосновать комплекс методов для выполнения целевого задания, определить виды и объемы запроектированных работ;

- произвести проектный подсчет запасов по объекту изучения с их геолого-экономической оценкой.

Задание на составление курсового проекта оформляется на специальном бланке, которое выдается преподавателем. На бланке указывается тема (название) проекта и сроки его выполнения. Преподаватель помогает студенту составить план проекта, рекомендует необходимую литературу, оказывает индивидуальные консультации.

На выполненный проект преподавателем пишется рецензия. Окончательная оценка выставляется после публичной защиты.

При подготовке методических рекомендаций использованы учебно-методические разработки кафедры ГПР МПИ к составлению курсовых проектов по дисциплинам «Прогнозирование и поиски месторождений полезных ископаемых» (А. Г. Баранников, 2013) и «Разведка и геолого-экономическая оценка МПИ» (Балахонов В. С., 2005), с которыми студенты могут подробнее ознакомиться на кафедре.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА, ТРЕБОВАНИЯ К ЕГО ОФОРМЛЕНИЮ

Курсовой проект состоит из текстовой части и графических приложений. Текст работы не должен превышать по объему 25-35 страниц машинописного текста и включает следующие разделы (в скобках указан ориентировочный объем):

- титульный лист;

- оглавление;

- введение (1 стр.);
- общие сведения о районе работ (1-2 стр.);
- геологическое строение района (2-5 стр.);
- геологическая характеристика объекта (4-6 стр.);
- методика и объемы проектируемых работ (12-14 стр.);
- подсчет запасов, их геолого-экономическая оценка (2-3 стр.);
- заключение (1 стр.);
- список использованной литературы.

Текст работы представляется в распечатанном виде. Допускается также рукописный вариант. Страницы текста должны соответствовать формату А4 (297х210 мм). Поля по всему периметру – 20 мм. Перед текстовой частью помещается титульный лист (приложение 1), индивидуальное задание и оглавление.

Текст иллюстрируется схемами, фотографиями, зарисовками. Они должны иметь наименования, условные обозначения, масштаб и обозначаются как рисунок под соответствующим номером.

Графические приложения представляются на двух или трех листах. В правом нижнем углу помещается штамп установленного образца (приложение 2). Первым листом является геологическая карта района со стратиграфической колонкой, легендой, разрезом. Как отмечалось выше, в курсовой проект карта района может не включаться, но для дипломного проекта она необходима. На втором листе помещается геологическая карта месторождения или участка работ. Этот лист является основным и имеет методическое значение. На него наносятся известные месторождения, проявления и пункты минерализации, геохимические и геофизические аномалии, шлиховые ореолы. Здесь же указываются направления геологических маршрутов, проектные геофизические и геохимические профиля, пройденные и проектные геологоразведочные выработки. Второй лист может представлять собой план подсчета запасов по месторождению, участку месторождения, эксплуатируемому этажу или уступу. Карта участка (месторождения) сопровождается одним или двумя типичными

разрезами, в том числе проектным, которые могут быть помещены на отдельном листе. При необходимости в графические приложения включается вертикальная продольная проекция рудного тела с блокировкой запасов и указанием пройденных и проектных выработок.

3. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1. Введение

Во введении обосновывается актуальность проекта и характеризуются исходные материалы, положенные в его основу. Оценивается потребность промышленности в данном виде минерального сырья, его конъюнктура на мировом и российском рынках. Рассматривается необходимость развития минерально-сырьевой базы региона в целом и данного вида полезных ископаемых в частности.

Указывается место и сроки прохождения производственной практики, организация, должность, выполнявшиеся работы. Приводятся основные фондовые и литературные источники, использованные при написании работы.

3.2. Общие сведения о районе работ

3.2.1. Географо-экономическая характеристика района

Указывается административное положение района работ, ближайшие населенные пункты, пути сообщения, возможности использования разных видов транспорта, ведущие промышленные объекты, источники энергообеспечения, наличие стройматериалов, возможности найма рабочих на месте. Описывается орогидрография: характер рельефа, абсолютные и относительные превышения, климат, гидрографическая сеть, режимы рек, источники питьевого и технического водоснабжения, наличие карстовых явлений, многолетней мерзлоты. Характеризуется растительный и животный мир, распространение покровных образований, кор выветривания, их мощности. Особо отмечается обнаженность пород, дешифрируемость аэро-космоснимков.

Перечисленные данные позволяют произвести анализ природных условий ведения геологоразведочных работ, учитываются при геолого-экономической оценке рудных объектов.

Для иллюстрации раздела приводится мелкомасштабная обзорная карта (схема) района с указанием местоположения участка работ.

3.2.2. Анализ результатов ранее выполненных работ

Кратко освещаются основные результаты ранее выполненных на площади геологических, геофизических, геохимических и других видов работ. Обзор проводится в хронологическом порядке. Текст может сопровождаться схемами изученности.

Оценивается достоверность ранее выполненных исследований и обосновывается выбор участка проектируемых работ, обсуждается степень его разведанности, изученность вещественного состава с точки зрения комплексного использования полезных ископаемых, а также возможные перспективы продолжения оруденения на глубину или фланги месторождения, обнаружения слепых рудных тел.

3.3. Геологическое строение района

Приводятся данные о геолого-структурной позиции участка работ. Последовательно излагаются сведения по стратиграфии и литологии, магматизму, тектонике, гидрогеологии и полезным ископаемым. Для районов, перспективных на россыпное оруденение, дается геоморфологическая характеристика.

При описании полезных ископаемых кратко описываются все известные месторождения и рудопроявления, включая сведения о размерах залежей, их форме, минеральном составе, принадлежности к определенному рудно-формационному промышленному типу.

В дипломном проекте текст сопровождается геологической картой района со стратиграфической колонкой, условными обозначениями (легендой) и

разрезами. При подготовке раздела следует обратить внимание на совпадение текстовых и графических материалов. В тексте должны быть охарактеризованы свиты и комплексы, представленные на графике. Соответственно, геологическая карта, колонка, легенда и разрезы должны содержать одни и те же стратиграфические и интрузивные образования.

3.4. Геологическая характеристика объекта проектируемых работ (перспективного участка, месторождения)

В зависимости от проектируемой стадии ГРР объектом работ является перспективный район, участок, рудопроявление или месторождение.

В данной главе уточняются и детализируются сведения, представленные в предшествующем разделе. Рассматриваются структурно-вещественные комплексы, образующие геолого-структурную позицию участка или месторождения. К ним относятся вмещающие горные породы, магматические тела, разломы, складки, вулканические структуры, геологические контакты.

В целом, описание участка или месторождения обычно включает следующие позиции:

- горные породы, участвующие в его строении;

- структурный контроль в размещении оруденения или структура рудного поля;

- характеристика выявленной минерализации. Для поздних стадий ГРР обязательно описывается форма, размеры, условия залегания рудных тел, вещественный состав руд, их текстурно-структурные особенности, первичная и вторичная зональность, генезис месторождения, а также характеризуются горно-геологические, инженерно-геологические и гидрогеологические условия месторождения.

Раздел иллюстрируется крупномасштабной геологической картой месторождения, детальными геологическими разрезами, в том числе обязательно проектным. При необходимости представляется продольная проекция, построенная в плоскости падения, или вертикальная, на которой показано размещение запасов разных категорий.

3.5. Методика и объемы проектируемых работ

3.5.1. Целевое геологическое задание

С учетом представленного выше обоснования формулируется геологическое задание, которое должно отвечать определенной стадии геологоразведочного процесса:

- оценочные работы;
- разведка участка месторождения, флангов, глубоких горизонтов;
- эксплуатационная разведка.

При формулировке задания важно отметить, какой промышленный тип оруденения ожидается, оговорить границы участка проектируемых работ и их масштаб.

3.5.2. Методы и объемы проектируемых работ

При проектировании оценочных и разведочных работ методические вопросы решаются на основе анализа особенностей структуры участка, формы, размеров и условий залегания тел полезных ископаемых, изменчивости выявленных параметров оруденения (мощности, содержания полезных компонентов).

В соответствии с инструктивными материалами ГКЗ МПР РФ, определяется группа сложности месторождения, перечень основных видов работ, необходимых для решения задач данной стадии, плотность сети наблюдения для разных категорий запасов. Обосновывается система разведки и технические средства, расположение и порядок проходки технических средств.

Описание каждого вида работ завершается расчетом проектных объемов.

3.5.3. Прочие виды работ

Обязательным элементом геологоразведочных работ являются топо-геодезические или маркшейдерские исследования. Рассмотрение этого вопроса начинается с анализа имеющейся топоосновы. Предусматривается инструментальная привязка опорной сети геофизических наблюдений, буровых скважин и горных выработок, базисных линий на участках детализационных работ.

На стадии разведки обязательно должна быть описана методика гидрогеологических и инженерно-геологических наблюдений с определением объемов этих работ.

Обязательным элементом разрабатываемого проекта является рассмотрение экологических вопросов. Необходима оценка влияния геологоразведочных работ на окружающую среду. Это влияние может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении воздушного и водного бассейнов, исключении из хозяйственного оборота плодородных земель и т.д. В проекте должны быть предусмотрены мероприятия, предотвращающие или уменьшающие вредное воздействие ГРР на экологию.

3.5.4. Опробование и аналитические работы

С учетом типа оруденения, особенностей вещественного состава, формы, предполагаемой мощности рудных залежей, а также планируемых объемов горноразведочных и буровых работ, предусматриваются необходимые виды опробования – химическое, минералогическое, техническое, технологическое. Обосновываются способы отбора проб, необходимые для решения поставленных задач (штуфное, бороздовое, точечное, керновое и т.д.). Обсуждаются возможности использования геофизических методов опробования. Дается схема обработки проб на отдельно вычерченном листе в текстовой части проекта.

Перечисляются планируемые виды лабораторных работ, определяются их объемы с учетом внутреннего и внешнего контроля (3-5% от общего объема проб). Аналитические исследования в зависимости от типа полезного ископаемого и целевого назначения проекта могут включать следующие виды испытаний проб: химический, минералогический, спектральный, пробирный, атомно-абсорбционный, рентгено-спектральный, рентгено-структурный и др. Для каждого вида аналитических исследований определяются цели и решаемые задачи.

3.5.5. Подсчет проектных запасов и их геолого-экономическая оценка

На стадиях оценочных и разведочных работ одним из завершающих этапов проектирования является оконтуривание тел полезных ископаемых на месторождении, его флангах, глубоких горизонтах с переводом прогнозных ресурсов и запасов в более высокие категории. Для этого необходимо дать характеристику как уже оцененных, так и ожидаемых ресурсов и запасов.

Указываются кондиции, принятые для оконтуривания залежей и выделения подсчетных блоков. Излагается методика подсчета запасов по результатам проектируемых работ. Выбирается и обосновывается способ подсчета запасов в зависимости от особенностей геологического строения месторождения (формы, состава, условий залегания). Излагаются принципы выделения категорий запасов по степени разведанности (плотности разведочной сети) и изученности (выхода керна, вещественного состава руд, технологических, горнотехнических и гидрогеологических условий) для месторождений разных групп по сложности геологического строения. Раскрываются принципы выделения подсчетных блоков и проведение их границ на выходах, флангах и по падению. Характеризуются параметры подсчета запасов, методика их обоснования (площади подсчетных блоков, мощности, среднее содержание, объемная масса). Приводится сводный формуляр подсчета общих ожидаемых запасов по категориям. Контуры категорий запасов, выделенных на основании проектируемых работ, рекомендуется закрасить следующими цветами: категория А – розовый, В – зеленый, C_1 – голубой, C_2 – желтый.

Методика геолого-экономической оценки на разных стадиях геологоразведочного процесса не одинакова.

Основной инструмент геолого-экономической оценки – обоснование кондиций. По материалам завершенных геологоразведочных работ (разведка, доразведка) для определения целесообразности и экономической эффективности освоения месторождения составляют постоянные кондиции.

ГЭО осуществляется поэтапно. На стадии оценочных работ – по укрупненным показателям, без учета налогов, отчислений и платежей, а позднее по результатам разведки – с их учетом.

В условиях рыночных отношений оценку эффективности освоения месторождений, а также сравнение различных инвестиционных проектов и выбор лучшего из них, производят с использованием следующих показателей.

1. Чистый дисконтированный доход, или чистая дисконтированная стоимость, интегральный стоимостной эффект (ЧДД) – это превышение интегральных денежных результатов над соответствующими интегральными затратами или сумму всех доходов от эксплуатации месторождения за весь расчетный период. Освоение месторождения считается эффективным при положительном значении величины чистого дисконтированного дохода. При отрицательном значении ЧДД рассматриваемый вариант инвестиционного проекта должен быть признан убыточным.

2. Индекс доходности (ИД) представляет собой отношение суммы приведенных доходов к величине приведенных инвестиций. В экономически эффективных проектах величина индекса доходности должна быть больше единицы.

3. Внутренняя норма доходности (ВНД), или внутренняя норма прибыли, рентабельность возврата инвестиций. ВНД означает норму дисконта, при которой величина приведенных доходов равна приведенным инвестициям, а чистый дисконтированный доход становится равным нулю. Освоение месторождения считается эффективным и приемлемым, если ВНД>Е, где Е – принятая в расчете норма дисконтирования прибыли.

4. Срок окупаемости капитальных вложений ($Т_о$) с учетом дисконтирования стоимостных показателей определяет временной интервал с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы равны приведенным инвестициям. Приемлемым считается срок окупаемости инвестиций, равный 5-7 годам. Предельное значение $Т_о$ составляет 10 лет.

Процесс геолого-экономической оценки месторождения завершают выбором оптимального варианта освоения объекта, для которого определены кондиции и показатели экономической эффективности его освоения.

При геолого-экономических расчетах необходимо использовать рекомендуемые учебные пособия кафедры.

3.6. Заключение

В заключение работы приводятся краткие выводы по каждой главе и проекту в целом.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Баранников А. Г., Никулина И. А., Хасанова Г. Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: учебное пособие / А. Г. Баранников, И. А. Никулина, Г. Г. Хасанова; Урал. Гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Тзд-во УГГУ, 2018ю – 184 с.

Баранников А. Г., Макарова С. В. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. – 95 с.

Дворник Г. П., Угрюмов А. Н. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых и техногенного сырья: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2004. – 220 с.

Каждан А. Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Научные основы поисков и разведки). М.: Недра, 1984. – 285 с.

Каждан А. Б. Поиски и разведка месторождений полезных ископаемых (Производство геологоразведочных работ). М.: Недра, 1985. – 288 с.

Классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Утверждена приказом МПР РФ от 07.03.1997. – 9 с.

Петруха Л. М. Разведка месторождений полезных ископаемых: Учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. – 247 с.

Положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям (твердые полезные ископаемые). М.: ВИЭМС, 1999. – 28 с.

Рудничная геология / В. Ф. Мягков, А. М. Быбочкин, И. И. Бугаев и др. М.: Недра, 1986. – 199 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Образец выполнения титульного листа

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВО
Уральский государственный горный университет
Факультет геологии и геофизики

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему:

РАЗВЕДКА ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ОГАНЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЗОЛОТА (КАМЧАТКА)

Руководитель
доц. Никулина И. А.

Студент
Попов С. М.

Группа
РМ-15

Екатеринбург – 2018

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Образец заполнения штампа к чертежам

<table>
<tr><td></td><td colspan="4">Министерство образования и науки РФ
Уральский государственный
горный университет</td><td>20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">30</td><td rowspan="2">Исполнитель:
студент
гр. РМ-15
С. М. Попов</td><td colspan="3">Геологический план
Оганчинского месторождения</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td rowspan="2">30</td><td rowspan="2">Руководитель:
доцент
И. А. Никулина</td><td colspan="3">К курсовому проекту на тему:
«Разведка глубоких горизонтов
Оганчинского месторождения золота
(Камчатка)»</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td>Масштаб
1:1000</td><td>Дата</td><td>Приложение
№ 2</td><td>20</td></tr>
<tr><td></td><td>50</td><td>30</td><td>35</td><td>35</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">150</td><td></td></tr>
</table>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому комплексу _____ С.Л. Зуторов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

МЕТОДИКА ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ МПИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Автор: Козьмин В.С, доцент, к.г.-м.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

Тема	Название	Стр.
	Введение	3
1	Общие вопросы дисциплины. Основные понятия и определения	5
2	Геологические основы разведки	15
3	Методические основы разведки	40
4	Подсчет запасов полезных ископаемых	69
5	Геолого-экономическая оценка месторождений	88
	Заключение	104

Введение

Геологоразведочные работы являются важнейшим фактором устойчивого развития экономики страны. Сырьевую базу в настоящее время составляют *более ста видов твердых полезных ископаемых.* Усилиями многих поколений российских геологов найдены и введены в промышленное освоение тысячи месторождений полезных ископаемых. На этой основе создана уникальная минерально-сырьевая база страны.

Россия занимает места в *первой пятерке стран мира* по запасам и добыче железных и медных руд, золота, серебра, платиноидов, вольфрама, молибдена, кобальта, никеля. За счет этих руд государство обеспечивает внутренний рынок, эксплуатирует значительные объемы сырья и продукции его переработки. Бюджет государства во многом формируется за счет освоения минерально-сырьевых ресурсов. Экспорт продукции (по данным Федерального агентства по недропользованию РФ) составляет 50-70 % от объема добычи (по вольфраму, кобальту, никелю, меди, золоту, платиноидам. Существенна роль России как мирового производителя и экспортера алмазов, апатита, калийных солей, хризотил-асбеста, бора.

В то же время далеко не благополучным является состояние минерально-сырьевой базы по таким полезным ископаемым, как цинк, свинец, олово, сурьма, барий, графит и др. Внутреннее потребление этих видов сырья определяет необходимость их ввоза из-за рубежа. Многие районы с горнопромышленной направленностью испытывают в настоящее время острый недостаток в добываемом сырье (по железу, меди, свинцу, цинку, золоту). К остродефицитным полезным ископаемым также относятся бокситы, титан, цирконий, бентониты, каолины и др.

Итак, минерально-сырьевой комплекс был и остается *гарантом дальнейшего развития страны* на длительную перспективу, источником получения средств на реконструкцию и техническое перевооружение промышленности. Поэтому подготовка высококвалифицированных кадров в области «разведочного дела» в рамках специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка твердых полезных ископаемых» (направления 25.05.02 «Прикладная геология») остается актуальной и востребованной задачей.

Содержание Учебного пособия во многом базируется на обобщении научного и учебно-методического материала, содержащего в учебниках, учебных пособиях, методических рекомендациях, подготовленных в разные годы. В первую очередь, необходимо упомянуть работу В. М. Крейтера (1940) по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых, а также труды тех, кто продолжал развивать и углублять сформулированные В. М. Крейтером научные проблемы и направления (работы А. Б. Каждана, Е. О. Погребицкого, В. И. Тернового, Г. С. Поротова, Л. И. Четверикова, П. П. Ясковского, В. В. Шелелева, в том числе сотрудников кафедры поисков и разведки МПИ – В. Ф. Мягкова, А. С. Вершинина, И. И. Бугаева, Л. М. Петрухи, Ю. К. Панова и др.). Из публикаций этих авторов в Учебном пособии заимствована большая часть приведенных в пособии таблиц и иллюстраций.

Современная геологическая наука не может ограничиваться изучением лишь качественных сторон явлений и процессов. Она «должна выявлять их количественные

характеристики, обеспечив тем самым более высокий научный уровень исследования земных недр» (Каждан, Гуськов, 1990). Необходимость внедрения математических методов при решении геологоразведочных задач признается в настоящее время всеми геологами. Их применение обеспечивает возможность перехода от словесных, часто субъективных определений изучаемых объектов, к их более объективным количественным оценкам. Накопленный на кафедре опыт математической обработки собранной геологической информации отражен в 11, 13 и 15 главах пособия. Более подробно вопросы количественной обработки накопленной геологической информации рассматриваются в специальных дисциплинах: «Математические методы моделирования в геологии», «Основы компьютерных технологий решения геологических задач».

Студент должен:

А. знать:

- задачи, принципы, технические средства и системы разведки; классификацию запасов полезных ископаемых; требования промышленности к качеству минерального сырья на стадии разведки;
- методики комплексной оценки минерального сырья;
- подходы к сбору и обработке количественной геологической информации с использованием компьютерных технологий.

Б. уметь:

- составлять проекты на геологоразведочные работы, обосновывать рациональную разведочную сеть;
- оконтуривать запасы разных категорий, выполнять подсчет запасов разными методами;
- выполнять оценку географо-экономических, горнотехнических условий освоения месторождений, технологических свойств минерального сырья.

В. владеть:

- методикой обоснования видов и объемов проектируемых работ;
- приемами определения параметров при подсчете запасов полезных ископаемых;
- методикой определения величины инвестиций, показателей эффективности освоения месторождения в базовом и коммерческом вариантах.

Тема 1
Общие вопросы дисциплины. Основные понятия и определения

РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, ЕЕ ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Разведка месторождений – это комплекс работ и связанных с ними исследований, направленных на выявление, оконтуривание и геолого-экономическую оценку запасов минерального сырья в недрах. Разведочные работы вносят определяющий вклад в геологическое изучение минерализованных участков недр на предпроектной стадии промышленного освоения объекта. По завершению разведки и получению положительных результатов геолого-экономической оценки изучаемое проявление полезного ископаемого приобретает *статус месторождения.*

Разведка начинается с момента составления проекта на производство геологоразведочных работ. Обычно эти работы включают: геологическое картирование площади рудного поля и месторождения; выявление и оценку выходов рудных тел; проходку горных выработок и скважин, их документацию и опробование; проведение комплекса геофизических, геохимических, гидрогеологических, инженерно-геологических исследований; геодезическую съёмку. По результатам геологоразведочных работ составляют геологические разрезы, планы, проекции. Они отражают размеры, условия залегания и строение тел полезных ископаемых. Дается характеристика полезного ископаемого, подсчитываются его запасы. На основе полученных данных проводится геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождения, обосновываются выводы о его промышленном значении. Все сказанное позволяет отметить, что разведка как прикладная геологическая наука находится на стыке областей знаний, включающих: накопленные сведения о геологическом строении месторождения, его сопоставление с определенным геолого-промышленным типом; вопросы горного дела (в связи с обоснованием способа разработки месторождения); определение потенциальной ценности объекта, рентабельности его разработки; обоснованность задействованных технических средств разведки, влияющих на надежность получаемых результатов; обработку полученных результатов с использованных современных компьютерных технологий (рис. 1).

Основной *целью* выполняемых геологоразведочных работ является *получение информации,* необходимой и достаточной для: проектирования предприятия по добыче полезного ископаемого и переработке минерального сырья, реконструкции действующего рудника, определения путей его дальнейшего развития, оценки перспектив выявления новых тел полезных ископаемых на площади рудного поля. Собранная и качественно обработанная информация должна обеспечить *решение основной задачи* разведочных работ – подготовку месторождения к промышленному освоению.

Успешному решению сформированных задач должно способствовать: построение цифровых моделей месторождений с использований IT технологий; реализация разведочных систем, соответствующих природным особенностям объекта и обеспечивающим надежное локальное прогнозирование геолого-промышленных параметров.

Сущность разведки сводится к оконтуриванию, прослеживанию промышленно ценных участков природных скоплений полезного ископаемого путем выборочного пересечения минерализованного объема недр разведочными выработками (скважинами, горными выработками) с последующим геологическим и геофизическим их изучением (документацией) и опробованием. Таким образом, информацию, необходимую для принятия проектных решений по разработке и переработке добываемого минерального сырья, получают на весьма скудном материале. Разведка обычно не позволяет раскрыть все детали строения минерализованных пород. Отчасти эти задачи решаются при использовании геофизических методов (в том числе, зондирования межскважинного пространства), а также на стадии эксплуатационной разведки. Материалы разведки позволяют сконструировать *модель месторождения,* которая по своим параметрам должна быть максимально приближена к истинному объекту (рис. 2). Возможность разработки технических проектов на основе обобщения ограниченной разведочной информации подтверждена практикой разведки и освоения месторождений. Здесь работает известный в математической статистике выборочный метод исследования оцениваемых свойств (в разведке – геолого-промышленных параметров) на основе обобщения данных лишь части свойств, вошедших в изучаемую выборку (Петруха, 2003). На каждой последующей стадии геологоразведочных работ формируемая выборка свойств становится более представительной. На современном этапе изучения недр все недропользователи обязаны выполнить необходимые расчеты по геолого-экономической оценке (ГЭО) обосновываемых запасов и прогнозных ресурсов. Оценка является исследовательским процессом, связанным с выявлением возможных конкурентоспособных вариантов оконтуривания и промышленного освоения запасов месторождения и выбором среди них рационального с позиций максимальной доходности предприятия. Наиболее полная ГЭО осуществляется по результатам разведки месторождения. Оценка по результатам поисков базируется на тех же единых методологических принципах, но из-за ограниченности имеющихся материалов является малодостоверной (Шевелев, 2004).

При проведения ГЭО учитываются следующие положения:

1. Обоснование рационального и комплексного использования недр, включающее основные и попутные компоненты, отходы добычи и переработки сырья.
2. Определение показателей эффективности освоения месторождения (ЧДД – чистый дисконтированный доход, ИД – индекс доходности, ВНД – внутренняя норма доходности, Р – рентабельность разработки, Т – срок окупаемости капвложений).
3. Учет обязательных платежей и налогов, плата за кредит (необходимый для организации работ по разработке месторождения).
4. Учет фактора времени и риска при оценке месторождения.
5. Оценка экологических и социальных последствий разработки месторождения.
6. Выбор оптимального варианта освоения месторождения.
7. Обоснование кондиций на минеральное сырье.

Важнейшие результирующие показатели ГЭО, установленные параметры кондиций, подсчитанные с их использованием балансовые и забалансовые запасы вносятся в Государственный кадастр месторождений полезных ископаемых. При этом необходимо

отражать в кадастре два подхода к оценке объекта – базовый и коммерческий, чтобы при необходимости оперативно осуществлять переоценку месторождения.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИСТОРИИ СТАНОВЛЕНИЯ УЧЕНИЯ О РАЗВЕДКЕ НЕДР

Учение о поисках и разведке месторождений полезных ископаемых пришло из потребностей горного дела. Долгие годы работы по поиску и добыче руд велись на основе опыта многих поколений рудознатцев. Разработки в этой области знаний методического и организационного характера появились значительно позже. Первые труды принадлежат Г. Агриколе (1530), И. А. Шлаттеру (1760), М. В. Ломоносову (1763). Целая эпоха в развитии горного промысла и геологии связана с именем Петра I. Им был организован «Приказ рудокопных дел», реорганизованный в 1719 г. в Берг-коллегию. Коллегия взяла на себя руководство горнозаводской промышленностью Российской империи.

В XIX веке разведка месторождений не проводилась. Открытые месторождения сразу же вовлекались в разработку. Разведочные методы начинают развиваться и совершенствоваться в конце XIX века и позднее. Первыми в этом направлении были работы проф. Войслова (1899), проф. Корзухина (1908), В. С. Реутовского, Б. И. Бокия (1914).

Методологические основы разведки складывались и совершенствовались по мере расширения сырьевой базы страны, развития горнорудной промышленности. Однако в начале XX века разведочное дело ещё не имело самостоятельного развития и рассматривалось как один из разделов учения о полезных ископаемых. Первая работа по экспертизе и оценке рудных месторождений была опубликована Н. И. Трушковым в 1922 г. В 1924 г. в Петроградском горном институте К. П. Марковым прочитан курс разведочного дела. Начиная с 1927 г. этот курс читал И. С. Васильев, впервые изложивший важнейшие методические положения разведки.

Основоположником учения о поисках и разведке полезных ископаемых по праву считается В. М. Крейтер. Им были организованы кафедры поисков и разведки МПИ в Московском геологоразведочном институте и Институте цветных металлов и золота. Его фундаментальный труд «Поиски и разведка полезных ископаемых», изданный в 1940 г., несколько раз переиздавался и стал настольной книгой геологов-разведчиков нескольких поколений.

В 1922 г. кафедра поисков и разведки МПИ была организована в Уральском (Свердловском) горном институте. Её первым заведующим был назначен руководитель геологической службы Урала Б. В. Дидковский. В последующие годы кафедру возглавляли А. П. Смолин, В. П. Любимов, П. И. Кутюхин, М. Н. Альбов, И. И. Бугаев, В. Ф. Мягков, А. Г. Баранников. В 1999 г. произошло объединение ряда кафедр геологического факультета. Объединенную кафедру геологии, поисков и разведки МПИ возглавил проф. В. А. Душин.

Большой вклад в развитие теории и практики разведочного дела, опробования и подсчета запасов полезных ископаемых внесли исследования М. Н. Альбова, Н. В. Барышева, И. Д. Когана, А. П. Прокофьева, В. И. Смирнова, Е. О. Погребицкого, Г. С. Поротова и др. Научные основы геометризации недр заложены исследованиями П. К. Соболевского (1926-1932). Он рассматривал тела полезных ископаемых как совокупность

взаимно связанных геохимических полей и на этой основе сформулировал принципы геометрического моделирования.

В середине XX века во все отрасли геологии, включая вопросы оценки месторождений, проникли математические методы обработки информации. Этому способствовало появление и развитие электронно-вычислительной техники, а позднее – IT технологий. Кроме теории вероятности и математической статистики случайных величин, в теорию и практику исследований стали проникать методы многомерного статистического анализа, теории случайных функций и гармонического анализа, теории множеств, линейной алгебры, распознавания образов и других разделов математики.

При рассмотрении теоретических вопросов методики разведки месторождений и опробования акцент был сделан на изучении изменчивости свойств полезных ископаемых. А. С. Власов, Д. А. Казаковский и др. исследователи предложили использовать первые и вторые последовательные разности значений исследуемых показателей изменчивости по смежным точкам. При обобщении результатов статистической обработки данных П. Л. Каллистов (1956) обратил внимание на то, что любой статистический показатель отражает лишь средний уровень изменчивости изучаемого свойства и не учитывает влияния пространственного расположения точек наблюдений. Им было предложено учитывать случайные и закономерные изменения наблюдаемых признаков. При этом дисперсию случайных отклонений следовало определять не от генеральной средней, а с учетом рассчитанной кривой регрессии, отстраиваемой с использованием процедуры сглаживания совокупности прилегающих к конкретной точке проб. Дальнейшее развитие этот подход при изучении изменчивости свойств залежей получил в работах В. Ф. Мягкова (1984). Он предложил исследовать закономерности распределения компонентов в рудных полях с использованием *геометро-статистической модели*. При отстройке одномерных графиков изменчивости геологических параметров по разным направлениям рудных залежей с использованием интерполяционного полинома удается выявлять уровненное строение геологических полей и на этой основе решать целый ряд практических вопросов разведки: оптимальный шаг опробования; зональность строения залежей, их анизотропию и др.

Начиная с шестидесятых годов XX века, появилось много публикаций по исследованию изменчивости оруденения с использованием *методов теории случайных функций* и *гармонического анализа* (работы А. Б. Каждана, З. Д. Низгурецкого, А. М. Марголина и др.). Изменчивость изучаемых признаков рассматривается как функция расстояния между смежными пунктами наблюдений. При этом необходим учет влияния формы и размера проб, отражающих неоднородность строения недр. В это же время при изучении изменчивости и оценке запасов руд зарубежными геологами (Ж. Матерон, М. Давид, Э. Карлье, Д. Криге и др.) было предложено задействовать *геостатистические модели.* В основе данной модели лежит предположение, что получаемые результаты зависят от расположения пунктов наблюдений. При смещении начального пункта наблюдения результаты измерений меняются, и поэтому их следует рассматривать как случайные величины. Рассчитанный средний квадрат разности измеренных значений при этом зависит от расстояния между пунктами. Важной характеристикой геостатистических

моделей служит вариограмма, отражающая функцию среднего квадрата разности от расстояния между пунктами наблюдений. Для отдельных объектов установлено присутствие нескольких типов вариограмм: с регулярной пространственной переменной, с эффектом самородков, сферической и др. На отстроенных вариограммах возможно определение порогового значения, отражающего зону влияния между соседними пробами.

На современном этапе при обобщении результатов геологоразведочных работ все чаще задействуют геостатистические методы с использованием IT технологий (программы “Micromine”, “Datamine”, “Surpac” и др.).

ОСНОВЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ О НЕДРАХ

Основным законом, регламентирующим недропользование в РФ, является Федеральный закон «О недрах», принятый в 1992 г. Закон неоднократно дополнялся и редактировался, его последняя редакция принята в 2015 г. (Закон РФ «О недрах»).

Согласно тексту закона недра являются частью земной коры, расположенной ниже почвенного слоя, а при его отсутствии – ниже поверхности Земли и дна водоемов и водотоков, простирающейся до глубины, доступной для геологического изучения и освоения.

Основные положения горного права

К основным положениям Горного права относятся:

- право собственности на недра как один из элементов природной среды;
- право собственности на извлеченные из недр полезные ископаемые и используемые полезные свойства недр;
- право собственности на имущество и геологическую информацию, создаваемые в процессе пользования недрами.

Право собственности на недра в России действующими правовыми актами определяется следующим образом:

- недра находятся в государственной собственности;
- владение, пользование и распоряжение недрами в пределах государственной границы находится в совместном ведении Российской Федерации и ее субъектов (так называемое «правило двух ключей»), а за пределами границы (в морской экономической зоне и на континентальном шельфе) – в исключительном ведении Российской Федерации;
- владение, пользование и распоряжение недрами осуществляется в интересах всех народов, проживающих на соответствующей территории, и всех народов Российской Федерации.

Недра предоставляются в пользование субъектам предпринимательской деятельности для изучения, добычи полезных ископаемых, строительства подземных сооружений, организации особо охраняемых геологических объектов или сбора минералогических коллекций на определенный срок или без ограничения срока.

Участки недр с находящимися в них минеральными ресурсами не могут быть предметом купли-продажи, дарения, наследования, вклада, залога или отчуждения в иной форме. Права пользования недрами могут отчуждаться или переходить от одного лица к другому в той мере, в какой их оборот допускается федеральными законами.

Право собственности на минеральное сырье, добытое из недр, появляется в процессе добычи полезных ископаемых. Добытые из недр полезные ископаемые могут находиться в федеральной собственности, собственности субъектов Федерации, муниципальной, частной и иных формах собственности. Вопрос о форме собственности на добытое полезное ископаемое определяется условиями лицензионного соглашения.

Право собственности на горное имущество и геологическую информацию определяется принципом: объект является собственностью того, кто оплатил его создание или приобретение. Однако, геологическая информация, являющаяся собственностью пользователя, должна представляться им по установленной форме в федеральный и территориальный фонды геологической информации (ВГФ, ТГФ). Собственник может лишь оговорить условия конфиденциальности пользования этой информацией в фондах, с учетом собственных интересов.

Система пользования недрами

Недра Российской Федерации могут быть использованы недропользователями для следующих целей.

1. Регионального геологического изучения и иных общих геологических работ без нарушения целостности недр.

2. Геологического изучения, включая поиски и оценку месторождений полезных ископаемых, а также оценки пригодности недр для строительства подземных сооружений.

3. Разведки и добычи полезных ископаемых, в том числе отходов горных предприятий.

4. Строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

5. Образования особо охраняемых геологических объектов.

6. Сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекций. Недра могут предоставляться в пользование одновременно для геологического изучения (поиски, разведка) и добычи полезных ископаемых. В этом случае добыча может производиться как в процессе изучения, так и после его завершения.

Пользование недрами в Российской Федерации, за исключением работ по региональному геологическому изучению и созданию особо охраняемых объектов, является платным.

Недра предоставляются в пользование на определенный срок или без ограничения срока.

Порядок пользования недрами включает три самостоятельных подсистемы:

- предоставление участков недр в пользование;
- пользование недрами в соответствии с установленным видом пользования;
- контроль и надзор за соблюдением установленных требований и ограничений при пользовании недрами.

Предоставление недр в пользование осуществляется на основе лицензирования. Государство, осуществляющее суверенное право на недра, определяет программу освоения недр, участки недр, которые предполагаются предоставить в пользование, и выбор конкретного недропользователя.

Государство определяет условия, на которых предполагается передача недр в пользование. Недропользователь может вести переговоры об изменении этих условий. При достижении согласования, недропользователю оформляется лицензия на право пользования недрами. Лицензия предоставляется совместно органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации и Федеральным органом управления фондом недр.

Работы по *региональному геологическому изучению недр*, выполняемые за счет средств госбюджета, осуществляются без оформления лицензий, но с обязательной регистрацией в территориальных геологических организациях Министерства природных ресурсов. Лицензия на *поиски и оценку* месторождений полезных ископаемых удостоверяет право проведения таких работ только на вид сырья, указанный в лицензии. Лицензия на *добычу* полезного ископаемого может выдаваться на всё месторождение или его часть. Допускается также одновременное предоставление одному пользователю нескольких лицензий на право добычи по группе близко расположенных месторождений, если экономически рентабельной является только совместная их разработка. Лицензия на *разведку* месторождения отдельно не предоставляется и право разведки предусматривается в лицензии на добычу.

Законодательством устанавливается два статуса участков недр, на которые выдается лицензия: геологический отвод и горный отвод. Статус *геологического отвода* предоставляется участкам, предоставляемым для геологического изучения недр без существенного нарушения их целостности. В пределах одного геологического отвода могут быть выданы несколько лицензий на разные виды деятельности, включая, например, поиски и оценку разных полезных ископаемых. В границах геологического отвода могут одновременно проводить работы несколько пользователей недр.

В пределах одного *горного отвода* может быть выдана только одна лицензия одному пользователю, получающему по ней исключительное право деятельности в этих пределах в соответствии с лицензией.

Предоставление недр в пользование осуществляется по результатам конкурсов или аукционов, либо в специальных случаях на основе согласованных решений федеральных органов государственной власти и органов государственной власти субъектов Федерации на бесконкурсной основе. Определение порядка проведения и условий конкурсов и аукционов по каждому объекту или группе объектов осуществляется органами, предоставляющими лицензии. Наименования объектов, выставляемых на конкурсы или аукционы, и их условия публикуются в печати.

Предприниматель, желающий принять участие в конкурсе, подает по установленной форме соответствующую заявку. После официального принятия заявки и уплаты соответствующих взносов заявитель может получить пакет геологической и технико-экономической информации по интересующему его участку недр. Проанализировав эту информацию, заявитель прежде всего решает для себя вопрос о продолжении участия в конкурсе (аукционе) и, при положительном решении, представляет приемлемый для него вариант технико-экономических показателей (ТЭП) ведения работ по намечаемому виду пользования недрами. Указанные ТЭП представляют собой комплекс материалов, обосновывающих принципиальные решения и ожидаемые технико-экономические

показатели по всем вопросам. После приобретения лицензии ее владелец имеет право получения в фондах полного объема геологической информации по предоставленному ему согласно лицензии участку недр (геологическому или горному отводу).

Условия ***пользования недрами*** определяются соглашением собственника недр (государства) в лице его уполномоченных органов и недропользователя. В практике недропользования известны три типа договорных отношений:

- недропользователь вносит плану за пользование недрами и уплачивает другие установленные налоги, но полностью распоряжается всей произведенной продукцией;
- недропользователь и собственник недр заключают соглашение о разделе производимой продукции;
- недропользователь заключает с собственником контракт на предоставление определенных услуг (субподрядные работы).

В первом случае недропользователь осуществляет все работы по реализации предоставленных лицензией прав за счет собственных средств, принимая на себя все риски. Добытая продукция полностью принадлежит ему, хотя условиями договора может определяться реализация части продукции на внутреннем рынке. Недропользователь вносит все установленные платежи, налоги, связанные с его деятельностью. Все сооружения и оборудование, используемые при работах, являются его собственностью.

Во втором случае недропользователь также несет все расходы и принимает на себя риски, связанные с ведением работ, а произведенная продукция делится между ним и собственником (государством) в виде трех частей: компенсационной продукции, предназначенной для возмещения затрат недропользователю, и двух долей прибыльной продукции, разделенных между государством и недропользователем в установленном соотношении. Реализация своих долей продукции осуществляется недропользователем и собственником самостоятельно. Сооружения и оборудование, связанные с недропользованием, переходят в собственность государства либо с момента их создания или приобретения, либо по мере амортизации. Привлекательной стороной соглашения о разделе продукции является иммунитет от новых изменений налогового законодательства, которые не должны ухудшать экономическое положение инвестора, имевшееся на момент составления соглашения.

В третьем случае, недропользователь, также неся все затраты, связанные с проведением работ, либо получает возможность их возмещения при коммерческом результате (например, открытии месторождения при поисках), либо получает заранее оговоренное вознаграждение (оплату) за произведенные работы, но не приобретает никаких прав на добытую продукцию, если таковая будет получена в течение срока действия лицензии или после его истечения.

Контроль и надзор за пользованием недрами осуществляют органы государственного геологического контроля и Федерального горного и промышленного надзора России, а также другие контрольные органы, в соответствии с компетенцией (природоохранные органы, налоговая инспекция, таможенная служба и т. д.) и органы государственной власти.

Государственный геологический контроль включает контроль за геологическим изучением недр и их рациональным использованием и охраной. Органы госконтроля входят в структуру Министерства природных ресурсов и его территориальных подразделений.

Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор) выполняет в качестве основной контрольной функции надзор за безопасным ведением работ, включая вопросы проектирования, строительства, эксплуатации и ликвидации горных предприятий.

Государственная экспертиза запасов полезных ископаемых производится для создания условий комплексного использования недр, определения платы за использование недр и уточнения границ горного отвода. Государственная экспертиза может проводиться на любой стадии геологического изучения недр, но предоставление участков недр для целей добычи разрешается только после их госэкспертизы.

Система платежей при пользовании недрами

Плата за пользование недрами включает разовые и регулярные платежи.

Минимальные (стартовые) разовые платежи за пользование недрами устанавливаются в размере не менее 10 % от величины суммы налога на добычу полезных ископаемых в расчете на среднегодовую проектную мощность добывающей организации. Размеры регулярных платежей определяются в зависимости от экономико-географических условий, размера участка недр, вида полезного ископаемого, продолжительности работ, степени геологической изученности и степени риска. Регулярный платеж взимается за площадь лицензионного участка, предоставленного недропользователю. Ставка регулярного платежа за 1 кв. км участка недр при поисковых и оценочных работах составляет от 27-90 рублей для неметаллических полезных ископаемых до 120-360 рублей для углеводородного сырья; при разведочных работах ставка меняется от 800-1650 рублей для подземных вод до 5000-20000 рублей для углеводородного сырья.

Регулярные платежи не взимаются с недропользователей, осуществляющих:

- пользование недрами для регионального геологического изучения;
- пользование недрами для образования особо охраняемых геологических объектов, имеющих научное, культурное, эстетическое, санитарно-оздоровительное и иное значение;
- пользование недрами для сбора минералогических, палеонтологических и других геологических коллекционных материалов;
- разведку полезных ископаемых на месторождениях, введенных в промышленную эксплуатацию, в границах горного отвода, предоставленного пользователю недр для добычи этих полезных ископаемых.

Кроме разовых и регулярных платежей, законодательством предусмотрены две группы налогов и отчислений. Первая группа учитывается в себестоимости товарной продукции, вторая относится на финансовый результат.

В себестоимость включается налог на добычу полезных ископаемых, дорожный налог, плата за воду, землю, загрязнение окружающей среды и др. Налог на добычу составляет основную часть налоговой суммы первой группы. Ставка налога меняется от 3,8 % для калийных солей до 16,5 % для углеводородного сырья. Налогоплательщики, осуществившие за счет собственных средств поиски и разведку разрабатываемых месторождений или полностью возместившие все расходы на поиски и разведку,

уплачивают налог на добычу с коэффициентом 0,7. При выполнении соглашений о разделе продукции налоговые ставки на добычу применяются с коэффициентом 0,5. Не облагаются налогом полезные ископаемые, остающиеся во вскрышных, вмещающих (разубоживающих) породах, в отвалах или отходах перерабатывающих производств. Дорожный налог взимается в размере 2,5 % от годовой стоимости товарной продукции.

На финансовый результат горного предприятия относят налог на прибыль, налог на имущество, целевые сборы на содержание милиции и благоустройство территории. Налог на прибыль составляет 24 % от годовой прибыли предприятия, налог на имущество – 2 % от его среднегодовой стоимости. Остальные платежи определяются прямыми расчетами.

Горные предприятия также облагаются косвенными налогами, вычисляемыми сверх цены предприятия – налогом на добавленную стоимость (НДС), создаваемую в процессе производства товарной продукции, и таможенными пошлинами, взимаемыми с товарной продукции, вывозимой за пределы Российской Федерации.

Контрольные вопросы к теме 1

1. Что является целью разведки? Какие задачи решает разведка?
2. С какими областями знаний и смежных дисциплин разведка связана?
3. С какими именами известных и выдающихся российских ученых следует связывать становление учения о разведке месторождений?
4. Кто из российских и зарубежных ученых внес значимый вклад в разработку проблем количественной обработки геологической информации (геолого-математического моделирования)?
5. В чем заключаются основные положения законодатедьства РФ о недрах?
6. В каких целях могут быть использованы недра в РФ?
7. Как осуществляется предоставление недр в пользование?
8. Что такое горный и геологический отводы? Чем они различаются?
9. Какие типы договорных отношений установлены между государством и недропользователем?
10. Как осуществляется контроль за пользованием недрами?
11. Какая система платежей установлена за недропользование?

Тема 2
Геологические основы разведки

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОМЫШЛЕННУЮ ЗНАЧИМОСТЬ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Минеральные скопления в земной коре приобретают статус месторождения по результатам их разведки и при условии обоснования экономической целесообразности промышленного освоения. Основным критерием для промышленного освоения месторождения является размер прибыли, которую предприниматель собирается получить за весь период его эксплуатации.

На экономику промышленного освоения месторождения оказывает влияние совокупность факторов: количество запасов в месторождении (их масштаб), качество минерального сырья, технологические свойства, горно-геологические условия эксплуатации, географо-экономические условия района нахождения месторождения, экологические условия эксплуатации и др. (Каждан, 1977, 1984; Ясковский, 2001, 2010; Шевелев, 2004; Поротов,2004).

Количество запасов в месторождении определяется величиной запасов, оцененных по результатам геологоразведочных работ. Достоверность подсчитанных запасов зависит от степени их изученности (разведанности).

Запасы твердых полезных ископаемых подсчитываются в единицах массы (тонн); сыпучих полезных ископаемых (песков, гравия), строительного и облицовочного камня – в единицах объема (кубические метры). Запасы золота измеряются в килограммах, тоннах, а в некоторых зарубежных странах используют тройную унцию (31,103 грамма). Запасы алмазов и драгоценных камней измеряют в каратах (0,200 грамма).

Запасы полезного ископаемого, ценность которого определяется содержанием химического элемента (оксида) или минерала (алмаз, слюда, асбест и др.), оцениваются с определением количества руды и количества металла (минерала). В России запасы твердых полезных ископаемых подсчитываются в недрах, а запасы нефти и газа оцениваются как извлекаемые, так и в недрах.

По величине запасов различают месторождения *уникальные* (их в мире единицы), *крупные* (их десятки), *средние* (их сотни) и *мелкие* (их тысячи). На базе уникальных месторождений создаются ведущие горнодобывающие предприятия. Они во многом определяют состояние минерально-сырьевой базы и сырьевого рынка страны, мира. Крупные месторождения определяют экономику отрасли или крупного региона страны. Средние месторождения имеют значение в пределах отдельных экономических районов, а мелкие – в отдельных случаях. Для каждого вида полезного ископаемого наблюдаются значительные (в десятки раз) изменения запасов при переходе от мелких месторождений к крупным и очень крупным, что обусловлено разнообразием геологических условий образования руд (табл….).

Следует отметить, что отраженные в таблице размеры запасов не являются общепризнанными. В литературных источниках приведены и другие цифры градации запасов, определяющие масштаб оцениваемых объектов. В. И. Краснико (1965) подметил

закономерность, получившую в литературе название «декадной». В 7 % месторождений сосредоточено ~ 65 % запасов, а запасы мелких, средних, крупных и уникальных месторождений отличаются друг от друга примерно на порядок. Мелкие месторождения встречаются часто, а очень крупные редко. Основные запасы сосредоточены в крупных и очень крупных месторождениях. Обобщение данных по России за 1994-1997 гг. свидетельствует, что среди девятнадцати видов полезных ископаемых общее количество мелких объектов составило 723, средних – 184, крупных – 107, очень крупных – 30 (Ясковский, 2001). Распределение суммарных запасов для коренных месторождений страны: на долю мелких объектов приходится 14 %, средних – 30 % и крупных 56 %.

От масштаба месторождений зависят ожидаемые показатели экономической эффективности вовлекаемых в эксплуатацию объектов. С учетом величины запасов можно определить ценность месторождения (потенциальную в недрах или товарную на сырьевом рынке). Полученные значения следует учитывать при определении инвестиционной привлекательности объектов. Другой расчетный экономический показатель – необходимый объем капитальных вложений. Чем больше запасы, тем больше затраты на строительство горнодобывающего предприятия. При этом появляется возможность определить производительность будущего рудника, срок его существования и ориентировочно подсчитать приведенные затраты на освоение месторождения.

Качество минерального сырья – это совокупность природных свойств, определяемых минеральным и химическим составом, структурными и текстурными особенностями сырья, технологическими и физическими свойствами. Высокое качество полезного ископаемого влияет на эффективность переработки руд, способствует улучшению готовой продукции. В геологоразведке и горной промышленности давно используются понятия – «богатые», «бедные», и «убогие» руды. С позиций оценки качества все твердые полезные ископаемые могут быть разделены на *три группы.* Ценность в них может представлять: химический элемент (или химическое соединение, чаще оксид); минерал, обладающий особыми свойствами; вся добываемая горная масса (Шевелев, 2004).

К *первой группе* относятся все руды металлов и горно-химическое сырье (фосфориты, бор, сера). Основным показателем качества сырья является содержание ценного компонента. Содержание оценивается в массовых процентах элемента (Fe, Mn, Pb, Zn, Cu, Ni, Co, S, V, As) или оксидов (Cr_2O_3, TiO_2, WO_3, Nb_2O_3, BeO, Be_2O_3, P_2O_5).

В месторождениях комплексных руд (свинцово-цинковых, медно-молибденовых, медно-никелевых и др.) качество определяется с помощью условного содержания главного компонента. В расчетных формулах учитывается: содержание главного компонента, формирующего основную ценность руд; содержание второстепенных компонентов; переводные коэффициенты для перерасчета содержаний второстепенных компонентов в главный компонент.

Содержание в рудах благородных металлов (золота, серебра, платиноидов) из-за низких их концентраций выражается в граммах на тонну руды; в россыпных месторождениях – в г (мг) /$м^3$. Чем большее значение элемента в рудах, тем выше качество полезного ископаемого.

В зависимости от содержания основного ценного компонента руды подразделяются на богатые, рядовые и бедные. Для разных полезных ископаемых конкретные сорта руд отличаются друг от друга (табл.).

При исследовании уровня концентраций полезных компонентов в объеме рудных тел может быть задействован *коэффициент богатства* – отношение среднего содержания к минимально промышленному (Бирюков, Денисов, 1978). Богатыми считаются руды, в которых содержание полезного компонента в 1,5-3,5 раза выше, чем минимальное промышленное; к бедным – менее 1,1-1,2. Какое значение при разведке имеет оконтуривание богатых руд? Во-первых, богатые и очень богатые руды используются при получении концентратов или в металлургии без предварительного обогащения. Во-вторых, высокое качество руд нередко отмечается в локальных участках месторождения. Эти участки называют рудными столбами, кустами, гнездами, карманами, бонанцами (для месторождений золота и серебра). На стадии разведки локальные участки должны быть оконтурены, а подсчет запасов выполнен без ограничения выявленных «ураганных проб».

Ко *второй группе* относятся алмазы, пьезооптическое сырье, слюда, тальк, асбест и др. Качество сырья регламентируется уровнем содержания ценного минерала, размерностью и особенностями кристаллосырья: для асбеста – прочность, гибкость, длина волокна, кислоторастворимость; для слюд – размер пластинок, их ровность, термостойкость; для пьезооптического сырья – масса кристалла, размер бездефектной области моноблока, выход моноблока, степень проявленности дефектов (газово-жидкие включения, трещины, двойники и др.); для алмаза – масса, форма, характер поверхности, цвет, дефектность, наличие сростков (Ясковский, 2001).

К *третьей группе* относятся стройматериалы, твердое топливо, керамическое сырье, огнеупоры, тальк, пирофиллит, минеральные пигменты, цеолиты, бокситы и хромиты. Качество сырья оценивается соответствием его определенных свойств требованиям технических условий (ТУ), отраслевых стандартов (ОСТ), государственных стандартов (ГОСТ) и соглашений с потребителями (Шевелев, 2004). Иногда требуется подразделение сырья на ряд сортов и марок. С учетом целевого использования оцениваемое полезное ископаемое должно удовлетворять конкретным сортовым требованиям.

Итак, количество и качество минерального сырья являются важнейшими факторами оценки разведуемых объектов. Они являются определяющими показателями при геолого-экономической оценке месторождений.

Технологические свойства сырья определяют возможность и экономическую целесообразность переработки минерального сырья с целью получения товарного продукта. Основными показателями, определяющими технологические свойства руд, являются: величина извлечения полезного компонента, содержание полезного компонента в концентрате, выход концентрата.

Технологические свойства минерального сырья зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержания полезных ископаемых и вредных примесей первостепенное значение имеют (Каждан, 1977; Шевелев, 2004):

- минеральный состав полезного ископаемого и разубоживающей руды горной массы; распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам;

- форма и размеры полезных минералов, характер их срастаний, текстуры и структуры минеральных агрегатов;
- физические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов, их твердость, хрупкость, удельная плотность;
- химический и минеральный состав вмещающих пород и жильной массы.

Технологические исследования, проводимые в процессе разведки, должны установить возможность извлечения ценных компонентов из руд и обеспечить выбор схемы передела руд, которая может быть использована в промышленных условиях с приемлемыми технико-экономическими показателями. Наличие в сырье попутных компонентов повышает экономическую значимость сырья. Однако ценность попутного компонента всегда следует соотносить с дополнительными расходами на его выделение и учитывать возможность реализации дополнительной продукции.

Рассмотрим примеры, раскрывающие технологические свойства руд и их влияние на переработку минерального сырья (Ясковский, 2001).

Минеральный состав руд определяется присутствием полезных и породообразующих минералов, их количественными соотношениями, формами нахождения, характером парагенетических ассоциаций. Проблемы возникают, когда для выделения основных минералов приходится использовать разные обогатительные процессы. Например: для руд олова основными минералами являются касситерит, станнин, варламовит, гидростаннаты. Эффективно по гравитационной схеме обогащаются касситеритовые руды (плотность 7,0 г/см^3). Другие типы руд с минералами олова (плотность 3,8-4,7 г/см^3) относятся к группе труднообогатимых. Они требуют кроме гравитационного обогащения и других методов: флотации, магнитного и электрического обогащения, пирометаллургии.

Минеральный состав оказывает большое влияние на эффективность флотационного процесса. Хорошо обогащаются сульфиды Pb, Zn, Cu, Mo и плохо – их окисленные формы. Для молибденовых руд основным гипогенным минералом является молибденит – MoS_2, обладающий природными гидрофобными свойствами; но окисленные руды, представленные повеллитом – $CaMoO_4$, ферримолибдитом – $Fe_2O_3{\cdot}3MoO_3{\cdot}8H_2O$ и др., обогащаются с трудом. При этом получаются концентраты невысокого качества из-за легкой шламуемости гипергенных молибденовых минералов в процессе измельчения руды, близости флотационных свойств молибденовых и породообразующих минералов.

Химический состав руд определяется наличием полезных, вредных, петрогенных элементов (оксидов), их содержанием и соотношением, присутствием особенно химически активных форм. Для ряда месторождений схемы и показатели обогащения определяются содержанием элементов и их соотношением. Например, при переработке бокситовых руд для получения глинозема важнейшим является гидрохимический метод Байера. Его использование эффективно для высококачественных руд с кремниевым модулем $M_{si} = Al_2O_3 / SiO_2$ более 5-7. При низком значении M_{si} (высоком содержании SiO_2) руды перерабатываются по более дорогостоящей технологии методом спекания.

При добыче урана методом подземного выщелачивания используют в качестве растворителя кислоты (H_2SO_4). Чем больше карбонатность среды, тем значительней расход

кислоты, сильнее проявляется явление кальматации, тем меньше извлечение урана в продуктивные растворы. Поэтому при существенной карбонатности пород (более 2,0-2,5 % CO_2) извлечение урана с помощью кислоты неэффективно. Нужно переходить на другие схемы.

При характеристике технологических свойств минерального сырья необходим учет *текстурных особенностей руд.* Эти особенности обусловлены размером, формой и характером срастаний минеральных агрегатов. По признаку влияния текстур на процессы переработки минерального сырья их можно подразделить на благоприятные и неблагоприятные. *Благоприятные текстуры* характеризуются крупными размерами скоплений, однородным строением, простыми границами между агрегатами. Для таких руд наиболее эффективны процессы рудоподготовки. Обогащение не вызывает больших затруднений и позволяет получать высококачественные концентраты. *Неблагоприятные для обогащения текстуры* имеют небольшие размеры минеральных скоплений, неоднородное строение агрегатов, сложные и постепенно изменяющиеся границы между ними. Подобные руды требуют сложных, многостадийных процессов рудоподготовки и обогащения.

При изучении технологических свойств полезного ископаемого возможно выделение природных и технологических типов руд. В результате специальных исследований анализируется пространственное распределение этих типов, их геометризация в рамках *геолого-технологического картирования.*

Горно-геологические условия эксплуатации определяют возможность и экономическую целесообразность отработки месторождения с учетом современного состояния горной техники. Каждый выбранный способ разработки месторождения предъявляет свои требования к условиям залегания полезного ископаемого, крепости и устойчивости пород и руд, гидрогеологическим и инженерно-геологическим условиям месторождения.

Среди *способов разработки* месторождений выделяют геотехнологии (Ясковский, 2001): физико-техническая открытая, физико-техническая подземная, физико-химическая скважинная, комбинированная. В процессе эксплуатационных работ из-за неоднородности горно-геологической среды (извилистость границ рудного поля, прерывистости внутреннего строения, изменчивости свойств вмещающих пород) возникают эффекты разубоживания и потерь.

Разубоживание связано с примешиванием пустых пород к извлекаемой рудной массе. В результате засорения среднее содержание в добываемой рудной массе становится ниже, чем содержание в балансовых запасах. Отмеченный процесс характеризуется коэффициентом разубоживания: $Р = (С_н-С_д) / С_н \cdot 100$ %, где $С_н$ – содержание полезного компонента в балансовых рудах, $С_д$ – содержание в добытой рудной массе.

Потери возникают в процессе разработки месторождения потому, что извлечь полезное ископаемое удается не полностью. Часть запасов остается за контуром отработки. Величина потерь оценивается коэффициентом разубоживания: $П = (З_т-З_д) / 100$ %, где $З_т$ – запасы теряемые, $З_д$ – запасы добытые.

Каждый способ разработки имеет достоинства и недостатки. По данным П. П. Ясковского к ним относятся:

- открытая геотехнология – высокая производительность, но небольшие глубины отработки и существенный экономический ущерб;
- подземная геотехнология – отработка на больших глубинах, но значительные потери полезного ископаемого в недрах и тяжелые условия труда;
- скважинная геотехнология – возможность извлечения полезных компонентов в сложных горно-геологических условиях, но необходимы особые предпосылки для создания подвижных флюидов.

Достоинства и недостатки разных способов разработки тесно связаны с определенными горнотехническими условиями. К ним относятся:

а) *Глубина залегания* – один из важнейших горнотехнических показателей, определяющих способ добычи.

При малой глубине залегания применяется открытый способ добычи. Он позволяет развить большую производительность, обеспечить высокую эффективность, низкую себестоимость и более безопасные условия ведения горных работ. Экономическая эффективность добычи определяется коэффициентом вскрыши – отношением объемов (или масс) вскрыши и полезного ископаемого. Предельный коэффициент вскрыши и, соответственно, предельная глубина открытой разработки находится технико-экономическими расчетами. Максимально допустимый коэффициент вскрыши зависит от ценности полезного ископаемого и ориентировочно составляет: для строительных материалов 3 $м^3/м^3$, для углей 6 $м^3/м^3$, для черных металлов 10 $м^3/м^3$, для цветных металлов до 40 $м^3/м^3$. Глубина карьеров открытой добычи не превышает 500 м, но есть проекты глубиной до 700-800 м.

При глубоком залегании полезного ископаемого применяется подземный (шахтный) способ добычи. Он менее производительный и более дорогой по сравнению с открытым способом. Глубина работ колеблется от десятков метров до первых километров. К глубоким относятся шахты, отрабатывающие рудные тела на отметках от 600 (700) до 1000 (1200) м, к весьма глубоким – с глубиной от 1000 (1200) до 2500 м. С глубины 2500 м начинаются сверхглубокие шахты. Они достигнуты при эксплуатации золоторудных месторождений: Морроу-Велью (Бразилия, более 2500 м), Колар (Индия, более 3300 м), Витватерсранд (ЮАР, около 4000 м).

При проходке подземных горных выработок с глубиной увеличивается горное давление (в среднем 2,5 МПа на 100 м) и температура (в среднем 3 ^{0}С на 100 м). При подземной геотехнологии горное давление может проявляться в виде сдвижения, пучения. стреляния пород вплоть до горных ударов. С целью предотвращения горных ударов применяются специальные технологии выемки массива горных пород.

Условия залегания во многом определяют систему разработки месторождений (в первую очередь, подземной). По значению угла падения различают залегания горизонтальные и весьма пологие (0-5^0), пологие (5-25^0), наклонные (25-45^0), весьма крутые (60-90^0). Имеет значение и выдержанность угла падения в пределах блоков добычи

руды. Если угол падения устойчивый, то независимо от его значения ($0\text{-}90^0$) залежь считается выдержанной.

Высокая степень тектонической нарушенности усложняет ведение горных работ. Наибольшие неприятности доставляют малоамплитудные разрывные нарушения, которые не удается надежно выявлять в процессе разведки. Они приводят к повышению потерь и разубоживания руды при добыче, служат причиной неустойчивости и обрушения кровли, прорывов воды и т. д.

Более надежно при разведке выявляются крупные разрывные нарушения с амплитудой в десятки-сотни метров. Они служат естественными границами шахтных полей, участков, блоков добычи.

Мощность залежей является параметром, определяющим технологию добычи. В горном деле выделяются пять классов залежей: 1) тонкие 1,0-1,5 м; 2) средние от 1,0-1,5 до 3-4 м; 3) мощные от 3-4 до 8-10 м; 4) весьма мощные 10-50 м; 5) сверхмощные более 50 м. При изменении класса мощности возможно изменение системы разработки. Поэтому при разведке необходимо выделение геологически однородных блоков (ГОБов), которые заслуживают применения единой технологии добычи. ГОБы при этом приобретают статус технологически однородных блоков (ТОБов).

Кондиционным требованием, предъявляемым к залежам полезных ископаемых, является минимальная промышленная мощность. Она представляет собой минимальную мощность тела полезного ископаемого, при которой его разработка экономически выгодна. Выше этого значения мощность считается рабочей (или кондиционной), ниже – нерабочей (некондиционной). Так как мощность залежей меняется в пространстве, то внутри них могут появляться некондиционные участки или блоки, создавая прерывистость оруденения.

Инженерно-геологические и гидрогеологические условия играют существенную роль при проектировании и ведении горных работ (Поротов, 2004).

Физические свойства (скальные или слабосвязанные грунты), трещиноватость, расслоенность, наличие зон дробления, проявленная анизотропия свойств определяют устойчивость горных пород и руд при добыче сырья, а также размеры эксплуатационных блоков, значение углов откоса бортов карьера и т. д.

Обводненность месторождения определяется насыщенностью горных пород и руд подземными водами и зависит от совокупности факторов. К гидрогеологическим факторам относятся: количество водоносных горизонтов, условия их питания, фильтрационные свойства пород, оценка возможного водопритока в эксплуатационные выработки, состав и агрессивность подземных вод.

Инженерно-геологические факторы включают: проницаемость, набухаемость, размокаемость, коэффициент размягчения и др.

На месторождениях, где развиты карстовые процессы, существенную роль играют глубина и интенсивность развития карста. Выявляются зоны обводнения и поглощения воды, рассматривается возможность обрушения горных пород в зоны карста.

По результатам выполненных исследований должен быть сделан прогноз *экологических последствий* ведения горных работ, решен вопрос о необходимости и объеме природоохранных мероприятий.

Необходимо учитывать, что при ведении горных работ значительную площадь занимают отвалы или отходы горного предприятия. При необходимости следует предусматривать комплекс работ по укреплению отвалов, их рекультивации, очистке рудничных вод от вредных примесей и создании водохранилищ для их накопления. Должны быть оценены последствия осушения окружающей территории вследствие понижения уровня подземных вод.

ФОРМЫ РУДНЫХ ТЕЛ

Форма рудных тел является одним из ведущих факторов, определяющих методику проектируемых разведочных работ.

По своей сути, форма рудных тел определяется соотношением трех параметров: длины по простиранию, длины по падению и мощности.

Обозначим длину по простиранию Дпр, длину по падению Дпад, мощность М. Тогда формы рудных тел при всем своем многообразии могут быть сведены к трем основным группам (рис. 6).

1. *Изометричные*, Дпр ≈ Дпад ≈ М. В эту группу относятся штоки и гнезда.

Штоки – рудные тела средних и мелких размеров, по форме близкие к цилиндру: изометричные или эллипсовидные в плане и столбообразные в разрезе.

Гнезда – небольшие изометричные тела, характерные для камнесамоцветного сырья, редких и благородных металлов.

2. *Плоские*, Дпр ≈ Дпад >> М. К плоским, или плитообразным телам относятся, в первую очередь, пласты и жилы.

Пласты – это согласные плитообразные тела. Залегают согласно, то есть параллельно вмещающим породам. Пласт соответствует осадочному слою. Выделяются также *пластообразные залежи,* которые отличаются от пластов меньшими размерами, а также меньшей выдержанностью.

Жилы – секущие плитообразные тела. Их границы пересекают контакты вмещающих пород. Жилы, как и магматические дайки, –тела выполнения трещин. Жилы могут быть простыми, а также сложными, ветвящимися и т. п.

3. *Линейные*, Дпр >> Дпад ≈ М или Дпад >> Дпр ≈ М. Эта группа объединяет рудные тела, вытянутые в одном направлении. Если преобладающим размером является длина по простиранию, образуются *рудные ленты*, типичные для речных (аллювиальных) россыпей. Если наибольший размер отвечает длине по падению, то рудные тела имеют столбообразную или трубообразную форму. *Рудные столбы и трубы* приурочены обычно к пересечениям разломов или к вулканическим жерлам.

Широким распространением для обозначения формы рудных тел пользуются в геологии термины «штокверк» и «линза».

Штокверк представляет собой минерализованный объем горных пород. Обычно это массивы магматических пород или их части, насыщенные многочисленными разноориентированными прожилками и вкрапленностью рудных минералов. Такие рудные тела не имеют естественных природных границ и оконтуриваются по данным опробования. Обычно штокверки имеют форму, близкую к изометричной. Однако нередко

минерализованные зоны штокверкового типа, приуроченные к разрывным нарушениям (*линейный штокверк*; тогда их форма будет плоской или линейной.

Термин «*линза*» также не имеет однозначного морфологического содержания. Короткую и толстую линзу можно отождествить с гнездом. Плоские линзы соответствуют плоским рудным телам: согласным, если линза расположена параллельно контактам вмещающих пород, и секущим, если линза залегает косо. Наконец, линзы могут вытягиваться в одном направлении, образуя линейные рудные тела.

Кроме того, нередко встречаются рудные тела сложной, или комбинированной формы. Обычно они представляют собой сочетания или комбинации тел, принадлежащих к разным группам. Наиболее распространены крестообразные, грибообразные, седловидные и пр.

ГРУППИРОВКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПО СЛОЖНОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВЕДКИ

Установление принадлежности изучаемого месторождения к конкретному промышленному типу способствует выбору системы его разведки. Уже на стадии оценочных работ эта задача должна решаться. В то же время месторождения одного и того же промышленного типа нередко характеризуются разными размерами, формой рудных тел, разной сложностью внутреннего строения (минеральным составом, текстурно-структурными особенностями, типами и сортами руд, содержанием полезных и вредных компонентов). Для обоснования системы разведки, технических средств и методических приемов большое значение приобретает *группировка месторождений* по сложности геологического строения для целей разведки, учитывающая накопленный опыт их разведки и разработки (Комплексная …, 1990).

Впервые на необходимость группировки месторождений полезных ископаемых по сложности строения в зависимости от вычисленных значений коэффициентов вариации мощности и содержания полезных компонентов указано в работах В. М. Крейтера, Д. А. Зенкова, Н. В. Барышева, В. И. Красникова и др. В обобщенном виде группировка была предложена В. М. Крейтером в 1940 г. Все месторождения, исходя из учета формы и размеров рудных тел, разделены на пять групп (Крейтер, 1961): 1) пластовые и пластообразные тела, занимающие стратиграфический горизонт (или к нему приуроченные), и россыпи; 2) очень крупные залежи, неправильные тела и минерализованные массивы штокверкового и гнездового распределения, залегающие в разных крепких породах; 3) жило- и линзообразные тела в разных породах; 4) трубчатые и ветвящиеся залежи небольшого масштаба; 5) мелкие гнезда, штокверки, линзы, карманы и трубки в разных породах.

Разработанные В. М. Крейтером принципы группировки месторождений по факторам, определяющим методику их разведки, были положены в основу большинства последующих группировок и учитывались во всех поколениях инструкций ГКЗ СССР по применению классификации запасов. Они нашли отражение и в последнем опубликованном варианте группировок месторождений различных полезных ископаемых для целей разведки (Методические рекомендации…, 2007).

Многими авторами отмечалось, что принятые группировки базируются на качественных признаках, исходя из опыта разведки и разработки объектов. Например, геологическое строение простое, сложное, очень сложное; распределение полезных компонентов равномерное, неравномерное, крайне неравномерное. Поэтому установление группы сложности месторождения, основанное только на качественных критериях, во многих случаях оказывается спорным.

Группировку месторождений (или отдельных тел) полезных ископаемых по сложности геологического строения, основывающуюся на исследовании изменчивости их основных свойств, предложили В. И. Бирюков и М. Н. Денисов (1985). При этом рекомендуется использовать количественные показатели (табл.). Подобный подход отражен в последних вариантах группировки месторождений, предлагаемых ГКЗ в подготовленных Методических рекомендациях (2007). Так, при группировке месторождений железных руд рекомендуется использовать количественные характеристики основных свойств оруденения (табл.). Однако следует отметить, что значения таблиц характеризуют наибольшую степень разведанности месторождения или их частей перед началом эксплуатации. С уменьшением детальности изучения числовые значения признаков могут изменяться: q уменьшается с уменьшением числа наблюдений на прерывистых объектах; K_ρ и V меняются непредсказуемо: то в сторону увеличения, то в сторону уменьшения. В этом проявляется слабость классификационных числовых признаков. Совершенствование подобных группировок должно основываться на учете особенностей отдельных видов минерального сырья; внедрении геофизических методов исследований, учитывающих контрастность физических свойств рудных тел и вмещающих пород (Шевелев, 2004). Помимо этого, разрабатываемые группировки месторождений должны способствовать рациональному проведению всего геологоразведочного процесса – от проектирования работ до их завершения. Первый тип группировок – морфологический, его следует использовать при проектировании и производстве ранних стадий разведочного процесса. Второй тип, содержащийся в Методических рекомендациях ГКЗ, позволяет относить объект к определенной группе и определять необходимое соотношение разных категорий подсчитываемых запасов с учетом критерия предпринимательского риска.

На практике используется группировка месторождений по сложности геологического строения, предусмотренная Классификацией запасов…(2007). Согласно этому документу необходимая и достаточная степень разведанности запасов твердых полезных ископаемых определяется в зависимости от сложности геологического строения месторождений. По данному признаку месторождения подразделяются на следующие группы.

1-я группа. Месторождения (участки недр) простого геологического строения с крупными и весьма крупными, реже средними по размерам телами полезных ископаемых с ненарушенным или слабо нарушенным залеганием. Характеризуются устойчивой мощностью и внутренним строением, выдержанным качеством полезного ископаемого, равномерным распределением основных ценных компонентов. В процессе разведки возможно выделение запасов категорий *A, B,* C_1 и C_2. Примеры месторождений:

Джезказганское и Коунрадское меднорудные; Талнахское медно-никелевое; Никопольское и Чиатурское марганцевых руд; Лисаковское и Аятское железорудные и др.

2-я группа. Месторождения (участки недр) сложного геологического строения с крупными и средними по размерам телами с нарушенным залеганием, неустойчивыми мощностью и внутренним строением, либо невыдержанным качеством полезного ископаемого и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Ко 2-ой группе также относятся месторождения углей, ископаемых солей и других полезных ископаемых простого геологического строения, но со сложными горно-геологическими условиями разработки. В процессе разведки возможно выделение запасов категорий *B, C_1* и C_2. Примеры месторождений: Гайское, Сибайское, Учалинское меднорудные; Кальинское и Черемуховское бокситов; Гусевогорское и Качканарское титано-магнетитовых руд и др.

3-я группа. Месторождения (участки недр) очень сложного строения со средними и мелкими по размерам телами полезного ископаемого с интенсивно нарушенным залеганием, изменчивыми мощностью и внутренним строением, невыдержанным качеством и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Запасы разведуются по категориям C_1 и C_2. Примеры месторождений: Красногвардейское, Октябрьское, Тарньерское медных руд; Мугайское, Аятское бокситов; Садовское, Рубцовское свинцово-цинковых руд; Удерейское сурьмяное; большинство золоторудных месторождений.

4-я группа. Месторождения (участки недр) с мелкими, средними по размерам телами с чрезвычайно нарушенным залеганием и резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения, крайне неравномерным качеством полезного ископаемого, прерывистым гнездовым распределением основных ценных компонентов. Запасы разведуются преимущественно по категории C_2. Примеры: месторождения пьезооптического кварца, оптического кальцита; камнесамоцветного сырья; Ховуаксинское кобальтовое; Актайское ртутное; Шахтаминское молибденовых руд, Чорух-Дайронское вольфрамовых руд и др.

Согласно утвержденной Классификации (2007) регламентированное соотношение запасов разных категорий на разведанных месторождениях полезных ископаемых в настоящее время не требуется: это соотношение определяет владелец лицензий самостоятельно с учетом планируемого предпринимательского риска.

По степени изученности месторождения подразделяются на разведанные и оцененные.

К разведанным относятся месторождения (участки недр), запасы которых, качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования их вовлечения в промышленное освоение в установленном порядке. Разведанные месторождения по степени изученности должны удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивается возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения;
- вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучены с детальностью, достаточной для проектирования

рациональной технологии их переработки с комплексным извлечением полезных компонентов (имеющих промышленное значение) и определения направления использования отходов производства или оптимального варианта их складирования или захоронения;

- запасы других совместно залегающих полезных ископаемых (породы вскрыши, подземные воды, отнесенные на основании кондиций к балансовым), изучены и оценены в степени, достаточной для определения их количества и возможных направлений использования;
- гидрогеологические и инженерно-геологические, горно-геологические и другие природные условия изучены с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных, необходимых для составления проекта разработки месторождения с учетом требований природоохранного законодательства и безопасности горных работ;
- достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого, качестве и количестве запасов подтверждены на представительных для месторождения участках детализации;
- подсчетные параметры кондиций установлены на основании ТЭР, позволяющих определить масштаб и промышленную значимость месторождения с необходимой степенью достоверности;
- рассмотрено возможное влияние разработки месторождения на окружающую среду; даны рекомендации по снижению прогнозируемого уровня отрицательных экологических последствий.

К оцененным относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горнотехнические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки и разработки. По степени изученности они должны удовлетворять следующим требованиям:
- обеспечивается возможность квалификации всех или большей части запасов по категории C_2;
- вещественный состав и технологические свойства полезного ископаемого оценены с полнотой, необходимой для выбора принципиальной технологической схемы переработки, обеспечивающей рациональное и комплексное использование полезного ископаемого;
- гидрогеологические, инженерно-геологические и другие природные условия изучены с полнотой, позволяющей предварительно охарактеризовать их основные показатели;
- достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии тел полезного ископаемого подтверждена на участках детализации; подсчетные параметры кондиций установлены на основании укрупненных ТЭР или приняты по аналогии с месторождениями, находящимися в сходных горно-геологических условиях;
- оценено возможное влияние отработки месторождения на окружающую среду.

НЕОДНОРОДНОСТЬ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ НЕДР, ИЗМЕНЧИВОСТЬ СВОЙСТВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И СПОСОБЫ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ

Исследование неоднородности скоплений полезных ископаемых

При изучении минерализованных участков недр как объектов разведки используется *концепция относительной элементарности.* В соответствие с этой концепцией объект исследования рассматривается в качестве сложной системы, состоящей из множества условно неделимых элементов и объединенных между собой совокупностью условно неделимых связей (Каждан, 1979). Выяснение взаимосвязи и пространственных взаимоотношений элементов неоднородности системы обеспечивает понимание ее структуры.

В изучаемой системе каждый элемент представляет условно неделимую структурную единицу. Однако абсолютно неделимых структурных элементов в действительности нет. Концепция относительной элементарности приводит к представлению о строении материального мира, в том числе, геологических объектов, как об иерархии структурных уровней материи с наличием множества дискретных, условно неделимых структурных единиц в пределах каждого из них.

При детализации наблюдений выявляется неоднородность ранее выделенных условно неделимых структурных элементов и появляется возможность расчленения их на более мелкие единицы. Они характеризуют неоднородность изучаемого объекта уже на более детальном структурном уровне.

При решении геологоразведочных проблем задача сводится к изучению неоднородности природных скоплений полезных ископаемых, их структуры и анизотропии строения как основы для выяснения *изменчивости важнейших свойств полезного ископаемого в недрах.* Познание изменчивости геологических, технологических и горнотехнических свойств определяет обоснование методики разведочных работ, влияет на их последовательность, геолого-экономическую оценку месторождений, эффективность технологии разработки и переработки минерального сырья.

А. Б. Каждан (1974) предлагает при изучении рудоносных территорий выделять шесть последовательных структурных уровней строения минерализованных недр:
- минерализованной зоны (толщи);
- тела полезного ископаемого;
- морфологически обособленного участка тела полезного ископаемого;
- локального обособления участка тела полезного ископаемого (рудного гнезда);
- минерального агрегата;
- минерального зерна или кристалла полезного минерала.

На рис. 7 показана модель одного из флюоритовых месторождений, где отражены разные природно-структурные уровни проявленной минерализации (Каждан, 1977).

Позднее при рассмотрении вопроса о *системном подходе к изучению недр* А. Б. Каждан (1984) предложил задействовать в практике прогнозно-металлогенических исследований развернутую иерархию структурных уровней минерализованных участков недр, включающую большее количество структурно-однородных единиц (от региональных к локальным). Эта систематика призвана обеспечить возможность создания геологических моделей развития рудообразующих процессов при любых масштабах исследования территорий. Выделены следующие уровни строения:
- металлогеническая провинция;

- металлогеническая область;
- рудный район;
- рудный узел;
- рудное поле;
- месторождение полезного ископаемого;
- продуктивная (минерализованная) зона (толща) полезного ископаемого;
- продуктивная залежь (тело) полезного ископаемого;
- морфологически обособленный участок (блок) залежи полезного ископаемого;
- локальное скопление полезного ископаемого (объем селекции или добычи);
- минеральный агрегат, состоящий из зерен полезного минерала;
- зерно, кристалл или обломок полезного минерала.

Отмечено, что количество выделяемых в процессе разведки последовательных уровней может быть изменено в зависимости от целей и задач исследований и от совокупности изучаемых свойств полезного ископаемого.

При обосновании шага опробования, размеров отбираемых проб и расстояний между пунктами наблюдений определяющее значение приобретает исследование соотношений линейных элементов неоднородности (Каждан, 1977; Четвериков, 1984; Шевелев, 2004). Смысл этого утверждения заключается в том, что строение одного и того же природного скопления полезного ископаемого может быть оценено как *однородное* при достаточно больших размерах проб и как *неоднородное* при размерах проб, уменьшенных до определенного предела (рис. 8). При изучении штокверка «длинными» пробами строение штокверка представляется как однородное. Если же уменьшить длину пробы, то строение штокверка следует признать неоднородным.

Учитывая соотношение размеров элементов неоднородности и линейных размеров проб предлагается выделять *три типа неоднородности:*
- неоднородность высшего порядка – линейные размеры элементов неоднородности во много раз меньше линейных размеров проб, а общее их число в каждой пробе очень велико;
- эффективную неоднородность – линейные размеры элементов неоднородности примерно на порядок меньше линейных размеров проб, а их число в объеме пробы сравнительно невелико (последние десятки – первые сотни);
- неоднородность низкого порядка – линейные размеры элементов неоднородности превосходят размеры проб.

Изменчивость свойств полезных ископаемых

Неоднородность природных скоплений полезных ископаемых проявляется в *изменчивости их свойств.* Под изменчивостью понимается непостоянство значений признаков в разных точках пространства. На основе количественных характеристик изменчивости свойств полезных ископаемых решаются основные методические вопросы поисков, разведки, опробования и геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых (Каждан, 1977, 1984). Если бы изменчивость себя не проявляла, то одно единственное наблюдение в любой точке (например, разведочное пересечение) давало бы полное и точное представление обо всем изученном объекте.

При дискретной сети наблюдений геологическая неоднородность низшего порядка проявляется как случайная, так и как неслучайная пространственная изменчивость изучаемого свойства, но чаще всего – как сумма обеих составляющих изменчивости.

Для *случайной изменчивости* характерна независимость друг от друга значений признака, наблюдаемого в разных точках залежи (в том числе и смежных). Они не зависят от расстояния между пунктами наблюдений и имеют по всем направлениям характер случайных беспорядочных колебаний (рис. 9 б). Случайная изменчивость может быть количественно охарактеризована методами вариационной статистики случайных величин.

Под неслучайной изменчивостью (закономерной) понимают характеристику закономерностей пространственного размещения изучаемого свойства в некотором объеме недр. Определяющим свойством неслучайной изменчивости является наличие плавных колебаний значений признаки и постоянство знака приращения на протяжении изучаемого отрезка недр. Поскольку закономерная изменчивость связана с пространственным положением пунктов наблюдения, то её называют *координированной* (рис. 9а).

В реальных условиях всегда наблюдается сочетание случайной и закономерной изменчивости в разных пропорциях. В зависимости от их сочетаний предложено выделять три градации изменчивости (Поротов, 2004): простая – преобладает закономерная изменчивость на фоне случайных колебаний; сложная – закономерная и случайная изменчивость присутствуют приблизительно в равных отношениях; весьма сложная – преобладает случайная изменчивость, а закономерная составляющая проявлена лишь в виде тенденции. Составляющая случайной изменчивости оказывает непосредственное влияние на статистическую оценку средних характеристик изучаемого свойства, определяя число наблюдений, необходимое для достижения желаемой достоверности средних оценок. Однако в практике разведки в первую очередь геологов интересует пространственная изменчивость важнейших свойств, которая может быть выражена только ее неслучайной составляющей. Неслучайная изменчивость позволяет оценить характер *анизотропии свойств* полезного ископаемого и выдержанность его строения по разным направлениям в пространстве. Направление, по которому устанавливается максимальная или минимальная скорость изменения изучаемых свойств, носит название *оси анизотропии.*

Анизотропия проявляется в результате упорядоченности пространственного размещения геолого-структурных элементов – зерен, минералов, минеральных агрегатов, располагающихся по слоистости, сланцеватости, зон трещиноватости и т. д. Характеристика анизотропии служит основой для ориентировки сети наблюдений и выбора расстояний между смежными точками по каждому из наблюдаемых направлений.

Мерой анизотропии I служит отношение среднего числа n элементов неоднородности, пересекаемых линиями, проведенными в заданном направлении, к длинам этих линий l в пределах изучаемого объема полезного ископаемого: $I = n / l$ (Каждан, 1984). Наиболее широко распространены скопления полезных ископаемых, имеющих три взаимно ортогональных направления анизотропии: жилы, россыпи, многие пластовые и пластообразные тела и залежи. В них направление максимальной изменчивости свойств совпадает с направлением мощности, а направление минимальной изменчивости – с их

вытянутостью. Промежуточное по значению направление изменчивости совпадает с шириной залежей.

Реже встречаются трубообразные и изометричные линзообразные скопления полезных ископаемых, имеющих два направления анизотропии. В них выделяется круговое сечение, перпендикулярное к длинной или к короткой оси. В плоскости кругового сечения изучаемые свойства близки к изотропным. Второе направление анизотропии совпадает с направлением оси.

Примерами изотропных скоплений полезных ископаемых являются изометрические штокверки цветных и редких металлов.

Таким образом, анизотропия и неоднородность строения природных объектов тесно взаимосвязаны и представляют собой разные формы проявления структуры изучаемых геологических образований. В то же время анизотропия любого порядка может быть выявлена в том случае, если совокупность элементов, создающих анизотропию, укладывается в размеры пробы. Большое значение имеет также учет пространственного расположения пунктов наблюдений. Чем выше природная неоднородность строения и изменчивость полезных ископаемых, тем более локальной должна быть система наблюдений при их разведке и более значительными размеры или объем отбираемых проб.

Природная изменчивость свойств полезных ископаемых представляет явление сложного и многопланового характера. Задача полного количественного описания ее практически не выполнима. Поэтому следует отличать понятие *природной изменчивости* свойств полезных ископаемых от понятия их *наблюдаемой изменчивости* по результатам геологоразведочных работ (Каждан, 1984).

Завершая обзор подходов к изучению изменчивости, приведем высказывание (Шевелев, 2004): «Как бы детально и технически качественно не производилась разведка, создаваемая на ее основе эмпирическая модель разведуемых объектов недр, является приближенным отражением действительности. Если методика разведки выбрана несоответствующей особенностям разведуемого объекта, то никакими формальными приемами и способами последующего анализа и обработки (включая применение математики и ЭВМ) нельзя исправить или уменьшить возникающие ошибки».

Способы изучения изменчивости

Способы анализа выявленной изменчивости разнообразны. Их условно можно объединить в две группы – геологические и математические. В основе каждой группы лежит выбранный тип моделей, используемых для отображения изменчивости параметров объекта.

Геологические способы.

Для отражения геологических представлений изучаемых объектов и наблюдаемых признаков используют разные виды графических (геометрических) моделей (Каждан, 1974, 1984; Поротов, 2004). Эти модели являются плоскостными графическими материалами или объемно-макетными (скульптурного, рельефного, скелетного и др. типов). Примерами плоскостных моделей являются планы в изолиниях (мощности, содержаний, метропроцентов и др.), гипсометрические и погоризонтальные планы, разного вида графики по направлениям, проекции рудных скоплений на вертикальные или

горизонтальные плоскости и т. д. На графических материалах отображаются степень, характер и структура изменчивости параметров месторождения или их совокупность по определенным сочетаниям, площадям. Надежная геологическая обоснованность и наглядность моделей делают их незаменимыми при изучении и прогнозировании изменчивости геологических объектов. Они остаются ведущим способом обоснования системы разведки месторождений. Одной из разновидностей графических моделей являются блок-диаграммы, обеспечивающие наглядное пространственное представление о геологическом строении рудных полей, месторождений, участков (рис. 10).

Геологическое моделирование представляет сложную творческую задачу, допускающую порой несколько разных решений (Поротов, 2004). Причины этого – сложность геологических процессов, которые чаще всего остаются не познанными; дискретность сети наблюдений. Изученные объемы руд и горных пород малы по сравнению с объектами, на которые распространяются результаты наблюдений. Поэтому неизбежно возникают проблемы разработки более достоверных геологических моделей.

Графические модели обеспечивают лишь качественную оценку условий залегания, формы, строения природных скоплений полезных ископаемых и отражают упрощенное представление о характере и пространственной изменчивости свойств. Поэтому математическое обоснование геологических моделей, математический анализ изменчивости геолого-промышленных параметров выбранной модели становится необходимым. Приступить к математическому моделированию можно только создав удовлетворительную геологическую модель объекта. Геологическая модель должна отражать разделение объекта на блоки с разными типами изменчивости, тектонические смещения рудных тел, первичную и вторичную зональность и иные особенности. Игнорирование этих признаков объекта делает последующую математическую оценку изменчивости не корректной.

Математические способы

Математические методы, применяемые для изучения и прогноза изменчивости параметров геологических объектов, многочисленны и разнообразны. Задачей настоящего обзора является: дать общее представление об основных направлениях математического моделирования в рамках рассматриваемой проблемы; кратко охарактеризовать наиболее распространенные математические способы изучения изменчивости; указать области их применения и практическую значимость получаемых результатов (Поротов, 2004).

Вопросы математического моделирования широко освещены в многочисленных научных публикациях и учебной литературе. Эта информация отражена в учебниках и учебных пособиях (Каждан, 1974, 1984, 1990; Погребицкий и др., 1977; Поротов, 2004; Волков, 2006 др.). Более подробно проблемы изучения изменчивости параметров месторождений рассматриваются в специальных дисциплинах: «Математические методы моделирования в геологии», «Геометризация и анализ геологических полей», «Основы компьютерных технологий решения геологических задач».

Считается, что геологические объекты относятся к «плохо организованным природным системам». Они не поддаются точному количественному описанию и, как правило, взаимосвязь между их параметрами не может быть выражена строгими законами.

Приходится создавать модель, дающую лишь приближенное представление о строении объекта и протекавших в объеме залежей рудообразующих процессах. Чем более точные представления будут получены исследователями об изучаемом объекте, тем объективнее будет подобрана соответствующая его особенностям цифровая модель, более надежные и представительные результаты получены при анализе материалов.

На базе геологических моделей созданы разные математические модели. Кратко охарактеризуем лишь некоторых из них:

- статистическая модель;
- геостатистическая модель;
- модели на основе случайной функции;
- разностные модели;
- геометро-статистическая модель.

Статистические модели. Их использование целесообразно, если в наблюдаемой изменчивости признака практически отсутствует закономерная составляющая и, следовательно, геометризация признака в изучаемом объеме недр практически невозможна.

Применение одномерной статистической модели основано на предположении о независимости значений изучаемого признака. В общем случае можно лишь считать, что чем выше степень изменчивости признака, тем полученные результаты ближе к статистической совокупности. Опыт показывает, что формулы математической статистики дают достаточно достоверные результаты при изучении изменчивости месторождений золота, платины, алмазов, редких и отчасти цветных металлов, мусковита и др., но оказываются ненадежными при оценке изменчивости залежей многих осадочных полезных ископаемых.

В практике разведочных работ одномерные статистические модели используются, главным образом, для численной оценки степени изменчивости геолого-промышленных параметров тел полезных ископаемых и месторождений, а также оценки точности полученных результатов. Важнейшими характеристиками таких моделей являются среднее значение изучаемого параметра $x_{ср}$, дисперсия s^2, среднеквадратичное отклонение s и коэффициент вариации V.

Поскольку у реальных геологических объектов обычно проявлено сочетание случайной и закономерной составляющих изменчивости, статистические модели, считающие все изменения случайными, показывают завышенную оценку. Во избежание этого необходимо выделять и исключать закономерную составляющую и рассчитывать коэффициент вариации только по данным выделенной случайной составляющей изменчивости.

При разведке месторождений выборки чаще всего характеризуются небольшими объемами. Поэтому оценку среднего значения оцениваемого параметра можно рассматривать как случайную величину, не соответствующую математическому ожиданию. Последнее и представляет собой истинное среднее значение этого параметра для генеральной совокупности – геологического объекта в целом. Поэтому одной из решаемых задач является выбор лучшего способа вычисления этой оценки и определение степени ее точности.

Статистические оценки могут быть точечными (выражены определенным числом) и интервальными (указывается интервал значений, в пределах которого находится истинное значение величины при заданной вероятности этого события) (Каждан, 1984).

При сравнении изменчивости параметров разной размерности наряду с абсолютной используют относительную величину (коэффициент вариации), обычно выражаемую в процентах:

$$V = (\frac{\sigma}{x_{\text{ср}}}) \cdot 100$$

Использование коэффициента вариации при оценке изменчивости имеет смысл в тех случаях, когда необходимо рассчитать средние значения геолого-промышленных параметров и погрешности их определения. Поэтому статистическая модель обычно применяется для изучения изменчивости содержания компонентов в рудах и мощностей тел полезных ископаемых, но она не эффективна при анализе условий залегания этих тел, их внутреннего строения и изменчивости качества нерудных полезных ископаемых (известняк, доломит, гипс и др.).

Геостатистическая модель. Предложена Ж. Матероном (Матерон, 1968) в шестидесятых годах прошлого столетия. Основана на предположении, что результаты наблюдений зависят от расположения пунктов наблюдений. При смещении начального пункта наблюдений результаты измерений меняются. По этой причине их рассматривают как случайные величины. При этом средний квадрат разности измеренных значений зависит только от расстояния между пунктами наблюдений.

Основной инструмент геостатистики – вариограмма – используется для анализа и описания пространственной корреляционной структуры между произвольно размещенными реальными данными наблюдений. Вариограмма измеряет степень корреляционной связи между пробами в пространстве. Она обычно характеризуется 3-мя главными параметрами (рис. 11).

- *Эффект самородка* – это случайная составляющая дисперсии проб, которая показывает насколько велико различие содержаний в очень близко расположенных образцах. Величина эффекта самородка зависит от сети опробования месторождения и степени ее изменчивости. Название этого параметра введено при оценке месторождений золота, где часто встречаются непредсказуемые «ураганные» содержания металла.
- *Порог вариограммы* – это величина дисперсии проб. Когда вариограмма достигает порога, она часто выполаживается и больше не растет.
- *Зона влияния* – это максимальное расстояние, на котором между пробами еще существует корреляция. На меньших расстояниях (с определенной долей вероятности) можно предсказать содержание в точке массива по данным опробования, а на больших дистанциях – не имеем права. Вариограмма достигает порога на расстоянии, равном зоне влияния. На графике – это расстояние по оси абсцисс от начала координат до точки пересечения теоретической вариограммы с линий порога.

Вариограмма рассчитывается как сумма квадратов разности содержаний между пробами, отстоящими друг от друга на расстоянии h, отнесенная к удвоенному числу пар проб. Функция экспериментальной вариограммы имеет следующий вид:

$$\gamma(h) = \frac{\sum\left(C_i - C_{(i+h)}\right)^2}{2N},$$

где C_i – содержание элемента в точке i,

$C_{(i+h)}$ – содержание элемента в точке, отстоящей на расстояние h от «i» пробы.

Анализ вариограмм необходим для изучения пространственной неоднородности минерализации и расчета исходных параметров для оценки содержаний с помощью кригинга. Выполнение подобных исследований оправдано в тех случаях, когда предполагается наличие на месторождении жильных тел или рудных зон, прослеженных на значительные расстояния, а также если месторождение характеризуется рассеянной минерализацией с неопределенным типом анизотропии. В прикладном плане знание параметров пространственной изменчивости рудной минерализации дает возможность существенно сэкономить средства на разведочные работы, так как наличие вариограмм позволяет уверенно рассчитывать уровень содержаний между буровыми скважинами без дополнительного сгущения буровой сети, а также обосновывать оптимальную густоту разведочной сети. Выявленные закономерности распределения полезных компонентов в пространстве позволяют более надежно интерполировать значения содержаний, оценивать достоверность запасов.

Расстояние, на котором достигается порог (зона влияния), может меняться в зависимости от направления, вдоль которого оценивалась вариограмма. Например, в случае пластовой залежи изменчивость содержаний по простиранию пласта будет меньше, нежели вкрест простирания. Этот феномен называется геометрической (или дирекционной) анизотропией минерализации (Поротов, 2004). В случае если в разных направлениях вариограммы имеют разный порог, анизотропия называется зональной.

При моделировании вариограммы необходимо выбрать соответствующий тип модели. Существуют следующие основные типы вариограммы: линейная, общая линейная (линейные графики), сферическая, экспоненциальная, гауссова, с дырочным эффектом (криволинейные графики). Чаще всего используют сферическую или экспоненциальную модели (рис. 12).

Исследование пространственной изменчивости содержаний полезного компонента с помощью геостатистической модели проведено на одном из золоторудных месторождений Казахстана. Работа выполнена студентом-дипломником М. А. Дресвянниковым (2017). При обобщении материала за основу взята концепция, что традиционными рудоконтролирующими для золотого оруденения считаются структуры северо-восточного направления. Поэтому все первичные геохимические ореолы привязывались к ним, в том числе и ореолы золота.

Для анализа пространственного распределения золота с помощью программы LeapFrogGeo построены 3D модели, отражающие пространственное распределение содержаний золота. В результате на месторождении выделено 6 зон по преобладающему направлению простирания минерализованных зон (рис. 13).

По каждой выделенной зоне рассчитывались экспериментальные вариограммы. Для более наглядного представления построены поверхности вариограмм, представляющие собой розы-диаграммы, на которых в зависимости от направления и расстояния вынесены

значения функции вариограммы (γ). На рис.14-16 интенсивность закраски отражает изменение значений дисперсии, приведенные к шкале; стрелками показаны направления минимальной изменчивости золота. В первой зоне (рис. 13) северо-восточное направление минимальной изменчивости соответствует вытянутости рудоносной зоны. Зона 2, находящаяся в центральной части месторождения, уже имеет изотропное строение (рис. 15), которое может быть объяснено пересечением двух преобладающих на месторождении направлений распространения золоторудной минерализации (северо-западного и северо-восточного). В третьей зоне (рис. 16) направление изменчивости изменяется на противоположное, характерное для дисперсии первого участка. В целом, горизонтальные вариограммы подтверждают данные, полученные при моделировании рудной зоны. Зоны 1, 4 и 5 имеют минимальные значения дисперсии в северо-восточном направлении, зоны 3 и 6 – северо-западное, 2-ая зона – изотропна по значениям изменчивости.

Выявление в результате геостатистического моделирования «нового» структурного направления (северо-западного) (рис. 16) позволило запроектировать золотодобывающей компании в этой зоне продолжение геологоразведочных работ (в рамках доразведки северо-западного фланга месторождения).

Модели на основе случайных функций могут быть использованы для количественного описания изменчивости признака (пространственной переменной) в зависимости от местоположения пунктов наблюдений. В основе модели лежит гипотеза, что значение признака является случайной функцией координат.

$$\varphi(x) = m(x) + \delta(x).$$

Случайная функция состоит из двух частей: закономерной $m(x)$ и случайной $\delta(x)$ составляющих (рис. 17).

Закономерную часть называют математическим ожиданием случайной функции. Значения случайной функции, получаемые в результате эксперимента и заранее неизвестные, называются ее реализацией. Основными характеристиками случайной функции $j(x)$ являются ее математическое ожидание, дисперсия случайной составляющей, автоковариационная и автокорреляционная функции.

Математическое ожидание $m(x)$ представляет собой наиболее вероятное значение случайной функции в точках x. Дисперсия случайной составляющей D выражается формулой:

$$D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\delta(x_i)$$

Автоковариационная функция $K(h)$ представляет собой среднее произведение соседних отклонений на расстоянии h:

$$K(h) = \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}[\delta(x_i + h)\delta(x_i)]^2 ,$$

где n – количество наблюдений; m – количество пар соседних отклонений.

Автокорреляционная функция $r(h)$ представляет собой отношение автоковариационной функции к дисперсии:

$$r(h) = K(h)/D.$$

Сложность применения случайных функций состоит в том, что результаты геологических наблюдений представляют собой, как правило, лишь одну ее реализацию. Характеристики случайной функции можно найти либо тогда, когда она является стационарной и эргодичной, либо при введении дополнительных гипотез.

Стационарной называют случайную функцию, у которой характеристики не меняются при сдвиге сети наблюдений. Она имеет постоянные математическое ожидание и дисперсию, а корреляционная функция ее зависит лишь от расстояния h между соседними пунктами наблюдения, т. е. по существу является функцией одного аргумента. *Эргодичной* именуют стационарную случайную функцию, одна реализация которой на большом интервале эквивалентна большому числу реализаций на малом интервале.

Модель на основе стационарной случайной функции предполагает, что математическое ожидание – величина постоянная, т. е. закономерные изменения признака в пространстве отсутствуют. Тогда математическое ожидание (оценка математического ожидания) равно среднему значению признака: $m(x) = j_{ср}$, а случайные отклонения находят по формуле $d(x) = j(x) – j_{ср}$. Дисперсия, автоковариационная и автокорреляционная функции вычисляются по формулам, приведенным выше.

Из перечисленных характеристик наибольший интерес представляет *автокорреляционная функция* $r(h)$, которая показывает степень связи соседних значений признака в зависимости от шага наблюдений h. При $h = 0$ корреляционная функция $r = 1$; с увеличением шага наблюдений значение r убывает и стремится к нулю. Предельный шаг наблюдений, при котором коэффициент автокорреляции становится неотличимым от нуля, называется радиусом автокорреляции R. Он соответствует максимальному расстоянию, на котором еще обнаруживается взаимосвязь соседних наблюдений (рис. 18).

На практике автокорреляционная функция вычисляется по дискретным данным и изображается ломаной линией. За радиус автокорреляции обычно принимают тот шаг, при котором линия автокорреляции первый раз пересекает линию абсцисс.

Автокорреляционная функция зависит от направлений изучения изменчивости параметров и поэтому дает представление об анизотропии залежей. Чем больше радиус автокорреляции в заданном направлении, тем медленнее меняется значение параметра и меньше его изменчивость. Если значение радиуса автокорреляции одинаково по всем направлениям, то геологический объект является изотропным.

Радиус автокорреляции характеризует средний размер области влияния одного наблюдения, что используется при обосновании плотности разведочной сети. Для надежного установления поведения параметра между пунктами наблюдений необходимо, чтобы расстояние между ними не превышало двух радиусов, т. е. области влияния соседних наблюдений перекрывались.

Отметим, что характеристики стационарной случайной функции отражают достоверную картину лишь при отсутствии периодичности в изменении признаков. Они должны быть согласованы с периодами, сопоставимыми с размерами изучаемого объекта. В противном случае (ритмичность разреза, периодичность появления рудных столбов или разрывных нарушений и т. д.) требуется выявление периодов и амплитуд периодической

изменчивости и вычитание ее из реализации случайной функции, чтобы значения параметра привести к стационарному виду.

Различия между геостатистической моделью и моделями типа случайных функций заключается в том, что предметом изучения геостатистики служит исследование расхождений между оцениваемой величиной Q и ее оценкой q. Сама пространственная переменная рассматривается как детерминированная функция, а вероятностный подход проявляется только при оценке расхождения $\varepsilon = Q - q$.

При использовании моделей типа случайных функций предметом исследования являются природные скопления полезных ископаемых и их свойства в недрах, а в качестве случайных величин рассматриваются не дисперсии оценок, а значения всех наблюдаемых свойств. В строении полезных ископаемых выявляются элементы их неоднородности, а характеристики изменчивости изучаемых свойств оцениваются не в заведомо заданных объемах недр, а на том структурном уровне, который выявляется принятой сетью наблюдений.

Разностные модели изменчивости основаны на изучении приращений значений признака между соседними точками наблюдения и имеют целью исключение влияния закономерной составляющей изменчивости для более правильной характеристики случайной изменчивости.

Модель со вторыми разностями впервые предложена Д. А. Казаковским (Казаковский, 1948) и нашла широкое практическое применение. Метод Д. А. Казаковского разработан для правильных квадратных сетей и позволяет оценивать изменчивость геолого-промышленных параметров, которые могут быть изображены в виде топографических поверхностей, главным образом для изучения изменчивости мощности тел полезных ископаемых. Сначала вычисляют первые разности значений признака по соседним точкам:

$$\Delta'_t = \varphi_{i+1} - \varphi_i$$

а затем находят вторые разности как приращения соседних первых разностей:

$$\Delta'_t = \Delta'_{i+1} - \Delta' = \varphi_{i+1} + \varphi_{i+2} \ .$$

Абсолютной мерой изменчивости является показатель сложности топографической поверхности μ_a, который представляет собой среднее значение абсолютной величины вторых разностей:

$$\mu_a = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} |\Delta_t^m| \ ,$$

где k – количество вторых разностей.

Относительная изменчивость признака оценивается с помощью показателя изменчивости m, который представляет собой выраженное в долях единицы отношение показателя сложности поверхности m к среднему значению изучаемого параметра $j_{ср}$.

Геометро-статистическая модель. Основоположником горно-геометрического моделирования является П. К. Соболевский. В основе созданной им модели лежит представление о функциональных связях наблюдаемых свойств с пространственными координатами. Позже его идеи нашли отражение в геометро-статистической модели, разработанной В. Ф. Мягковым (Мягков и др., 1986).

Частные значения характеристик реального поля в точках пространства неоднородны по своему составу. Они представляют собой алгебраическую сумму двух величин, называемых регулярной и случайной составляющими (компонентами) поля $U_i = f(x_i) + \delta_i$ (одномерный вариант), где *Ui* – значение переменной в *i*-той точке пространства с координатами x_i; $f(x_i)$ – значение регулярной (или закономерной) составляющей; δ_i – значение случайной составляющей (рис. 19).

Регулярной (или закономерной) составляющей поля называется детерминированная компонента, фиксирующая направленность изменения изучаемого свойства в пространстве геологического объекта. Например, закономерность выклинивания линзообразного рудного тела от центра к периферии залежи.

Случайной компонентной поля называется составляющая, обусловливающая флуктуацию ее значений относительно детерминированной переменной. Ее наличие определяется влиянием как геологических, так и технологических факторов. Например, флуктуация мощности относительно генеральной тенденции к выклиниванию линзовидного тела от центра к периферии в случае экзогенного месторождения обусловлена не только неровностями дна бассейна седиментации, но и погрешностями принятого способа измерений.

Количественное описание наблюдаемой изменчивости поля заключается в разделении ее на две составляющие, определении амплитуды каждой из них и уровней изменчивости. Закономерная изменчивость определяется построением аппроксимирующей функции, получаемой аппроксимацией исходных значений параметра, а случайная изменчивость оценивается среднеквадратичным отклонением исходных наблюдений от графика аппроксимирующей функции.

Построение начальной аппроксимирующей поле функции на каждом одномерном сечении осуществляется по данным регуляризации измерений в соответствии с формулой, выведенной при условии четырехкратного последовательного сглаживания по двум точкам (Мягков, 1984):

$$U_j = 0{,}0625\,(U_i + 4U_{i+1} + 6U_{i+2} + 4\,U_{i+3} + U_{i+4}),$$

где U_j – значение регулярной составляющей поля, U_i – частные значения, полученные в результате измерений или опробования по совокупности пространственно сближенных точек. При этом координаты x_j определяются либо по аналогичной приведенной зависимости (вместо U_i в формулу подставляются значения x_i), либо по упрощенной формуле:

$x_j = x_i + (j + 1) + \Delta x$, если шаг наблюдений принят в качестве постоянной величины ($j = i+2...$).

С помощью геометро-статистической модели можно выразить основные особенности пространственной изменчивости свойств геологических объектов, установить примерные числовые значения изучаемого свойства в любой точке исследуемого объекта, получить представление о его морфологии и внутреннем строении. В то же время геометро-статистические модели не обеспечивают объективную количественную оценку изменчивости изучаемых свойств. Если статистические методы не учитывают влияния

плавных, закономерных изменений, то методы геометризации игнорируют влияние многочисленных случайных отклонений по отдельным пунктам наблюдений.

Контрольные вопросы к теме 2

1. Перечислите и кратко охарактеризуйте факторы, определяющие промышленную значимость месторождений.
2. Как делятся месторождения по масштабу, качеству полезных ископаемых?
3. На что влияют глубина и условия залегания тел полезных ископаемых?
4. Зачем необходимо изучать инженерно-геологические и гидрогеологические условия месторождений?
5. Как можно подразделить месторождения по форме залежей? Как влияет форма рудных тел на разведку и разработку месторождений?
6. Какие факторы положены в основу группировки месторождений для целей разведки?
7. Какие группы месторождений фигурируют в Методических указаниях ГКЗ? Как их учитывают при разведке?
8. Неоднородность строения минерализованных недр. Как она учитывается при разведке?
9. Изменчивость свойств полезных ископаемых, виды ее проявления.
10. Какие геологические способы изучения изменчивости известны?
11. Какие математические способы исследования изменчивости используют в последнее время при разведке месторождений?
12. Какие основные характеристики фигурируют при использовании геостатистической модели изменчивости?

Тема 3
Методологические основы разведки недр

ПРИНЦИПЫ РАЗВЕДКИ НЕДР

Земные недра обычно недоступны для непосредственных наблюдений. Они познаются преимущественно выборочным методом по сети пространственно разобщенных искусственных или естественных обнажений (Каждан, 1984). При этом полнота и достоверность полученных представлений о строении и составе недр зависит от густоты сети наблюдений, характера и степени неоднородности изучаемых объектов, прерывистости изучаемых свойств. Это побудило исследователей (Крейтер В. М., Каждан А. Б., Четвериков Л. И. и др.) сформулировать принципы, определяющие методологические подходы к изучению и оценке недр.

Принцип последовательных приближений предусматривает необходимость соблюдения правила: «от общего к частному». Геологические исследования начинаются с выявления крупных потенциально рудоносных площадей и отбраковки заведомо неперспективных территорий. После этого целесообразно перейти к более детальному изучению потенциально рудоносных площадей с последовательной ее разбраковкой на перспективные и неперспективные участки. В рамках реализации принципа весь геологоразведочный процесс подразделяется на три этапа и пять стадий (см. главу 5). Предложенная стадийность отражает рациональную последовательность проведения геологоразведочных работ, когда изучение недр проводится с возрастающей детальностью. Сначала выделяются общие геологические закономерности, а затем исследуются детали строения. По мере накопления разведочных данных возрастает полнота и надежность оценки объекта. Появляется возможность пространственного обособления внутри ранее выделенных условно однородных элементов геологического строения ещё более мелких структурных элементов. Вследствие ограниченности выборочных данных для суждения о свойствах и степени изученности объекта необходимо привлечение дополнительной информации, которую можно получить по принципу аналогии.

Принцип аналогии основан на положении о том, что геологические структуры и заключенные в них полезные ископаемые формировались в близких условиях. Они обладают чертами сходства условий залегания, строения и состава. Именно это обстоятельство обеспечивает подобие свойств объекта-эталона и изучаемого объекта. Степень подобия минерализованных участков недр зависит от пространственной близости и масштабов сравниваемых объектов: чем меньше их размеры и меньше расстояния между ними, тем больше проявляется сходство.

На стадии разведки можно выделить два подхода при принятии решений по аналогии: а) внутриобъектная; б) межобъектная. *Первый подход* – параметры разведочной сети принимаются близкими к изученным (и даже уже освоенным) участкам недр. Подобный подход возможен при разведке (доразведке) глубоких горизонтов месторождения, его флангов. *Второй подход* – использование данных по другим детально изученным объектам, используется при обосновании параметров разведочной сети на вновь вовлекаемых в разведку месторождениях. Этот принцип, основанный на типизации

месторождений, изложен в «Методических указаниях…», подготовленных ГКЗ при МПР РФ для отдельных типов полезных ископаемых.

Принцип максимальной эффективности является объединяющим ранее сформулированные В. М. Крейтером принципы наименьших трудовых и материальных затрат и полноты исследования (Петруха, 2003). Сущность принципа заключается в том, что в каждый момент выполнения геологоразведочных работ затраты на получение дополнительной информации не должны превышать экономических потерь, вызванных возможными просчетами в работе будущего предприятия. Полнота информации, необходимой и достаточной для строительства горнодобывающего предприятия, определяет подготовленность месторождения для промышленного освоения. Эта информация должна обеспечить достоверную характеристику разведуемого месторождения.

Достижение полноты необходимой информации осложнено крайне ограниченным объемом получаемых геологоразведочных данных по сети редких разведочных пересечений. В то же время собранная информация должна быть достаточной для принятия проектных решений по разработке месторождения и переработке добываемого минерального сырья. Здесь работает известный в математической статистике метод изучения свойств объектов на основе ограниченной по объему выборки. На каждой последовательно сменяющейся стадии изучения объекта выборка становится более представительной. В то же время из-за ограниченности геологических наблюдений, их неполноты любое проектное решение по освоению месторождения сопровождается риском, обусловленным возможными просчетами из-за неполноты собранных данных. Задача разведки – минимизировать эти риски до экономически рациональных размеров. Это возможно за счет выборочной детализации сети наблюдений на отдельных локальных участках.

Принцип выборочной детализации заключается в том, что проведение геологоразведочных работ в пределах всего объекта изучения должно сочетаться с более детальными работами на отдельных его участках (Каждан, 1984). При этом необходимо определиться с позицией эталонного участка, определить оптимальную детальность наблюдений в его пределах. Эталоны-аналоги детализационных работ должны быть представительными по отношению ко всему изучаемому объему недр. Чем типичнее окажутся эти участки, тем полнее будут критерии подобия и меньше погрешности распространения эталонных данных на весь оцениваемый объем. Рассмотрим примеры.

Согласно «Методическим рекомендациям по применению классификации запасов… (2007)» детализационные работы на стадии оценочных работ должны предусматривать обоснование в пределах локальных участков запасов категории C_1. С учетом полученных данных на этих участках следует предусмотреть опытно-промышленную разработку (ОПР) минерального сырья. В условиях действующих горных предприятий в качестве эталонов-аналогов следует использовать уже отработанные участки месторождения.

СТАДИЙНОСТЬ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Изучение недр с целью выявления и промышленной оценки месторождений полезных ископаемых осуществляется последовательно по стадиям, по мере отбраковки неперспективных площадей и более детальном исследовании заслуживающих внимания объектов. Стадийность охватывает все виды геологоразведочных работ и отражает рациональный порядок последовательности их проведения (Положение…, 1999). Выделяется три этапа и пять стадий геологоразведочных работ (табл. 1). Составители «Положения…» отмечают, что границы между стадиями условны и определяются масштабами ведущихся работ. Информация, получаемая на каждой стадии, по полноте и достоверности должна быть достаточной для геологического и технико-экономического обоснования геологоразведочных работ последующей стадии, либо освоения и проектирования разработки месторождения. «Положение…» носит рекомендательный характер и устанавливает общие для всех видов полезных ископаемых требования к содержанию и результатам геологоразведочных работ для отдельных стадий.

Этап I. Работы общегеологического и минерагенического назначения

Стадия 1. Региональное геологическое изучение недр и прогнозирование полезных ископаемых

Производится с целью получения комплексной геологической информации, составляющей основу геологического изучения территории и оценки ее минерагенического потенциала. Призвано обеспечить выявление закономерностей формирования и размещения полезных ископаемых. Основным результатом регионального геологического изучения недр является моделирование и ранжирование по экономической значимости структурно-вещественных и минерагенических комплексов, локальный прогноз и начальная геолого-экономическая оценка потенциальных объектов минерального сырья. Основными видами работ являются площадные геологические, гидрогеологические, инженерно-геологические съемки, наземные и аэрогеофизические работы, широкий комплекс специализированных исследований: космоструктурные, геолого-минерагенические, геохимическое картирование и другие виды изучения недр. Площадные картографические работы проводятся в масштабах: 1:15000000 и мельче – сводное и обзорное; 1:1000000 (1:500000) – мелкомасштабное; 1:200000 (1:100000) – среднемасштабное; 1:50000 (1:25000) – крупномасштабное. Для развития минерально-сырьевой базы главное значение имеют средне-крупномасштабные виды картографирования. По результатам выполненных работ выявляются и оконтуриваются прогнозные площади (минерагенические зоны, рудные районы, узлы и поля) с оценкой прогнозных ресурсов по категориям P_3, P_2, (P_1).

Этап II. Поиски и оценка месторождений

Стадия 2. Поисковые работы

Объектами исследований являются рудные районы, узлы и поля или их части, выявленные в процессе предшествующей стадии регионального геологического изучения недр, по которым имеются оцененные прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_3. Работы могут производиться и на ранее опоискованных площадях, если это обусловлено изменением представлений о геологическом строении перспективных площадей, изменением

конъюнктуры минерального сырья, увеличением глубинности исследования недр. Поиски могут проводиться в разных масштабах (обычно в пределах 1:50000-1:10000). Включают комплекс геолого-минерагенических, геофизических, геохимических и других видов и методов исследований с проходкой поисковых скважин и поверхностных горных выработок. Для поисков скрытых и погребенных объектов используется глубокое бурение в сочетании со скважинными геофизическими исследованиями. Рациональный комплекс методов формируется на основе особенностей геологического строения объекта, ландшафтно-геохимических условий проведения работ, накопленного в отрасли опыта. По совокупности полученной информации, ее комплексной интерпретации выделяются перспективные аномалии, участки. Проверка природы аномалий, вскрытие, опробование и изучение проявлений полезных ископаемых осуществляется поверхностными горными выработками и поисковыми скважинами. В отобранных пробах определяются основные и попутные компоненты, а в необходимых случаях – технологические свойства руд. На выявленных проявлениях полезных ископаемых оцениваются прогнозные ресурсы категорий P_2 и P_1. На основе полученных данных выполняется геолого-экономическая оценка выявленных объектов по укрупненным показателям. Положительно оцененные проявления включаются в фонд объектов, рекомендуемых к постановке оценочных работ с выдачей соответствующих лицензий.

Стадия 3. Оценочные работы

Оценочные работы проводятся на выявленных и положительно оцененных проявлениях полезных ископаемых. Для оконтуривания площади, изучения геолого-структурных условий локализации оруденения проводится геологическая съемка в масштабе 1:25000-1:10000 и крупнее (для сложных и небольших объектов). Геологическая съемка сопровождается детальными минералого-петрографическими, геофизическими и геохимическими исследованиями, вскрытием и прослеживанием тел полезных ископаемых поверхностными горными выработками (канавы, шурфы, картировочные скважины). Все вскрытые выходы полезной минерализации подвергаются опробованию и анализу на основные и попутные компоненты.

Технологические свойства полезного ископаемого определяются по лабораторным пробам, а в необходимых случаях – по малым и большим технологическим пробам. По этим результатам намечается принципиальная схема переработки руд, обеспечивающая комплексное использование полезного ископаемого.

Во всех разведочных выработках осуществляется комплекс гидрогеологических, инженерно-геологических исследований, достаточных для обоснования вскрытия и разработки месторождения. Дается характеристика экологических условий производства добычных работ и оценка их влияния на природную среду.

Материалы, полученные при производстве оценочных работ, должны обеспечить оценку промышленного значения месторождения с подсчетом большей части запасов по категории C_2. По менее детально изученной части месторождения количественно оцениваются прогнозные ресурсы категории P_1. Достоверность данных о геологическом строении, условиям залегания и морфологии тел полезных ископаемых подтверждается на участках детализации с подсчетом разведанных запасов категории C_1.

В соответствии с рекомендациями, содержащимися в Методических рекомендациях по применению классификации запасов… (2007), на завершающем этапе оценки целесообразно выполнение на участках детализации отдельных месторождений специализированных работ – «Опытно промышленной разработки» (ОПР) в пределах локального объема минерализованных недр.

Геолого-экономическая оценка объектов осуществляется в процессе проведения работ и по их завершению. В начальный период оценочных работ проводится *оперативная геолого-экономическая оценка* прямым расчетом по укрупненным показателям. По результатам ее принимаются решения о целесообразности продолжения работ или их прекращении. После завершения стадии «Оценочные работы» разрабатываются *временные кондиции* и составляется технико-экономический доклад (ТЭД), в котором дается экономически обоснованная предварительная оценка промышленной ценности месторождения, определяющая целесообразность передачи объекта в разведку с последующим его освоением. *Месторождения,* получившие положительную экономическую оценку на оценочной стадии, *называются оцененными*.

Отчет с результатами подсчета запасов, включая обоснование «временных» кондиций и ТЭД, представляются на государственную геологическую, экономическую и экологическую экспертизу. Заключение экспертизы является основанием для постановки запасов на государственный учет.

Этап III. Разведка и освоение месторождения

Стадия 4. Разведка месторождений

Объектом разведки является закрепленная лицензией в виде горного отвода часть недр, включающая полностью или частично месторождение полезного ископаемого. Разведочные работы осуществляются с целью получения информации для проектирования строительства горнодобывающего предприятия. В «Положении…(1999)» отмечается, что в *процессе освоения месторождения* с целью расширения и укрепления минерально-сырьевой базы действующего или реконструированного горного предприятия возможно проведение *доразведки месторождения.* Эти работы предусматривают в каждом отдельном случае решение конкретных геологических задач. Например, дополнительное изучение флангов или глубоких горизонтов месторождения, уточнение технологических свойств полезного ископаемого и т. д.

При разведке завершается изучение строения месторождения с поверхности с составлением геологической карты на инструментальной основе. В зависимости от размеров, сложности геологического строения, изменчивости тел полезных ископаемых съемка проводится в масштабе 1:10000-1:1000 с применением геохимических, геофизических методов, проходкой горных выработок (канавы, шурфы, траншеи), мелких скважин. Все выходы полезных ископаемых прослеживаются, опробуются с детальностью, позволяющей выявить форму, строение, условия залегания, интенсивность и глубину проявления зоны окисления.

Разведка на глубину проводится скважинами до горизонтов, разработка которых экономически целесообразна. Месторождения сложного строения разведываются скважинами в сочетании с подземными горными выработками. Расположение горных

выработок (в случае отработки объекта подземным способом) должно обеспечить максимально возможное их дальнейшее использование при эксплуатации.

Последовательность и объемы разведочных работ, соотношение горных и буровых выработок, форма и плотность разведочной сети, методы и способы отбора проб (рядовых, групповых, технологических) определяются, исходя из геологических особенностей разведуемого месторождения. Вещественный состав и технологические свойства промышленных типов и сортов полезного ископаемого изучаются с детальностью, достаточной для проектирования рациональной технологии их переработки.

Гидрогеологические, инженерно-геологические, горно-геологические условия изучаются с детальностью, обеспечивающей получение исходных данных для составления проекта разработки месторождения. В процессе разведки дается оценка возможных источников питьевого и технического водоснабжения, проводятся работы по выявлению местных строительных материалов, разрабатываются схемы размещения объектов промышленного и гражданского назначения, обеспечиваются природоохранные мероприятия.

Разведка завершается разработкой технико-экономического обоснования (ТЭО) *постоянных разведочных кондиций*. Производится подсчет запасов основных и попутных компонентов по категориям в соответствии с группой месторождений по сложности строения, дается детальная экономическая оценка промышленной ценности месторождения. Пространственное размещение запасов, их соотношение по категориям устанавливается недропользователем. По завершению работ *месторождение называется разведанным.*

Материалы подсчета запасов, результаты ТЭО и обоснование постоянных разведочных кондиций подлежат государственной экспертизе (геологической, экономической, экологической).

Стадия 5. Эксплуатационная разведка

Эксплуатационная разведка проводится регулярно на эксплуатируемых месторождениях с целью получения достоверных данных для безопасного ведения работ, оперативного планирования добычи, обеспечения наиболее полного извлечения из недр полезных ископаемых. Объектами изучения и оценки являются эксплуатационные этажи, блоки, уступы. Основными задачами при этом являются: уточнение контуров, вещественного состава, внутреннего строения тел полезного ископаемого, количества запасов по технологическим типам и сорта руд (с их геометризацией), уточнение гидрогеологических, горнотехнических и инженерно-геологических условий отработки по отдельным горизонтам, блокам и т. д. Подсчитываются запасы подготовленных к отработке блоков, запасы готовые к выемке.

Для обеспечения рационального использования недр ведется учет потерь и разубоживания полезного ископаемого. Определяются показатели извлечения количества полезного ископаемого и изменения его качества.

В процессе разработки месторождения при резком отклонении в отдельных его частях геологических, горнотехнических и иных условий разработки, а также при изменении экологической конъюнктуры, недропользователь имеет право разработать ТЭО

эксплуатационных кондиций. Они разрабатываются на ограниченный временной период и должны быть привязаны к конкретным участкам эксплуатации.

На протяжении разведки и эксплуатации месторождения ведется учет движения запасов в результате их прироста, добычи, переработки или списания с баланса горнодобывающего предприятия. Информация по движению запасов, добыче, потерях и обеспеченности предприятия разведанными запасами передается в федеральные и территориальные фонды геологической информации.

ПРИНЦИПЫ КЛАССИФИКАЦИИ ЗАПАСОВ ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Для сравнения запасов месторождений одного и того же ископаемого, учета минеральных ресурсов разной изученности в пределах страны и регионов необходимо располагать стандартизующей системой. Такой системой является *классификация запасов.*

В нашей стране классификация месторождений полезных ископаемых утверждалась многократно (1933, 1941, 1953, 1984, 1997, 2007 гг.). Последняя классификация запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых устанавливает единые для Российской Федерации принципы их обоснования (Классификация…, 2007). Запасы полезных ископаемых подсчитываются по результатам геологоразведочных и эксплуатационных работ, выполненных в процессе из изучения и промышленного освоения. Качество полезных ископаемых изучается с учетом необходимости их комплексного использования, технологии переработки на основе определенных требований к качеству полезных ископаемых и технических условий. При этом определяются содержания основных и попутных ценных, токсичных и вредных компонентов, формы их нахождения и особенности распределения в продуктах обогащения и переработки. Объектом подсчета запасов полезных ископаемых является месторождение (или часть месторождения) твердых полезных ископаемых.

Подсчет и учет запасов по месторождению производится в единицах массы или объема в соответствии с экономически обоснованными параметрами кондиций без учета потерь и разубоживания при добыче и переработке полезных ископаемых.

По экономическому значению запасы твердых полезных ископаемых и содержащихся в них попутных компонентов подразделяются на две группы: балансовые (экономические) и забалансовые (потенциально экономические); они подлежат раздельному подсчету и учету.

К *балансовым* относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам (ТЭР) экономически эффективна в условиях конкурентного рынка при использовании техники, технологии добычи и переработки минерального сырья, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды.

К *забаланцевым* относятся запасы, разработка которых на момент оценки согласно ТЭР экономически не эффективна (убыточна) из-за низких технико-экономических показаний, но освоение которых становится экономически возможным при изменении цен на полезные ископаемые, появлении оптимальных рынков сбыта или новых технологий.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в случае, если ТЭР установлена возможность их последующего извлечения или складирования для использования в будущем.

Оценка балансовой принадлежности запасов полезных ископаемых производится на основании технико-экономического обоснования (ТЭО), подтвержденного государственной экспертизой. В рамках этой оценки должны быть предусмотрены наиболее эффективные способы разработки месторождений, предложены параметры кондиций, обеспечивающие максимально полное и комплексное использование запасов с учетом требований законодательства РФ.

Запасы полезных ископаемых по *степени геологической изученности* подразделяются на категории *A, B,* C_1 и C_2. Прогнозные ресурсы твердых полезных ископаемых категорий P_1, P_2 и P_3 в настоящем учебном пособии не рассматриваются. Критерии их выделения в пределах минерализованных участков недр разобраны в учебных пособиях (Баранников, 2011, 2013; Коробейников, 2009; Поротов, 2012 и др.).

Запасы категории A выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й группы сложности геологического и должны удовлетворять требованиям: установлены размеры, форма и условия залегания тел полезных ископаемых; изучен характер и закономерности изменчивости их морфологии и внутреннего строения; выделены и оконтурены безрудные и некондиционные участки; установлено наличие разрывных нарушений; выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлен их состав, свойства, охарактеризовано качество сортов; изучены распределение и формы нахождения ценных и вредных компонентов в минералах и продуктах переработки; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по горным выработкам и скважинам на основе результатов их детального опробования.

Запасы категории B выделяются на участках детализации разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й и 2-й групп сложности строения и должны удовлетворять следующим требованиям: установлены размеры, основные особенности и изменчивость внутреннего строения, условия залегания тел полезного ископаемого, пространственное размещение безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений установлено их положение и амплитуды смещения; определены природные разновидности, выделены и при возможности оконтурены промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтуривания установлены закономерности пространственного распределения и количественное соотношение промышленных типов и сортов полезного ископаемого; определены минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок.

Запасы категории C_1 составляют основную часть запасов разведываемых и разрабатываемых месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп сложности геологического строения. Также эти запасы могут выделяться на участках детализации месторождений 4-й группы. Они должны удовлетворять следующим требованиям: выяснены размеры и характерные

формы тел полезного ископаемого, основные особенности условий их залегания и внутреннего строения; оценены изменчивость и возможная прерывистость тел полезного ископаемого, наличие площадей развития мелко амплитудных нарушений; определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; установлены общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных типов и сортов, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок с учетом данных геофизических и геохимических исследований.

Запасы категории C_2 выделяются при разведке месторождений всех групп сложности, а на месторождениях 4-й группы сложности геологического строения составляют основную часть запасов, вовлекаемых в разработку. Они должны удовлетворять следующим требованиям: размеры, форма, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания оценены по геологическим, геофизическим и геохимическим данным и подтверждены вскрытием полезного ископаемого ограниченным количеством скважин и горных выработок; контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок, естественных обнажений с учетом данных геофизических и геохимических исследований, геологических построений.

Учитывая определенную «монотонность» в изложении вопроса категоризации запасов и, в известной степени, повторяемость предъявляемых требований к обоснованию отдельных категорий запасов, отразим этот материал в таблице 2, приведенной в учебном пособии (Шевелев, 2004). В ней наглядно *отражены особенности* требований к запасам разных категорий.

На разрабатываемых месторождениях *вскрытые, подготовленные и готовые к выемке запасы* полезных ископаемых, а также находящиеся в охранных целиках горно-капитальных и горно-подготовительных выработок, *подсчитываются отдельно* по категориям в соответствии со степенью их геологической изученностью.

При квалификации запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классифицированного показателя должны (или могут) использоваться количественные и вероятностные оценки *точности и достоверности* определения основных параметров. Однако конкретных количественных показателей для отдельных категорий запасов до сих пор не разработано. Свой подход в решении этого непростого вопроса рассмотрен А. Б. Кажданом (Каждан, 1977, 1984).

Нет сомнения в том (отмечает этот автор), что категория запасов определяется *густотой сети наблюдений.* В то же время *точность подсчета запасов зависит, прежде всего, от количества наблюдений в пределах разведанного участка* и в меньшей степени – от густоты сети наблюдений. При разной густоте сети, но при сопоставимом числе наблюдений в блоках различных размеров, *погрешности вычисления* среднеблочных оценок могут быть *примерно одинаковыми,* в то время как разведанность блоков будет резко различаться.

Понятия разведанность и точность подсчета запасов могли бы рассматриваться как взаимозависимые только при условии последовательной детализации разведочных данных в блоке установленного размера, когда с уменьшением расстояний между смежными точками наблюдений их количество в блоке закономерно возрастает. В практике разведки это условие обычно не выполняется. При детализации разведочных данных подсчетные блоки категории C_1 разделяются на более мелкие блоки категории *B*, а те в свою очередь на еще более мелкие блоки категории *A*. Поэтому связи между числом наблюдений и густотой разведочной сети не возникает.

Таким образом, при *оценке достоверности* результатов геологоразведочных работ необходимо различать степень разведанности запасов и точность их подсчета в заданных объемах недр (Каждан, 1977).

Степень разведанности запасов характеризуется детальностью выявления условий залегания, форм и строения полезного ископаемого, условий пространственного размещения в недрах. Количественно она может быть оценена *погрешностями геометризации* разведанных скоплений полезного ископаемого в недрах для заданной сети наблюдений.

Точность подсчета запасов может быть охарактеризована *погрешностями оценок их качества и количества* в оконтуренных объемах недр.

Из определения сформулированных понятий вытекает вывод, что при переводе запасов из более низких категорий в более высокие повышается не столько точность ранее подсчитанных запасов, сколько выявляются детали их пространственного размещения в пределах более мелких участков и блоков месторождения. Таким образом, точность подсчета запасов оценивается для категорий *A, B* и C_1 примерно одной и той же погрешностью. Но в зависимости от степени детальности наблюдений эта погрешность относится к разным по величине объемам недр.

На невозможность оценки степени изученности в виде цифровых показателей обращает внимание И. Д. Коган (Коган, 1974). Сказанное он мотивирует тем, что при подсчете запасов невозможно обеспечить заранее заданную величину погрешности для отдельных категорий, так как достоверность всех исходных данных остается практически неименной для разных категорий запасов. Категория запасов может быть понижена в силу иных причин. Например, при низком выходе керна, незавершенности технологических исследований, при ошибках геологической интерпретации.

Специального рассмотрения заслуживают классификации запасов твердых полезных ископаемых, применяемые в основных горнодобывающих странах (Австралии, США, Великобритании, Канаде и др.). Сопоставление отечественной квалификации с зарубежными, описание признаков их сходства и различия необходимо при обосновании инвестиционной привлекательности выставляемых на конкурс отечественных месторождений, а также решения ряда иных вопросов.

Обычно в зарубежных классификациях используются не более трех категорий ресурсов (resourses): измеренные (measured), исчисленные (indicated) и предполагаемые (inferred), а для оценки изученности запасов – даже двух: доказанные (proved) и вероятные (probable).

Несколько иной является классификация МАГАТЭ, используемая для отражения сырьевой обеспеченности атомной отрасли. Все учитываемые количества сырья квалифицируются как ресурсы (recourses). Для характеристики их изученности (достоверности) используются две категории: достоверно установленные (Reasonably Assured Resources – RAR) и дополнительные (Inferred Resources). Сумма оценок по этим категориям рассматривается как установленные ресурсы (Identified). Для оценок ресурсов, связанных с ещё не открытыми месторождениями (Indiscovered), используются категории прогнозные (Prognosticated) и умозрительные, рискованные (Speculative).

Разное целевое назначение российских и зарубежных классификаций затрудняет их однозначное сопоставление. Точного сопоставления между отдельными категориями не может быть в принципе. В то же время при задействовании классификации МАГАТЭ условно можно считать, что категория RAR примерно соответствует категории C_1, Inferred – C_2, Prognosticated – P_1, а Speculative – P_2+P_3.

В 90-х годах ООН был разработан специальный документ, получивший название «рамочный» (frame word) классификатор ООН. Подготовленная основа классификации представляет универсальную трехмерную матрицу, являющуюся ключом-дешифратором. Она позволяет осуществлять переход от одной классификационной системы к другой (рис. 3). В представленной классификации запасы и ресурсы оцениваются с трех позиций:

- геологическая изученность, определяемая стадией выполнения работ – детальная разведка (разведка), предварительная разведка (оценка), поиски, рекогносцировочные геологические наблюдения;
- экономико-технологическая изученность, определяемая стадией технико-экономической оценки (ТЭО постоянных и временных кондиций, оценка по аналогии и т. д.).
- экономичность освоения запасов, определяемая как достаточная или низкая рентабельность.

Каждая из ячеек матрицы имеет цифровую кодировку. В системе этих координат запасы, отвечающие той или иной степени изученности, выделяются как трехмерные тела. Например, запасы, выявленные на стадии разведки (A+B+C_1 по отечественной классификации) и имеющие положительную экономическую оценку на уровне ТЭО постоянных кондиций, получают кодировку 1.1.1.

С 90-х годов XX века в промышленных странах разработан еще один путь согласованного подхода к оценке запасов, определяемый сводами правил («кодексами отчетности»). Одним из таких кодексов, принятых в 2006 г, в ЮАР, Канаде и США, является CRIRSCO (Committee for Mineral Reserves International Reporting Standards). Согласно стандарту CRIRSCO эксперты в заключениях должны руководствоваться определенной схемой классификации ресурсов (рис. 4). Стрелками на схеме показаны возможные переходы ресурсов в запасы при осуществлении экономической оценки объекта и обратно (например, при снижении цен), а также вероятные (probable) через измеренные, подсчитанные (measured) в доказанных (proven) при доразведке. Ресурсы предполагаемые (inferred) экономического значения не имеют.

Системы стандартов (CRIRSCO, YORK и др.) успешно задействованы за рубежом. Однако при попытках трансформировать оценки ресурсов в таксоны отечественной

классификации следует иметь в виду, что строго формальные соотношения здесь невозможны.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА РАЗВЕДКИ

Обоснование оптимального комплекса технических средств – кардинальный вопрос разведки месторождений. На выбор технических средств разведки оказывают влияние геологические, горнотехнические и географо-экономические факторы. Их совокупным влиянием определяется пространственная ориентировка разведочных разрезов, расположение разведочных пересечений, техника проходки разведочных выработок (Каждан, 1977, 1985).

Геологические факторы отражают условия формирования, состав и строение полезных ископаемых, закономерности их локализации в геологических структурах, уровень эрозионного среза месторождений. Определяющее значение при этом имеют: характер связи полезных ископаемых с элементами геологического строения; условия залегания и морфология скоплений полезных ископаемых, их размеры; строение и состав залежей полезных ископаемых.

При анализе влияния *горнотехнических факторов* на выбор технических средств разведки должны быть учтены: предполагаемые способы вскрытия и разработки месторождения; гидрогеологические условия, горнотехнические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород.

Геолого-экономические факторы также могут оказывать влияние. В зависимости от уровня экономической освоенности, климата, ландшафтных особенностей рельефа, энергообеспеченности территории, наличия трудовых ресурсов, дорог и т. д. приходится решать вопросы рационального соотношения горноразведочных, буровых работ и геофизических исследований.

Технические средства геологоразведочных работ различаются по своим возможностям, информативности, стоимости (Шевелев, 2004, Петруха, 2003). Они включают: горные разведочные выработки, буровые скважины, геофизические исследования.

А. *Горные выработки* подразделяются на поверхностные и подземные. К поверхностным относятся канавы и траншеи (магистральные и прослеживающие), мелкие шурфы и дудки, расчистки; к подземным – глубокие шурфы, штольни и шахты с комплексом развиваемых из них горизонтальных выработок (квершлаги, штреки, орты, рассечки), а также наклонных и вертикальных (восстающие, гезенки).

Поверхностные горные выработки используются для вскрытия полезного ископаемого и вмещающих пород в коренном залегании, изучения зоны окисления рудных тел. Проведение этих выработок не требует больших затрат и поэтому широко используется на ранних стадиях изучения месторождений. Ведущее значение имеет проходка *канав.* Обычно их проходят на глубину 2-3 м, реже до 6 м уступами с высотой не более 2 м. При малом объеме работ и их рассредоточенности проходка канав осуществляется вручную. В стадию разведки канавы проходят с применением буровзрывных работ (рыхление, на выброс) и экскаваторами, бульдозерами, канавокопателями, скреперными установками. Те же геологические задачи (вскрытие рудных тел, их документация, опробование) решает

проходка *траншей.* От канав они отличаются большим поперечным сечением и глубиной проходки (до 5 м). Используются современные технические средства – бульдозеры, скреперы, роторные установки. При изучении месторождений, представленных жильными зонами (в том числе, камнесамоцветного сырья) и для отбора технологических проб, возможна проходка *разведочных карьеров* (Петруха, 2003). Форма карьеров в плане, их размеры и глубина определяются целевым заданием. Используются карьеры для разведки полезных ископаемых, выходящих на дневную поверхность или находящихся на небольшой глубине. Глубина карьеров может достигать 50 м, а объем – десятков кубических метров. При проходке применяют разные технические средства.

Для прослеживания и оконтуривания залежей по простиранию при мощности рыхлых отложений более 5 м, а также вскрытия предполагаемых под наносами новых тел полезных ископаемых, предусматривается проходка разведочных *шурфов.* Они подразделяются на мелкие (до 10 м) и глубокие (до 40 м). Площадь сечения шурфов 1,25; 1,5; 2,0; 4,0 м^2. Глубокие шурфы проходят для изучения условий залегания рудных тел, отбора проб монолитов. При необходимости из шурфов проходят рассечки сечением 1,8, 2,7 или 3,6 м^2. Многие годы шурфы служили основным техническим средством при разведке россыпей и других приповерхностных месторождений. Неглубокие шурфы круглого сечения называются *дудками.* Шурфы, проходимые в неустойчивых и рыхлых породах, крепят, а глубиной более 10 м вентилируют.

Механизированная проходка шурфов осуществляется с использованием специализированных технических средств, предназначенных только для бурения (КШК-30А, УБСР-25), или комбинированных, используемых для проходки шурфов и скважин (ЛБУ-50, КБУ-15, УКС-22М).

Подземные горные выработки по целевому назначению подразделяются на подходные (вскрывающие) и собственно разведочные (Шевелев, 2004). К подходным относятся шахты, подходные штольни и квершлаги; к основным – штреки, орты, рассечки и восстающие.

Стволы *разведочных шахт* используются как вскрывающие выработки при разведке месторождений. Сечение разведочных стволов колеблется от 6 до 12 м^2, а глубина – до нескольких сотен метров. *Разведочные штольни* служат горизонтальными вскрывающими выработками при разведке месторождений, залегающих в условиях пересеченного рельефа. Поперечное сечение штолен колеблется в пределах от 6 до 9 м^2. *Квершлаг* также является горизонтальной вскрывающей подземной выработкой и проходится из ствола шахты. Разведочным квершлаг является только в той части, где выработка пересекает залежь полезного ископаемого. *Разведочные штреки* представляют горизонтальные горные выработки, пройденные по простиранию залежей. Их целью является прослеживание по простиранию строения рудных тел, сплошности оруденения. Штрек может быть пройден по полезному ископаемому (*рудный штрек*) или по вмещающим породам (*полевой штрек*). Если тела полезных ископаемых обладают значительной мощностью, то от полевого или рудного штрека через определенные интервалы проходят *орты* (рассечки) или *скважины* с выходом во вмещающие породы для вскрытия продуктивных зон на полную мощность. Эти выработки выполняют роль разведочных пересечений. *Разведочные гезенки* проходят из

квершлагов вверх или вниз, пересекая пологопадающие тела полезного ископаемого по их мощности. *Разведочные восстающие* проходят из штреков по восстанию залежей полезного ископаемого. Проходят восстающие с целью прослеживания залежей полезного ископаемого между основными горизонтами горных работ. При этом появляется возможность изучения сплошности оруденения по восстанию, изменчивости мощности и качества минерального сырья по вертикали.

Площади поперечного сечения в проходке квершлагов и штреков колеблется в пределах 3,6-5,8 м^2, ортов – 2,7-3,6 м^2, восстающих и гезенков – до 4 м^2.

При проходке разведочных выработок используются разнообразные технические средства, осуществляющие буровзрывные, погрузочные, откаточные, подъемные и иные виды работ.

Применение горных работ в качестве технического средства рекомендуется осуществлять с учетом следующих требований (Петруха, 2003):

- при заложении дорогостоящих горных выработок необходимо учитывать геологические особенности объекта (условия залегания, размеры, форма залежей), полученные во многих случаях путем разведочного бурения;
- преобладающая часть горных выработок должна приходиться на вскрытое полезное ископаемое с целью его изучения и опробования;
- горные выработки следует проходить с учетом их дальнейшего использования при эксплуатации месторождения; например: использования разведочных шахт в ранге вентиляционных.

Горные выработки позволяют детально изучить изменчивость параметров оцениваемых объектов (по форме, качеству сырья, сплошности оруденения и т. д.), учет которых крайне необходим при разведке месторождений 3-й и 4-й групп по сложности геологического строения. Примеры размещения горных выработок при вскрытии и разведке тел полезных ископаемых отражены на рисунках, приведенных в учебных пособиях (Петруха, 2003; Шевелев, 2004).

Б. *Буровые разведочные скважины* – наиболее широко применяемые технические средства разведки. Для большинства полезных ископаемых они являются главным и даже единственным техническим средством. Следует учитывать, что скважины дают менее полные сведения об оцениваемом полезном ископаемом, но буровые работы нашли широкое применение благодаря мобильности, скорости проходки скважин, относительной легкости оборудования, меньшим расходом средств на метр проходки (Шевелев, 2004). При всех очевидных преимуществах буровые скважины имеют и недостатки: они вскрывают небольшие участки недр; дают менее точные сведения о составе и строении полезного ископаемого по сравнению с горными выработками; повторное контрольное опробование и отбор проб разного назначения ограничен из-за малого количества получаемого каменного материала; при бурении скважин наблюдается их искривление, что усложняет геометризацию разведанных объемов недр; при бурении по рудоносным интервалам возникают осложнения и отмечается недостаточный выход каменного материала с ненарушенной структурой. Но буровые скважины незаменимы при разведке глубоко

залегающих месторождений. Месторождения 1-ой и 2-ой групп по сложности геологического строения в основном разведуются только бурением.

При разведке месторождений твердых полезных ископаемых скважины бурятся с поверхности и из подземных горных выработок. Для поверхностного бурения используются неглубокие ударно-вращательные, вибрационные скважины и более глубокие ударно-канатные, пневмоударные и гидроударные. При оценке глубоких горизонтов задействуют бурение колонковых скважин и бескерновых скважин вращательного бурения. Из подземных горных выработок бурятся колонковые, шарошечные и перфораторные скважины.

Приповерхностные скважины глубиной до нескольких десятков метров используются для геологического изучения рудовмещающих структур, прослеживания, опробования и оконтуривания приповерхностных участков месторождений (Шевелев, 2004). Возможно использование разного типа буровых установок: УПБ-25 и УБР-2, БУУ-2, УКБ 12/25, БУ-20-2УШ и др.

Колонковое бурение глубиной от десятков метров до 150-200 м осуществляется агрегатами, смонтированными на автомашинах (УКБ-2, БСК, КГК-100 и др.). Более глубокие скважины бурятся агрегатами УКБ-3, УКБ-4, УКБ-5 и станками ЗИФ-650, СБА-500, СБА-800, ЗИФ-1200 и др. В последнее время в практике геологоразведочных работ нашли применение станки, разработанные зарубежными фирмами. Наиболее широко применяются буровые установки компаний Boart Longyear, Atlas Copco, Sandvik, SCHRAMM и их аналогов, произведенных, как правило, в КНР. Известные в нашей стране установки алмазного бурения серии Boart Longyear включают станки LM30, LM45, LM55, LM75. Размещенные на них манипуляторы позволяют ориентировать направление бурения скважины в любую заданную сторону.

Создание новой техники направленного бурения позволило проводить разведку по более рациональным схемам при проходке многоствольных скважин и за счет этого – многократного увеличения массы опробуемого рудного материала (без бурения дополнительных скважин). При этом дополнительные стволы могут располагаться как в одной вертикальной плоскости, искривления в одну сторону, так и задаваться в разных азимутальных направлениях (рис. 5).

Скважины подземного бурения могут являться частью разведочной системы или решать частные задачи, возникающие при геологическом изучении месторождения (прослеживание локальных рудоконтролирующих структур, апофиз, поисков смещенных частей рудных тел и т. д.). Бурение колонковых горизонтальных, наклонных и вертикальный скважин до 100 м осуществляется станками БСК-2М-100, а бескерновое – станками НКР-100. Неглубокие подземные скважины могут буриться с помощью колонковых или телескопных перфораторов без отбора керна глубиной 15-20 м.

В. *Геофизические исследования* играют большую роль в изучении земных недр, в том числе, на стадии разведки месторождений. Несмотря на то, что непосредственной геологической информации эти исследования не дают, геофизика как метод во многих случаях позволяет сократить количество необходимых разведочных пересечений, получить дополнительную ценную информацию. При обосновании и своевременном проведении

комплекса геофизических исследований появляется возможность пересмотра рекомендуемых методик и технических средств разведки. Последние могут меняться в зависимости от конкретной геологической обстановки и разрешающей способности геофизических средств разведки (Шевелев, 2003).

Как основные технические средства, геофизические методы могут применяться для исследования недр в промежутке между разведочными сечениями и при задействовании операций геофизического опробования.

Комплекс геофизических методов для решения основных задач разведки выбирается на основе учета совокупности факторов, определяющих возможную эффективность раздельного и совместного их применения. К таким факторам относятся (Комплексная …, 1990):

- степень дифференциации пород и руд по физическим свойствам, определяющая возможность использования данных каротажа для петрографической характеристики объектов;
- размеры, форма, элементы залегания, число рудных тел, текстурно-структурные особенности руд и их вещественный состав;
- присутствие в разрезе пород, близких по физическим свойствам к рудным образованиям;
- методика ведения горных и буровых работ, техническое состояние скважин.

При обосновании методики разведочных работ в рациональный комплекс необходимо включать минимальное и достаточное число геофизических методов, обеспечивающих получение достоверной информации с наименьшими затратами труда и времени. При задействовании нескольких методов следует предусмотреть последовательную их реализацию, скорректированную в зависимости от результатов каждого предыдущего метода.

Представления о возможностях геофизических методах формируются на основе *физико-геологической модели* (ФГМ) *объекта.* ФГМ включает геологическую модель, сведения о физических свойствах структурных элементов геологической модели, ожидаемые геофизические поля и аномалии на площади или по отдельным профилям (Сапожников, 2012).

В комплекс *наземных геофизических работ* при разведке месторождений входит широкий перечень методов: электроразведки, магниторазведки, радиометрии и др. Геофизические съемки в масштабе 1:2000-1:1000 позволяют более надежно оконтурить площади развития рудной минерализации, поля измененных околорудных пород, проследить выходы рудных тел, установить элементы их залегания, определить мощность рыхлых отложений и границу коры выветривания. Рассмотрим лишь ведущие из перечисленных методов.

Электроразведка включает группу методов, основанных на изучении естественных или искусственно возбужденных в земной коре электромагнитных полей. Электромагнитное поле зависит от свойств горных пород (удельного электрического сопротивления, диэлектрической проницаемости, поляризуемости, электрохимической активности). Это позволяет по изменению параметров поля изучать геологическое строение

площади и выявлять залежи полезных ископаемых. Используются следующие основные группы методов.

Электропрофилирование (ЭП) является одним из самых распространенных методов электроразведки и применяется для изучения крутопадающих слоистых толщ при некоторой постоянной глубинности изучения разреза по профилю (Сапожников, 2012). Геологическими предпосылками для применения метода является присутствие в рудах сульфидов, минералов железа и других, обусловливающих их низкое электросопротивление по сравнению с вмещающими породами. Распространенным является вариант ЭП, получивший название срединный градиент (СГ). В этом варианте токовые электроды разносятся на большое расстояние (1-3 км) и остаются неподвижными в процессе измерения удельного электрического сопротивления ρ_k при перемещении приемной установки *MH* постоянного тока и постоянного размера между электродами *AB*. В горизонтальной однородной среде градиент электрического поля (Δ *U/MN*) практически постоянен и на его фоне заметны проявления неоднородности разреза в виде локальных тел, крутопадающих пластов с аномальными электрическими свойствами (например, зон окварцевания).

Вертикальное электрическое зондирование (ВЭЗ) – метод электроразведки, применяемый для изучения изменения удельного сопротивления по глубине для некоторой вертикальной трассы. Основан метод на постепенном увеличении размеров установки *AB* с общей центральной точкой (точкой зондирования), при котором увеличивается глубина проникновения тока и, соответственно, глубинность исследований. Метод ВЭЗ используется для изучения пространственного положения, морфологии и элементов залегания рудных тел в вертикальном разрезе. Широко задействуют его при геоморфологических исследованиях, для определения позиции и состава кор выветривания, мощности и строения рыхлого покрова, при гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях.

Метод вызванной поляризации (ВП) основан на изучении электрохимических процессов, возникающих на границе пород с ионной проводимостью (электронных проводников) и окружающей их жидкостью (электролитом) под воздействием пропускаемого тока. После выключения тока некоторое время в цепи возникает вторичная ЭДС – гальванический источник тока, создающий нестандартное поле вторичной поляризуемости. Метод ВП широко используется при разведке месторождений сульфидных, магнетитовых, редкометалльных и иных руд, при оценке ореолов с рассеянной рудной минерализацией.

Метод естественного поля (ЕП) основан на изучении естественных электрических полей, обусловленных разными электрохимическими процессами, самопроизвольно протекающими в земной коре. Метод эффективен при разведке рудных тел близповерхностного залегания, являющихся электронными проводниками. Используется при разведке сульфидных, магнетитовых, марганцевых и графитовых месторождений.

Метод переходных процессов (МПП) основан на изучении низкочастотного электромагнитного поля. В МПП изучается неустановившееся поле вихревых токов,

возникающих в породах и рудах при ступенеобразном изменении тока в контуре, который может быть расположен как на наземной поверхности, так и в воздухе (Горбунова, 1982).

Магниторазведка основана на изучении пространственных изменений геомагнитного поля, возникающих вследствие неодинаковой намагниченности горных пород и руд. Магнитное поле измеряют с помощью магнитометров, предназначенных для измерения полного вектора напряженности Т и его вертикальной составляющей. Обычно выполняют относительные измерения, находя приращения значений поля между двумя пунктами наблюдений. Интерпретация магнитных аномалий начинается с анализа карт изолиний магнитного поля, по которым судят о морфологии, размерах и природе возмущающих объектов (Сапожников, 2012). Количественную интерпретацию аномалий осуществляют, используя графики по профилям, проходящим крест простирания геологических объектов. Магнитные съемки с высокой детальностью и точностью 1-2 нТл включаются в разведочный комплекс для решения широкого круга вопросов. В том числе: расчленения пород по литологическому составу; выявления локальных структурных элементов (даек, жил, жерловых построек и т. д.); обоснования зональности размещения разных типов метасоматических пород; выявления магнитных руд черных металлов и слабомагнитных – цветных, благородных, редкометалльных; изучения рудных тел в морфоструктурах месторождения; изучения инженерно-геологических условий и т. д.

Гравитационная разведка основана на изучении пространственного распределения плотности в земной коре с помощью измерения силы тяжести σ (в г/см^3). При интерпретации полей силы тяжести используется характеристика избыточной плотности $\Delta\sigma$, представляющая разность плотностей отдельного геологического тела $\sigma_т$ и вмещающих пород $\sigma_{вм}$. Она может быть положительной или отрицательной. Единицей измерения силы тяжести является Галл (см/с^2). Но обычно пользуются более мелкой единицей – миллигалом (1 мГал =10^{-3} Гала). В разведочной геофизике относительные измерения гравитационного поля g выполняются с помощью гравиметров. Прибор позволяет измерять приращение g от точки к точке, т. е. Δg. На этой основе вычисляются аномальные поля Δg, по которым судят о неоднородностях по плотности в земной коре.

Гравиразведка применяется при структурно-геологическом изучении земной коры, разведке разных полезных ископаемых. Наиболее эффективно гравиметровой съемкой выявляются залежи железорудных и хромитовых месторождений, интенсивность аномалий силы тяжести над которыми может достигать 0,4-0,5 мГал. При увеличении детальности съемки возможно обнаружение рудных тел сульфидных месторождений размером 0,1-0,2 км^2, с интенсивностью аномалий 0,2-0,5 мГал (Шевелев, 2004).

Радиометрические методы основаны на изучении радиоактивности руд и горных пород с целью решения поисково-картировочных и разведочных задач, опробования. Наибольшее применение получила *гамма-съемка*, дающая положительные результаты для обнаружения радиоактивных руд и расчленения горных пород. Съемка проводится в аэро-, пешеходном, автомобильном вариантах. Радиоактивность выражается через мощность дозы излучения за единицу времени в А/кг (в системе СИ) или в микрорентгенах в час (1 мкР/час=10^{-12} А/кг). Изменения выполняют с использованием спектрометрической

аппаратуры, позволяющей выделять урановую и калиевую составляющую радиоактивного поля.

Повышенной радиоактивностью обладают породы, в которых в рассеянном состоянии находятся элементы урана, тория. Также повышенная радиоактивность свойственна породам, содержащим изотоп Калий-40. Он присутствует в кварц-серицитовых сланцах, нередко несущих золоторудную минерализацию, полевошпатовых породах, калийных солях.

Геофизические исследования скважин (ГИС) – это отрасль разведочной геофизики, отличающаяся от других методов только по методике исследований. Основные положения теории физических полей, измеряемых в скважинах, остаются теми же, что и в полевой геофизике (Сковородников, 2009, 2016). Роль и значение ГИС постоянно возрастает. В перспективе ГИС открывает путь к бескерновому изучению скважин. В настоящее время в скважинах регистрируется большое количество разных параметров (около 40). При этом стоимость ГИС составляет незначительную часть от общей стоимости сооружения и оборудования скважины.

В ГИС выделяют три больших раздела: каротаж, операции в скважинах и скважинную геофизику.

Каротаж – это геофизические методы изучения геологического строения разрезов скважин. В каротаже исследуются очень небольшие объемы горных пород, прилегающие к стенкам скважины. Отличительная особенность каротажа – высокая детальность и точность исследований. Результаты фиксируются в виде непрерывных диаграмм по стволу скважины или в виде числовых значений с шагом порядка 10-20 см. Каротаж позволяет выполнять литологическое расчленение разрезов скважин, выделять в них интервалы полезного ископаемого, определять физические свойства горных пород и полезных ископаемых in situ. Именно на основании данных каротажа производится интерпретация полевых геофизических методов: электроразведки – по данным об удельном электрическом сопротивлении (УЭС) пород; магниторазведки – по значениям магнитной восприимчивости пород: гравиразведки – по их плотности. Каротаж дает сведения, необходимые для подсчета запасов месторождения – данные о мощности залежей, содержанию полезного компонента и т. д. Изучение скважин подразделяется по природе изучаемых полей на методы электрического, радиоактивного каротажа и прочие методы (Сковородников, 2009, 2016).

Методы электрического каротажа включают:

а) Группу методов кажущегося сопротивления (КС). В эту группу входят: метод КС – наиболее распространенный; резистометрия – метод определения удельного сопротивления жидкости; метод БКЗ (боковых каротажных зондирований) – скважинный аналог метода ВЭЗ; БК – боковой каротаж и др.

б) Методы токового каротажа: метод скользящих контактов (МСК) – при исследовании рудных скважин; метод бокового токового каротажа (БТК) – для исследования углеразведочных скважин.

в) Группа электромагнитных методов: ИК – индукционный каротаж, использующий поля низких частот; ВМП – высокочастотный волновой метод проводимости и др.

г) Группа методов электрохимической активности: ПС – метод потенциалов самопроизвольной поляризации (аналог метода естественного поля); метод электродных потенциалов (МЭП). Методы ПС и ПК стали применяться совместно, получив название стандартного электрического каротажа.

Методы радиоактивного каротажа (РК) включают: ГК – гамма каротаж – регистрация естественного гамма-излучения горных пород; ГГК – гамма-гамма каротаж, имеющий две разновидности – плотностной (ПГГК) и селективный (СГГК); РРК – рентгенорадиометрический каротаж; НГК – нейтронный гамма-каротаж и другие методы.

Скважинная геофизика – это геофизические методы изучения геологического строения межскважинного, околоскважинного и призабойного пространства. В отличие от каротажа, скважинная геофизика отличается большими объемами исследуемых горных пород. Это позволяет увеличить действующую зону влияния скважин, пройденных по разряженной сети, обеспечить получение дополнительной геологической информации о межскважинном пространстве.

Методы скважинной и полевой геофизики подразделяются по природе исследуемых физических полей. Широкое использование в практике разведочных работ получили методы скважинной разведки. Выделены методы, основанные на использовании тока разной природы.

На постоянном токе: метод ЕП-С (естественного поля, скважинный вариант), МЗТ – метод заряженного тела, МЭК – метод электрической корреляции разрезов, ЧИМ – метод частичного извлечения металла.

На переменном токе: метод радиоволнового просвечивания, ДЭМПС – дипольного электромагнитного профилирования скважин, ННП-С – наземной незаземленной петли, скважинный вариант.

На импульсном токе: СП-С – метод вызванной поляризации, скважинный вариант; МПП-С – метод переходных процессов, скважинный вариант.

Задачи геофизических исследований в *горных выработках* во многом близки к тем, что уже были сформулированы выше. В том числе: корреляция рудных подсечений; оконтуривание и оценка размеров рудных тел; поиски пропущенных при разведке рудных тел в межвыработанном, межскважинном и околоскважинном пространстве; оценка положения выработок относительно рудных тел; внедрение в практику геофизического опробования.

Геофизическое опробование дополняет геологическое и во многих случаях его заменяет. Оно осуществляется в скважинах и шурфах, на стенках горных выработок. Также опробуется отбитая рудная масса в вагонетках и на транспортерах. Особенности геометрии среды измерений и условий их проведения отражаются в специфичности аппаратуры, в конструкции датчиков.

При измерении в горных выработках основными методами электроразведки являются (Рудничная…, 1986): метод ПС, электропрофилирование, метод электрической корреляции (МЭК), методы грави- и магниторазведки. С их помощью решаются горнотехнические задачи: определяется плотность горных пород и руд, выявляются подземные полости и зоны обрушения, форма карстовых полостей, коэффициенты

фильтрации подземных вод и другие вопросы геологического обеспечения добычных работ.

СИСТЕМЫ РАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

Метод локальных геологических наблюдений реализуется в разведке посредством *разведочной сети* (РС). Разведочная сеть – это методическое обоснование разведки месторождений полезных ископаемых. Она непосредственно влияет на получаемую разведочную информацию об оцениваемом объекте. От влияния собранной при разведке информации позднее невозможно избавиться никакой последующей обработкой данных (включая математическое и иное моделирование). Обоснование рациональной РС, отвечающей геологическим особенностям оцениваемого объекта, является кардинальным вопросом разведки месторождений.

Обоснование РС опирается на ряд понятий.

Любая разведочная выработка, пересекающая природное скопление полезного ископаемого, представляет искусственное обнажение и в случае выполнения определенных условий может рассматриваться как *единичное разведочное пересечение.* Совокупность разведочных пересечений, расположенных в одной плоскости, образует *разведочное сечение*, а совокупность разведочных сечений в пространстве – *разведочную систему.* Таким образом, *под разведочной системой понимается совокупность разведочных сечений (разрезов), определенным образом ориентированных в пространстве по отношению к рудному телу, позволяющих решать стоящие перед разведкой задачи* (Каждан, 1977; Рудничная…, 1986; Шевелев, 2004). Прослеживание объектов разведки в заданном направлении осуществляется с помощью разведочных пересечений, в заданной плоскости – с помощью разведочных сечений (разрезов), в заданном объеме – с помощью разведочных систем.

Разведочное пересечение должно удовлетворять ряду требований. Главные из них (Шевелев, 2004):

а) должно быть ориентировано в направлении близком к направлению максимальной изменчивости важнейших свойств полезных ископаемых в недрах (чаще – по линии мощности);

б) вскрывать залежи полезных ископаемых на полную мощность с выходом во вмещающие породы.

Разведочное пересечение может быть выполнено с применением разных технических средств: скважин, шурфов, подземных горных выработок и др. Их выбор зависит от задач разведки, природных особенностей объекта, технико-экономических соображений. Чем сложнее строение полезного ископаемого, тем в большей степени должно быть вскрыто тело оцениваемой залежи. Оптимальным при этом является использование разведочных горных выработок.

Разведочное пересечение должно быть сплошным, что обеспечивает полную информацию по изучаемому направлению. Вычисленные по нему средние значения свойств наиболее близки к действительным. Они расходятся только на величину технических погрешностей экспериментальных наблюдений.

Разведочные сечения (разрезы) могут быть поперечными, продольными или косыми по отношению к телам полезных ископаемых, а также горизонтальными или вертикальными. Разведочные пересечения в пределах разрезов могут располагаться параллельно под разными углами или пересекая друг друга. Если сведения о строении и свойствах полезного ископаемого накапливаются по линиям на основе данных разведочных пересечений, то площади (объемы) между смежными разведочными разрезами остаются неосвещенными. Чтобы иметь сведения о свойствах полезного ископаемого в пределах этих площадей, необходимо располагать характеристикой изменчивости залежи и геологической информацией, которая может быть получена только по принципу аналогии.

Несколько иной смысл вкладывал в понятие разведочной системы основоположник учения о поисках и разведке МПИ В. М. Крейтер (1961). В основе предложенной им систематики предлагалось брать необходимый комплекс технических средств разведки. Под системой разведки он понимал «такое пространственное размещение разведочных средств, которое дает возможность построить намеченные разрезы и произвести необходимое опробование для подсчета промышленных запасов полезного ископаемого». Все разведочные системы В. М. Крейтер объединил в три группы, взяв за основу технические средства разведки: группы буровых, горных и горно-буровых систем. Позднее в развитие представлений о разведочных системах уже иными авторами были положены такие базовые понятия как характер изменчивости свойств полезных ископаемых, особенность анизотропии в строении залежей, возможности их изучения на основе комплекса технических средств. Так, А. Б. Каждан (1984) предложил классификацию разведочных систем, разделив их на три класса: системы вертикальных, горизонтальных и продольных разрезов, а также входящих в них ряда групп и видов (табл.).

РАЗВЕДОЧНАЯ СЕТЬ, ЕЁ ТИПЫ, ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ

Типы разведочных сетей

Обоснованность запланированной в проекте разведочной системы раскрывает выбранная разведочная сеть. Под *разведочной сетью* (РЗС) следует понимать взаиморасположение в объекте разведки локальных наблюдений и измерений разведочных параметров (Шевелев, 2004). Практика показала, что при одной и той же разведочной системе могут быть реализованы разные РЗС и, наоборот, разными разведочными системами могут быть созданы одинаковые разведочные сети.

Разведочную сеть характеризуют ряд показателей.

Анизотропия РЗС – это различие в размещении наблюдений и замеров по разным направлениям пространства. Анизотропия проявляется в форме и ориентировке ее ячеек. Если форма ячеек изометричная (квадратная, треугольная), то сеть изотропна. Если ячейка сети обладает удлиненной формой (прямоугольной, ромбической) с одинаковой ориентировкой, то сеть анизотропна.

Геометрия сети может быть разной. Выделяют правильные, неправильные и линейные сети.

Правильные сети – расположение разведочных пересечений подчиняется строгому геометрическому порядку (квадратная, прямоугольная, ромбическая).

Неправильные сети – отсутствует общая геометрическая упорядоченность в расположении разведочных пересечений.

В *линейных сетях* – разведочные пересечения располагаются в плоскости разведочных сечений и образуют отдельные линии на плоскости проекции; они могут быть параллельными или пересекающимися.

РЗС формирует представление об объекте разведки, соответствие которого в действительности можно проверить только в процессе отработки месторождения. Поэтому следует стремиться к обоснованию и реализации на практике «оптимальной» разведочной сети. По мнению В. В. Шевелева (2004) для этого необходимо выполнение ряда условий.

Первое: при ограниченных ассигнованиях на разведку оптимальная РЗС должна быть обеспечена лимитированным количеством разведочных пересечений, позволяющим выполнить разведку с наибольшей точностью и детальностью.

Второе (дополняющее первое): требования по точности и детальности разведки (категоризации запасов) следует реализовать наименьшим количеством разведочных пересечений.

Третье: у разведочной сети должна быть «оптимальная геометрия», отвечающая структурно-морфологическим особенностям объекта.

На примере четырех ведущих морфологических типов полезных ископаемых ниже рассмотрены условия выбора разведочных сетей (Волков, 2006).

1. Горизонтальные пластовые, пластообразные и линзообразные залежи, имеющие в плане изометричную или близкую к ней форму. Элементы анизотропии свойств не выражены. К этой группе следует отнести месторождения осадочного генезиса и кор выветривания: часть месторождений железных руд, марганца, никеля, бокситов, углей, фосфоритов. Если залежь должна быть изучена с одинаковой точностью по всей площади, то для достижения этой цели наиболее эффективна *квадратная сеть* разведочных пересечений (рис. 20). Она дает возможность получить серии взаимно пересекающихся разрезов. Подобная сеть позволяет на отдельных участках более сложного строения дальнейшее развитие РЗС путем проходки детализационных профилей (рис. 21).

При разведке рассматриваемого типа залежей возможны и другие варианты сетей, отвечающих тем же условиям равномерности расположения точек наблюдений. К ним можно отнести *треугольную сеть,* позволяющую построить равноточные разрезы по трем направлениям. При одинаковом расстоянии между точками пересечения у треугольной сети есть преимущество – расстояние до центра ячейки оказывается меньшим (рис. 22). Но треугольная сеть в практике разведок почти не используется (возможности ее дальнейшего развития отсутствуют).

2. Горизонтальные пластовые и пластообразные залежи, обладающие заметно выраженной в плане протяженностью в одном направлении – более распространенный в природе класс залежей по сравнению с предыдущим, шире охватывающий те же типы осадочных и экзогенных месторождений. Наличие у тел длины и ширины определяет анизотропию их строения. Поперек вытянутости залежей изменчивость выше, вдоль тел – меньше. Условию получения равномерной изученности залежей в данном случае наиболее соответствует *прямоугольная сеть,* стороны которой ориентированы по направлению

длины и ширины тела. Короткая сторона ячейки располагается по ширине, а длинная – вдоль вытянутости объекта (рис. 23). Прямоугольная сеть обладает возможностями ее развития – сгущение на отдельных участках, проходка детализационных профилей.

Примером рассматриваемой группы залежей служат сильно вытянутые извилистые в плане тела лентообразной формы с резко выраженной анизотропией свойств (рис. 24). Геометрически правильная прямоугольная сеть при этом нарушается, и она становится близкой к сети следующего типа.

3. Наклонные залежи с отчетливо выраженными элементами залегания являются наиболее распространенным типом объектов разведки. Их морфология соответствует пластам, пластообразным залежам. Залежи такого типа обладают анизотропией морфологии, условий залегания и внутреннего строения. Разведочная сеть подчинена этим признакам. Применяется система параллельных вертикальных сечений (при выдержанном простирании) или непараллельных (при изменчивом простирании), располагающихся на одинаковом расстоянии друг от друга (рис. 25). Способы развития сети точек наблюдений близки к описанным выше. Например, детализация имеющихся профилей, проходка промежуточных линий и выработок.

4. Для крутопадающих залежей, имеющих облик штоков, характерны сложные виды анизотропии (состава, свойств). В этом случае используется комбинированный способ разведки с применением горных выработок и буровых скважин. В одном из вариантов разведки крутопадающее рудное тело рассекается горными выработками по нескольким горизонтальным сечениям. В каждом сечении проходятся поперечные горные выработки и горизонтальные скважины с целью оконтуривания и изучения залежи (рис. 26).

В учебном пособии (Рудничная…, 1986) приведена более лаконичная систематика разведочных сетей. Выделены две системы разведки – по сетке и параллельным сечениям.

В системе разведки по сетке задействованы правильные разведочные сети – квадратная, прямоугольная, ромбическая. Эти РС применяются для крупных по размерам, простых по морфологии и внутреннему строению рудных тел, залегающих горизонтально или слабо наклонно – пластов, пластообразных тел, штокверков, плащеобразных залежей (рис. 27).

В системе разведки по параллельным сечениям следует выделять: а) горизонтальные сечения для крутопадающих тел сложной формы и строения (трубообразных, линейных оруденелых зон); б) вертикальные сечения для любых по форме тел с переменными углами падения, сложным внутренним строением и глубокозалегающим. Иногда системы горизонтальных и вертикальных сечений могут применяться на одной и той же залежи. Здесь верхняя часть разведуется горизонтальными сечениями (горными выработками в комбинации с подземными скважинами), а глубокие горизонты – скважинами с поверхности и подземным бурением, создающими вертикальные сечения.

Принципиальная схема разведки рудных тел линзообразной формы с использованием горноразведочных работ и буровых скважин отражена на рисунке 28.

Плотность разведочной сети, её обоснование

Обсуждение вопроса о плотности разведочной сети имеет высокую актуальность. С одной стороны, этот вопрос касается детальности изучения объекта, а с другой – связан с

затратами средств и времени. Выбор плотности сети ориентируется на изучение *наиболее изменчивых параметров залежей.* В одних случаях для надежной оценки объема и условий залегания полезных ископаемых используются характеристики изменчивости формы залежей; в других – для оценки качества минерального сырья результаты исследования изменчивости линейных запасов или содержаний.

Разведочная сеть создается в плоскости залежей. Плотность (густота) разведочной сети определяется площадью, приходящей на одно разведочное пересечение. Плотность разведочной сети (R) есть безразмерный показатель – отношение объёма залежи (Q) к объему разведочной ячейки (q), т. е. $R=Q/q$. Однако в практике разведки практически всегда используют параметры, характеризующие расстояние между разведочными пересечениями, как в плоскости разведочных сечений, так и между ними.

Плотность разведочной сети зависит от размеров скоплений полезных ископаемых, сложности их геологического строения, целей разведочных работ, размеров оцениваемых (подсчетных) блоков. Чем гуще РЗС, чем меньше размер ее ячейки, тем большей разрешающей способностью она обладает и тем более глубокий уровень в строении оцениваемых объектов она вскрывает. По мере сгущения РЗС у наблюдаемой изменчивости разведочных параметров меняется соотношение между ее случайной и закономерной составляющими в сторону увеличения последней. Суммарная изменчивость остается постоянной, что выражается в постоянстве величины ее дисперсии при разной густоте РЗС (Шевелев, 2004).

Мерой, определяющей степень сгущения разведочной сети, служит выявляемая доля координированной изменчивости свойств залежей полезных ископаемых. Только при ее наличии правомерна геометризация параметров залежей. Составляющая неслучайной (координированной) изменчивости может быть выявлена и оценена горно-геометрическими и математическими методами.

В практике геологоразведочных работ при оптимизации РЗС задействуют следующие методы (способы):

- аналогии;
- разрежения (сгущения) разведочной сети;
- сравнения данных разведки с данными эксплуатации;
- геометро-статистический;
- совокупность математических методов

и ряд других способов.

Способ аналогии применяется в соответствии с принципом аналогии. Первоначально разведочная сеть принимается по аналогии с другими близкими по геологическому строению объектами. Месторождения должны относиться к одному геолого-промышленному типу. В данном случае задействуется *межобъектная аналогия.* Наибольшее значение способ приобретает на стадии оценочных работ в связи с недостатком сведений о геологическом строении оцениваемого объекта.

Способ базируется на отнесении разведуемого объекта к определенной группе сложности строения и выборе плотности РЗС на основе обобщения данных разведки многочисленных месторождений, приведенных в «Методических указаниях по

применению классификации запасов…», МПР РФ, 2007. Накопленный опыт указывает на определенную условность отнесения объектов к той или иной группе. Индивидуальность объектов является основной причиной ошибок при использовании метода. Чем необычней по строению, составу оцениваемые недра, тем ниже оказывается возможность использования способа аналогии.

В пределах месторождения возможно применение *внутриобъектной аналогии* – использование апробированных разведочных сетей на участках выборочной детализации или в пределах отработанных частей залежей. Способ аналогии является наиболее используемым. Однако в рекомендациях ГКЗ подчеркивается, что он является приближенным и обязательно требует заверки соответствующими экспериментами и расчетами.

Способ разрежения относится к категории экспериментальных. Основан на предположении, что достигнутая на объекте густота сети наблюдений заведомо обеспечивает требуемую точность результатов, что чаще не является бесспорным. Способ сводится к последовательному разрежению исходной разведочной сети в 2, 3, 4 и т. д. раз. По разреженной РС определяются средние параметры разведочного участка, сосредоточенные в них запасы, строятся геологические разрезы. Затем производится их сравнение с «истинными» характеристиками, полученными на основе всех разведочных данных по исходной сети. Обнаруживающиеся различия рассматриваются как погрешности, к которым приводит конкретное разрежение сети. Задавая допустимый уровень погрешности, можно установить минимальную густоту сети, при которой во всех вариантах пространственного расположения точек наблюдений погрешности оценки параметра не превысят допустимого значения. Изменение наблюдаемого облика залежи полезного ископаемого при последовательном разрежении сети точек наблюдений отражено на рисунке 29. В тоже время следует отметить, что способ разрежения, как метод сравнения, следует применять в качестве общетеоретического исследования, а не оперативного средства для оценки сети разведуемого объекта (Шевелев, 2004).

Способ сгущения разведочной сети – экспериментальный способ, имеющий конкретную прикладную направленность. Он применяется в тех случаях, когда имеющаяся сеть точек наблюдений признана недостаточно густой или необходим контроль правильности представлений о геологической модели объекта. При последовательном сгущении сети следует постоянно анализировать изменение представлений о морфологии рудных тел, условиях их залегания и иных геологоразведочных параметров. Одним из показателей достаточности РЗС является однозначная увязка геологических элементов и рудных тел на планах и разрезах.

Следует учитывать, что при каждом сгущении сети имеется только один вариант пространственного положения начального пункта сети. Для этого варианта определяется среднее значение исследуемого параметра и вероятная погрешность его оценки. Достаточной признается такая густота сети, которая обеспечивает погрешности ниже допустимой, а увязка данных по соседним разведочным выработкам становится однозначной.

Способ сравнения данных разведки с данными эксплуатации заключается в сравнении разведочной модели недр с наиболее достоверной, основанной на наиболее детальном изучении недр в процессе эксплуатационных работ. Различие, которое при этом фиксируется, рассматривается как показатель, оценивающий правильность и точность разведки (Комплексная ГЭО…, 1990; Сборник нормативно-методических документов…, 1998, Шевелев, 2004). Данные разведки и отработки сопоставляются в контурах запасов, ранее прошедших экспертизу в ГКЗ РФ, с учетом отработки запасов за пределами этих контуров

Сравнению подлежат запасы полезного ископаемого и их компонентов, все подсчетные параметры (мощность тел полезных ископаемых, содержание полезных и вредных компонентов, объемная масса, площадь тела полезного ископаемого, коэффициент рудоносности и т. д.).

При сопоставлении должны анализироваться не только параметры и общие цифры запасов, но и выявленные изменения в представлениях об особенностях геологического строения месторождения; анализируется их влияние на количество и качество запасов полезного ископаемого. Должны вскрываться причины расхождений сопоставляемых данных разведки и отработки. Должна быть доказана достоверность данных эксплуатационной разведки, эксплуатационного опробования очистных выработок, геолого-маркшейдерского и фабричного учета, достоверность учета потерь и разубоживания (рис. 2, 30, 31).

Необходимо отметить, что результаты эксплуатации месторождения нельзя рассматривать как безошибочные. При разработке месторождения не всегда полностью учитываются потери и разубоживание минерального сырья, а это искажает представление о морфологии и качестве тел полезных ископаемых. Подготовительные и очистные работы часто не проводятся в тектонически сложных зонах, на участках размыва залежей, их расщепления или выклинивания, что снижает достоверность собранных сведений. Поэтому на практике применение способа чаще ведется путем сравнения не с данными добычи, а с результатами эксплуатационного опробования.

В результате сопоставления данных разведки и разработки даются рекомендации, направленные на повышение достоверности исходных разведочных данных, методики разведки, оконтуривания и подсчета запасов.

Геометро-статистический способ имеет достаточно надежный и относительно простой математический аппарат, широкий диапазон применения. Возможности использования метода для решения комплекса горно-геологических задач рассмотрены ранее (см. раздел 11.3). Здесь приведена методика решения лишь одной задачи – определения рациональной плотности разведочной сети.

Для решения прикладных геологоразведочных задач обычно используют данные эксплуатационной разведки. Подбор данных проводится на профилях, ориентированных по простиранию и падению рудных тел. Размеры между точками наблюдений соответствуют расстояниям между точками отбора проб в горных выработках или скважинах. Длина профилей соответствует параметрам рудных тел по исследуемым направлениям. Обработка материалов заключается в построении одномерных графиков изменчивости геологических

параметров в системе координат: содержание полезного компонента (мощность залежи) – расстояние. Затем проводится выравнивание (сглаживание) исходных данных, оценка уровненного строения, частотных и амплитудных характеристик изучаемых полей (геохимических, морфометрических).

Для обоснования плотности и геометрии разведочной сети применяется *способ геометрической автокорреляции,* соответствующий геометро-статистической модели (Рудничная…, 1986; Петруха, 2003). Способ позволяет вычислять значение радиуса геометрической автокорреляции (R_q, м) после выравнивания исходных данных по формуле: $R_q=L(1+2K_q)^{-1}$, *где* L – длина участка аппроксимации (исследуемого профиля), м; K_q – количество экстремальных значений аппроксимирующей поле функции на профиле; q – структурный уровень. Оптимальный шаг разведки принимается равным среднему значению радиуса геометрической автокорреляции, вычисленному по сечениям рудного тела (по простиранию и падению).

Геометро-статистическая модель используется для установления связи между уровнями частотной изменчивости параметра (R_q) и категориями разведанных запасов. Применение модели оправдано при преобладании закономерной составляющей изменчивости признака над случайной составляющей или при их равных соотношениях.

Обоснование оптимальной плотности разведочной сети для медноколчеданных месторождений Урала, выполненное Л. М. Петрухой (1991), позволило установить, что распределение меди, цинка, серы в рудных телах месторождений в основном изометричное. Оценка анизотропии (A) изменчивости геологоразведочных параметров, определенной как соотношение значений (R_q) по простиранию и падению рудных тел ($A=R_{q1} / R_{q2}$), показала, что среднее значение A=1,1, т. е. близко к единице. В связи с этим разведочная сеть на медноколчеданных месторождениях должна быть квадратной, а не прямоугольной (как это отражено в Методических рекомендациях ГКЗ).

Обоснование плотности разведочной сети с использованием аппарата стационарной случайной функции и геостатистической модели рассмотрены ранее (см. раздел 11.3).

Контрольные вопросы к теме 3

1. Принципы разведки. Для чего они разработаны?
2. В чем заключается принцип последовательных приближений?
3. Как реализуется принцип аналогии?
4. В чем заключается принцип максимальной эффективности?
5. На какие этапы и стадии подразделяется процесс геологического изучения недр?
6. На какой стадии геологоразведочных работ рудопроявление переходит в разряд месторождений?
7. Что такое – месторождение оценённое, месторождение разведанное?
8. Какой документ подготавливается по результатам разведки месторождения? Каково его содержание?
9. Какие виды горных выработок применяются при разведке? Охарактеризуйте условия их применения.
10. Перечислите преимущества и недостатки применения при разведке буровых скважин.

11. Какие геофизические методы применяются при изучении поверхности месторождений?
12. Какие задачи при разведке позволяет решать каротаж скважин?
13. Какие данные позволяют получить применение геофизических методов при изучении межскважинного пространства?
14. Что такое система разведки?
15. Типы разведочных сетей.
16. Плотность разведочной сети; какие факторы определяют ее обоснование?
17. В чем сущность способов аналогии и разрежения при обосновании плотности разведочной сети?
18. Как осуществляется сопоставление данных разведки и эксплуатации при обосновании плотности сети наблюдений?
19. Что лежит в основе математических методов обоснования плотности разведочной сети (статистического, геометро-статистического, геостатистического и др.)?

Тема 4
Подсчет запасов полезных ископаемых

КОНДИЦИИ ДЛЯ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Кондиции на минеральное сырье представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их разработки, обеспечивающим наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения (Методические рекомендации…, 2007; Временное руководство…, 1997). Кондиции – это основной инструмент геолого-экономической оценки месторождений. Они разрабатываются и уточняются в процессе геолого-экономической оценки месторождений по материалам их разведки и эксплуатации на основе специального технико-экономического обоснования (ТЭО).

Для подсчета запасов рудных месторождений, а также отдельных видов нерудного сырья (горно-химического, плавикового шпата, барита, графита, талька, асбеста, слюды), кондиции могут включать следующие параметры:

- бортовое содержание компонента в пробе или условия оконтуривания рудных тел в геологических границах;
- минимальное содержание компонента в краевой выработке;
- минимальное промышленное содержание компонента в подсчетном блоке, запасы которого относятся к балансовым;
- коэффициенты приведения содержания попутных компонентов к основному в комплексных рудах и минимальное их содержание, учитываемое при приведении;
- максимально допустимое содержание вредных примесей в краевой пробе, оконтуривающей выработке и по месторождению;
- минимальная мощность тел полезного ископаемого или минимальный метропроцент (метрограмм);
- максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;
- минимальный коэффициент рудоносности для месторождений с прерывистым и гнездовым распределением полезных компонентов;
- минимальные запасы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым.

По остальным типам месторождений полезных ископаемых (карбонатные породы, магнезиты, дуниты, цементное сырье и другие) кондиции для подсчета запасов включают:

- требования к качеству полезного ископаемого (или получаемой из него продукции) в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями или обусловленными результатами технологических испытаний;
- условия подсчета запасов по сортам (классам, маркам) конечной продукции;
- минимальную мощность тела полезного ископаемого;
- максимально допустимую мощность прослоев пустых пород и некондиционных руд, включаемых в подсчетный контур полезного ископаемого;

- минимальный выход конечной продукции.

Для каждого месторождения, в зависимости от геологического строения, горно-технических условий разработки и требований промышленности к качеству минерального сырья, учитывают только те их перечисленных параметров, которые необходимы для геолого-экономической оценки его промышленного назначения.

Рассмотрим важнейшие кондиционные показатели.

Бортовое содержание – это наименьшее содержание полезных компонентов в пробах, включенных в подсчет запасов, при оконтуривании по мощности тела полезного ископаемого в случае отсутствия четких геологических границ. Оно должно отвечать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. В комплексных месторождениях бортовое содержание выражается суммой содержаний полезных компонентов, имеющих промышленное значение. Эта сумма должна быть приведена к содержанию условного основного компонента, имеющего максимальную извлекаемую стоимость. Примеры оконтуривания месторождений при различных вариантах бортового содержания приведены на рисунках (рис. 32, 33).

Бортовое содержание определяется на основе повариантных подсчетов запасов. В качестве исходного варианта целесообразно применять бортовое содержание месторождения, аналогичного оцениваемому (по типу оруденения, размерам, морфологии рудных тел, вещественному составу руд, условиям разработки). Варианты с более высокими или низкими бортовыми содержаниями следует подбирать таким образом, чтобы разница в запасах руды, подсчитываемых при снижении (повышении) бортовых содержаний, составляла, как правило, не менее 10 % от общих запасов ближайшего варианта. Количество вариантов обычно не превышает 5 и чаще всего ограничивается значением 3. В случаях, когда сведения о бортовом содержании на аналогичном месторождении отсутствуют, первоначальную ориентировочную величину этого параметра в качестве исходного варианта определяют аналитическим путем, исходя из цены полезного компонента, коэффициента сквозного извлечения, разубоживания при добыче, удельных затрат на добычу и переработку. Последние определяются, исходя из укрупненных показателей намеченных систем добычи и переработки полезных ископаемых и предполагаемого масштаба месторождения. Для аналитического выражения бортового содержания применяются следующие формулы:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент:

$$С_{борт} = [(З_д + З_о) / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%,$$

где $З_д$ и $З_о$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды, руб.; $Ц_к$ – цена 1 т полезного компонента в концентрате без налога на добавленную стоимость (НДС), руб.; $И_о$ – коэффициент извлечения при обогащении, доли ед.; р – разубоживание при добыче, доли ед.;

б) при ценах на товарные концентраты ($Ц_к$) с установленным в них содержанием ($С_к$) полезного компонента:

$$С_{борт} = [((З_д + З_о) \cdot С_к) / (Ц_к \cdot И_о \text{ x } (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Оконтуривание рудных тел в соответствии с вычисленной величиной бортового содержания и подсчет запасов позволяют установить, какова будет экономическая

эффективность разработки месторождения, а также наметить величину прочих вариантов бортового содержания. При этом верхний предел бортового содержания не должен быть выше минимального промышленного содержания, подсчитанного с учетом налогов, платежей и отчислений; нижний предел бортового содержания не должен быть ниже уровня содержаний, при которых полезный компонент не извлекается в товарную продукцию.

Минимальное содержание компонента в краевой выработке устанавливается в тех случаях, когда выявлено закономерное снижение содержаний полезных компонентов в краевых частях рудного тела. Оконтуривание рудных тел в соответствии с минимальным содержанием в краевых выработках должно соответствовать наибольшему экономическому эффекту разработки месторождения. Это минимальное содержание определяется вариантным способом.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента в подсчетном блоке – это содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат и получение минимальной установленной прибыли.

Минимальное промышленное содержание без учета налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент:

$$С_{мин} = [(З_у + К_у \cdot Е) / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%,$$

где $З_у$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды, руб.; $К_у$ – удельные капитальные вложения в строительство горнопромышленного предприятия, руб.; Е – учетная ставка банка, доли ед.; при отсутствии инфляции принимается 5-6 %;

б) при ценах на товарные концентраты:

$$С_{мин} = [(З_у + К_у \cdot Е) \cdot С_к] / [(Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Минимальное промышленное содержание с учетом налогов, платежей и отчислений определяется по формулам:

а) при ценах на содержащийся в концентрате полезный компонент

$$С_{мин.\ н} = [(З_{ун} + К_у \cdot Е + Н_у) / (Ц_к \cdot И_о \text{ х } (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%\ ,$$

где $З_{ун}$ – эксплуатационные затраты на добычу и обогащение 1 т руды с учетом налогов, которые входят в структуру эксплуатационных затрат; $Н_у$ – налоги, платежи, отчисления на прибыль в расчете на 1 т годовой добычи руды;

б) при ценах на товарные концентраты

$$С_{мин.\ н} = [(З_{ун} + К_у \cdot Е + Н_у) \cdot С_к / (Ц_к \cdot И_о \cdot (1\text{-}р))] \cdot 100\ \%.$$

Приведенное содержание полезных компонентов комплексных руд к содержанию условного компонента осуществляется с использованием переводных коэффициентов. Эти коэффициенты определяются исходя из соотношения цен полезных компонентов и коэффициентов извлечения при обогащении руд. Минимальное содержание, учитываемое при приведении к содержанию условного компонента, принимается равным содержанию, при котором минеральное образование не извлекается при принятой технологии обогащения:

$$К_{пр} = (Ц_п \cdot И_п) / (Ц_о \cdot И_о),$$

где $Ц_о$ и $Ц_п$ – цена 1 т основного и попутного компонента в концентрате, руб.; $И_о$ и $И_п$ – соответственно их коэффициенты извлечения, доли ед.

Максимальные допустимые содержания вредных примесей у полезных ископаемых, используемых без обогащения, устанавливаются в пробе или в интервале разведочной выработки в соответствии с требованиями промышленности. Если при отработке месторождения предусматривается усреднение добытого минерального сырья, максимально допустимое содержание вредных примесей может быть установлено для подсчетного блока. При обогащении полезного ископаемого, когда вредные примеси полностью или частично переходят в концентрат и не извлекаются из него в дальнейшем, соответствующие ограничения вводятся для подсчетного блока. В случае, когда для удаления вредных примесей из концентрата требуется дополнительная переработка, их содержание в подсчетном блоке учитывается через величину минимального промышленного содержания полезного компонента.

Минимальная мощность полезного ископаемого и *максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных полезных ископаемых* устанавливается исходя из принятого способа и системы разработки месторождения. Целесообразность отработки рудных тел меньшей мощности, но с повышенным содержанием полезных компонентов, определяется по *метропроценту* (*метрограмму*) исходя из установленной минимальной мощности тела полезного ископаемого и бортового содержания.

В случае сложного строения рудных тел, когда рудные интервалы чередуются с безрудными, для уточнения величины максимально допустимой мощности прослоев пустых пород и некондиционных руд проводится подсчет запасов при разной мощности этих слоев по каждому из оцениваемых вариантов бортового содержания. Оценка влияния прослоев на размеры и форму рудных тел и последующую эффективность добычи и переработки полезного ископаемого позволяет установить оптимальную величину этого параметра кондиций.

Коэффициент рудоносности применяется в случае невозможности выделить и оконтурить в процессе геологоразведочных работ отдельные рудные тела. Минимальная величина коэффициента рудоносности устанавливается для подсчетного блока, исходя из минимально приемлемой рентабельности разработки месторождения, при определении которой наряду с общепринятыми затратами учитываются дополнительные, связанные с доразведкой и оконтуриванием рудных тел и их селективной выемкой.

Минимальные запасы изолированных тел полезных ископаемых, при которых они относятся к балансовым ($Q_{мин}$), устанавливаются исходя из дополнительных расходов, связанных с их вскрытием и отработкой, по формуле:

$$Q_{мин} = [К_д \cdot (1\text{-}р)] / [(Ц_{из} – З_{ун} – Н_у – К_д \cdot Е) \cdot (1\text{-}п)],$$

где $К_д$ – капитальные вложения, необходимые на проходку дополнительных вскрышных выработок, руб.; $Ц_{из}$ – извлекаемая в концентрат ценность полезных компонентов из 1 т руды, руб.; п – потери при добыче, доли ед.

ОКОНТУРИВАНИЕ ЗАПАСОВ

Оконтуривание является одной из самых ответственных операций при подсчете запасов. Оно заключается в ограничении рудных тел или их разведанных участков на площади и в разрезе.

Оконтуривание запасов ведется по промышленным кондициям. Запасы оконтуриваются по трем направлениям: *мощности, простиранию и падению* рудной залежи. Исходными материалами для оконтуривания служат данные геологической документации и результаты опробования.

Контур может представлять собой: 1) естественные границы рудных тел; 2) линию с бортовым содержанием; 3) линию с нулевым содержанием полезного компонента; 4) линию с минимальной промышленной мощностью рудного тела; 5) линии разных типов и сортов руд; 6) линии, разграничивающие запасы разных категорий; 7) линии участков с разными условиями вскрытия и разработки; 8) линии предельного содержания вредных примесей. Некоторые типы контуров приведены на рисунках 34, 35.

Если тело не имеет естественных природных границ, его оконтуривают чаще всего по бортовому содержанию или по минимальной промышленной мощности.

При оконтуривании запасов различают внутренний и внешний контуры. *Внутренний контур* – линия, соединяющая крайние точки с кондиционными содержанием и мощностью; *внешний контур* – линия, проведенная за пределами этих точек по более низким (некондиционным) показателям. Площадь между внутренним и внешним контурами принято называть *межконтурной полосой* (рис. 36).

Оконтуривание начинается с определения *опорных точек,* через которые затем проводится линия контура. Положение опорных точек устанавливают методами интерполяции и экстраполяции. *Метод интерполяции* заключается в определении мощности или содержания между смежными выработками. *Метод экстраполяции* состоит в определении мощности или содержания за пределами выработок. Различают *ограниченную экстраполяцию,* когда внешняя контурная линия проводится между рудной и безрудной точками, и *неограниченную экстраполяцию*, когда эта линия проводится за пределами контура выработок, где данные о параметрах рудного тела отсутствуют.

Положение опорной точки между двумя пробами определяется с помощью интерполяции, если содержание полезного компонента изменяется закономерно, то есть переход между рудой и вмещающими породами постепенный. При незакономерном изменении содержания промышленный контур проводят обычно через середину расстояния между пробами с кондиционным и некондиционным содержанием или даже через крайнюю кондиционную пробу. Положение опорной точки при экстраполяции принимается на половине, трети или четверти расстояния между выработками или определяется по естественным формам выклинивания рудных тел.

Для полого залегающих плоских изометричных тел площадь оконтуривается в плане, для крутопадающих плоских тел – на продольных разрезах и вертикальных проекциях. Для крутопадающих тел с выдержанными углами падения оконтуривание площади иногда проводят на проекции, параллельной плоскости падения.

Как во внутренних, так и во внешних контурах, производится блокировка запасов по категориям, типам и сортам руд, условиям залегания, вскрытия, разработки и т. д.

Вначале оконтуривание выполняется по отдельным выработкам, затем по отдельным разведочным сечениям (вертикальным или горизонтальным) и только потом в целом по рудному телу.

*Оконтуривание рудных тел в пределах отдельных разведочных выработок з*ависит от их ориентировки относительно рудного тела. В *секущих* выработках при наличии четких геологических контактов с вмещающими породами границы тела определяются по данным непосредственных наблюдений в забое горных выработок или по керну буровых скважин. При отсутствии четких геологических контактов границы тела полезного ископаемого определяются по результатам опробования и проводятся между породами, показавшими кондиционное и некондиционное содержание полезного компонента. При этом возможны 2 случая: а) если опробование выполнено сплошной бороздой, контур тела проводится по границе последней пробы, показавшей кондиционное содержание; б) если опробование проводится с интервалом между пробами, то границы промышленной части тела проводят между пробами способом интерполяции.

При незакономерном изменении содержания полезного компонента промышленный контур проводят обычно через середину расстояния между пробами, показавшими кондиционное и некондиционное содержание полезного компонента (рис. 37).

В *прослеживающих* выработках кроме распределения полезного компонента необходимо учитывать и характер выклинивания рудного тела. При резком выклинивании контур проводится по данным непосредственных наблюдений. При постепенном выклинивании учитывается характер изменения содержания и мощности.

Если содержание полезного компонента снижается постепенно, а мощность остается постоянной, то оконтуривание производится по содержанию. Здесь существуют те же два варианта, что и для секущих выработок: при опробовании сплошной бороздой контур проводят через границу последней кондиционной пробы, а при поинтервальном опробовании – методом интерполяции по приведенной выше формуле.

Если наблюдается постепенное уменьшение мощности тела, а содержание остается постоянным, то контур проводится либо по мощности, либо по метропроценту (метрограмму). Граница промышленной части тела определяется по следующим формулам:

$$X=L(M_{мин}-M_B)/(M_A-M_B),$$

где X – расстояние от точки B с некондиционной пробой пробы до контура тела; L – расстояние между кондиционной (A) и некондиционной (B) пробами; M_A и M_B –мощности тела соответственно в точках A и B; $M_{мин}$ – минимальная мощность, установленная кондициями;

$$X=L(M\%_{мин} - M\%_B)/(M\%_A - M\%_B),$$

где $M\%_{мин}$ – минимальный метропроцент, установленный кондициями; $M\%_A$ и $M\%_B$ – значение метропроцента соответственно в точках A и B.

Положение контура тела может быть намечено также по данным непосредственных замеров мощности в выработках.

Наконец, при одновременном уменьшении мощности тела и содержания полезного компонента оконтуривание производится по минимальному метропроценту (метрограмму).

Положение контура тела между двумя точками можно определять также графическим способом или специальной палеткой (транспарантом).

Учитывая, что расстояния между пробами обычно небольшие, особенно для руд цветных, редких металлов и золота, нередко поступают проще: проводят контур посередине между кондиционной и некондиционной пробами.

Оконтуривание тел полезных ископаемых по совокупности разведочных выработок производится на планах, разрезах или проекциях. При этом различают 3 случая проведения контура: 1) по опорным точкам, установленным непосредственно в выработках; 2) между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – некондиционными; 3) между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – отсутствием полезного ископаемого.

Проведение контура по опорным точкам, установленным непосредственно в выработках, выполняется двумя путями. При наличии четких геологических границ рудных тел опорные точки наносятся на планы, разрезы или проекции по данным непосредственных замеров в выработках (рис. 38). При отсутствии четких границ опорные точки определяются в пределах каждой выработки по данным химических анализов описанными выше способами. Оконтуривание состоит в соединении опорных точек.

Проведение контура тела полезного ископаемого между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, другая – некондиционными, производится в зависимости от характера распределения полезного компонента. При равномерном распределении и постепенном изменении содержания полезного компонента опорные точки определяются рассмотренным выше способом интерполяции с использованием приведенных формул, графически или с помощью палетки. При неравномерном распределении полезного компонента или неравномерном изменении мощности контур обычно проводят через середину расстояния между выработкой с кондиционными и выработкой с некондиционными показателями. На месторождениях с крайне неравномерным распределением полезного компонента контур рудного тела часто проводят через крайние кондиционные выработки.

Проведение контура тела полезного ископаемого между двумя крайними выработками, одна из которых характеризуется кондиционными показателями, а другая фиксирует полное отсутствие тела полезного ископаемого, осуществляется в зависимости от характера выклинивания тела. При резком выклинивании промышленный контур проводят через середину расстояния между выработками, то есть способом ограниченной экстраполяции. Кондиционная мощность тела, вскрытая выработкой, распространяется до середины расстояния между выработками. При закономерном, постепенном выклинивании рудного тела нулевой контур также проводят через середину расстояния между выработками, а положение подсчетного контура определяется способом интерполяции между выработкой с промышленной концентрацией полезного ископаемого и принятым нулевым контуром (рис. 39).

Описанные приемы оконтуривания тел обычно применяются для определения положения контура не только между разведочными выработками (рис. 40), но и между разведочными разрезами (линиями).

Определение контуров тел полезных ископаемых за пределами разведочных выработок, или неограниченная экстраполяция, практикуется для запасов низких категорий C_1 и C_2, подлежащих дальнейшей разведке. При оконтуривании используются разнообразные геологические, морфологические, геофизические, статистические и геометрические приемы.

ПАРАМЕТРЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Подсчет запасов полезных ископаемых в общем случае осуществляется по следующей схеме:

1) определяется объем залежи V как произведение площади S на среднюю мощность M: $V = S \cdot M$;

2) определяется запас руды Q как произведение объема V на объемную массу D: $Q = V \cdot D$, при этом обязательно учитывается естественная влажность руд;

3) определяется запас металла P как произведение запаса руды Q на среднее содержание металла C: $P = Q \cdot C \cdot 10^{-2}$, если содержание выражено в %, или $P = Q \cdot C \cdot 10^{-6}$, если в г/т.

Для одних полезных ископаемых (многие виды строительных материалов, природный газ, а в западных странах и нефть) подсчет запасов останавливается на вычислении объема. Количество некоторых иных видов сырья (железные руды, хромиты и др.) подсчитываются в виде запасов руды. Для большинства рудных элементов требуется расчет запасов металла.

Из приведенной схемы видно, что основными параметрами, необходимыми для подсчета запасов, являются площадь, средняя мощность, объемная масса руды и среднее содержание в ней полезных компонентов. Кроме того, могут использоваться разные поправочные коэффициенты.

Площадь устанавливается в результате оконтуривания рудных тел на планах и проекциях. Простые по конфигурации площади измеряются как геометрические фигуры, сложные – с помощью палетки, планиметра или курвиметра. В современных условиях площадь определяется с помощью компьютерных программ.

При наклонном залегании тела полезного ископаемого необходимо привести полученный замер площади к истинному значению, для чего вводят поправку на угол падения залежи β для замеров на плане по формуле:

$$S_{ист.} = S_{изм.} / \cos\beta,$$

для замеров на вертикальной проекции по формуле:

$$S_{ист.} = S_{изм.} / \sin\beta.$$

Мощность тела полезного ископаемого в пределах контура подсчета запасов определяется по данным горных и буровых работ, а также каротажа скважин. Если рудные тела имеют четкие геологические границы с вмещающими породами, их мощность устанавливается непосредственно с помощью замеров. Если четких геологических контуров нет, мощность рассчитывают по результатам секционного опробования по бортовому или минимальному промышленному содержанию полезного компонента.

В горных выработках мощность определяют замером расстояния от кровли до подошвы залежи при их документации и опробовании. Мощность рудных тел по данным бурения устанавливают прямыми или косвенными способами. Прямой способ – это расчет

мощности по керну при колонковом бурении и по данным опробования шлама при ударном бурении, косвенные – по данным каротажа скважин или по наблюдениям в процессе бурения за изменением скорости углубки скважин, за цветом или составом шлама.

Разведочные выработки часто пересекают тело полезного ископаемого не по истинной мощности, а под некоторым углом. При пологом залегании замеряется вертикальная мощность $M_в$, при крутом падении – горизонтальная $M_г$. По керну или геофизическим данным мощность определяется длиной рудного интервала $M_{скв}$. Эти так называемые наблюдаемые мощности отличаются от истинной мощности $M_{ист}$ и приводятся к ней по геометрическим формулам (рис. 41):

$$M_{ист.} = M_г \cdot \mathrm{Sin}\alpha,$$

$$M_{ист.} = M_в \cdot \mathrm{Cos}\alpha;$$

$$M_{ист.} = M_{скв.} \cdot \mathrm{Cos}(\alpha\text{-}\beta) \cdot \mathrm{Cos}\gamma,$$

где α – угол падения залежи, β – зенитный угол наклона скважины в месте пересечения залежи; γ – угол между азимутальным направлением скважины и азимутом падения залежи.

Среднее значение мощности определяется среднеарифметическим или средневзвешенным способом. Метод среднего арифметического применяют при более или менее равномерном распределении пунктов замера мощностей. В этом случае средняя мощность M определяется по формуле:

$$M = \sum m / n,$$

где n – количество замеров мощности.

Способ средневзвешенного применяется при резко неравномерном распределении точек замера и установленном направлении закономерностей изменчивости мощности. Средневзвешенная мощность рассчитывается по формуле:

$$M=\sum m \cdot l / \Sigma l,$$

где l – расстояние, на которое распространяется влияние значения данного замера мощности.

Объемная масса руды должна быть установлена с учетом естественной пористости, трещиноватости и кавернозности полезного ископаемого. Она определяется лабораторным или полевым способами. При применении лабораторного способа объемная масса определяется путем взвешивания образцов, покрытых пленкой парафина, в воздухе и в воде или взвешиванием и определением их объема в мерном сосуде. При полевом способе проходится горная выработка и вся добытая горная масса взвешивается, а пройденное пространство замеряется. Соотношение массы полезного ископаемого и объема даст объемную массу. Считается, что для определения объемной массы этим способом достаточно 10 м^3 полезного ископаемого. Этот способ более точный.

Объемная масса должна определяться для каждого сорта и типа полезного ископаемого, запасы которых учитываются самостоятельно. Количество определений объемной массы должно быть достаточным для надежного обоснования средних величин. Считается, что для однообразных по сложению полезных ископаемых достаточно 10-20, а для более сложных 20-30 определений объемной массы типичного материала для каждого сорта полезного ископаемого.

При этом обязательно учитывается *естественная влажность руды*, которая может достигать у отдельных полезных ископаемых 30-40 % и более. Учет естественной влажности необходим в связи с тем, что анализы проводятся с сухими навесками после просушивания проб при 105-110 ºС, а содержание полезных компонентов определяется для воздушно-сухой массы. Поэтому необходима поправка в содержание на влажность руды по формуле:

$$C_{вл.} = C_{сух.} \cdot (100 - B) / 100,$$

где $C_{вл.}$ – содержание полезного компонента по влажной руды, % или г/т; $C_{сух.}$ – то же в сухой руде; В – влажность, при которой определена объемная масса, %.

Чаще пересчитывают не содержание на сырую руду, а объемную массу сырой руды $D_{вл.}$ на сухую $D_{сух.}$ по формуле:

$$D_{сух.} = D_{вл.} \cdot (100 - B) / 100.$$

Естественная влажность определяется как отношение потери массы штуфа в результате высушивания к массе влажного образца и вычисляется путем сравнения массы проб влажного минерального сырья $Q_{вл.}$ с массой тех же проб, просушенных до постоянной массы при 105-110 ºС, $Q_{сух.}$, по формуле:

$$B = 100 \cdot (1 - Q_{сух.} / Q_{вл.}).$$

Необходимо учитывать, что влажность не является величиной постоянной и изменяется в зависимости от глубины залегания полезного ископаемого, времени года, уровня грунтовых вод и др.

Среднее содержание определяется как среднеарифметическое или средневзвешенное по скважине, выработке, горизонту, блоку, участку и месторождению в целом. Чаще всего применяют среднее содержание, взвешенное на длину проб, то есть на их мощность.

Поправочные коэффициенты вводятся для *уменьшения запасов* при прерывистом (дискретном) оруденении, разобщенности рудных тел, наличии безрудных даек, участков пустых пород, валунов и т. п. Коэффициенты для *увеличения запасов* применяются при избирательном выкрашивании рудных компонентов из керна, при намыве ценных компонентов при разработке россыпей. Могут вводиться поправочные коэффициенты на систематические погрешности химанализов, замеров мощностей в скважинах и др.

МЕТОДЫ ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

Существует довольно много разных методов подсчета запасов. Все они основаны на определении объема подсчетных контуров, которые сравниваются с равновеликими геометрическими фигурами. Запасы подсчитываются по простейшим формулам:

$$V = S \cdot m,\ Q = V \cdot d,\ P = Q \cdot C / 100,$$

где V – объем тела полезных ископаемых, S – площадь тела на проекции, m – средняя мощность, Q – запасы руды, d – объемная масса руды, C – среднее содержание полезного компонента в %.

Наибольшим распространением пользуются методы геологических и эксплуатационных блоков, разрезов и статистический.

Метод геологических блоков является универсальным для подсчета запасов плоских тел. При этом методе выделяют блоки разной величины, отличающиеся по степени разведанности, мощности, содержанию полезных компонентов, типам и сортам руд, технологическим свойствам, гидрогеологическим и горнотехническим условиям (рис. 42).

Частным случаем этого метода является *метод среднего арифметического,* когда все тело рассматривается как один подсчетный блок.

Метод эксплуатационных блоков применяется также для подсчета запасов плоских тел, разделенных горными выработками и буровыми скважинами на эксплуатационные блоки. Оконтуривание и подсчет запасов по каждому блоку аналогично методу геологических блоков (рис. 43).

Метод разрезов применяют для подсчета запасов изометричных, трудообразных и сложных по форме тел (рис. 44, 45). Разрезы могут быть *вертикальными* или *горизонтальными*. Заключенная между смежными разрезами часть рудного тела рассматривается как призма, если площади смежных сечений близки, или как пирамида, если эти сечения существенно различаются по площади. Объем части рудного тела между двумя разрезами определяется соответственно по формуле для призмы или пирамиды. Объем крайних блоков, каждый из которых опирается на один разрез, определяется по формуле клина. При непараллельных разрезах вносятся соответствующие поправки к подсчету объемов. Среднее содержание определяют вначале для каждого разреза. В блоке, ограниченном двумя разрезами, оно вычисляется как среднеарифметическое или средневзвешенное на площадь сечения.

При крайне дискретном оруденении подсчет запасов проводят *статистическими методами*. Это относится в основном к месторождениям IV группы, когда совмещаются разведка и эксплуатация. По результатам этих работ оценивается средняя продуктивность исследуемого участка и распространяется на менее изученную потенциально рудоносную часть месторождения.

ПОДСЧЕТ ЗАПАСОВ СОПУТСТВУЮЩИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

К попутным полезным ископаемым относятся минеральные комплексы (горные породы, руды, подземные воды, рассолы), добыча которых при разработке основного полезного ископаемого экономически целесообразна. К *попутным компонентам* относятся заключенные в полезных ископаемых минералы, металлы и другие химические элементы в их соединениях, которые не имеют определяющего значения для промышленной оценки месторождения, но при переработке полезных ископаемых могут быть рентабельно извлечены и реализованы на внутреннем или международном рынке.

Попутные полезные ископаемые и компоненты в зависимости от форм нахождения, связи с основными для данного месторождения полезными ископаемыми и компонентами и с учетом требований, предъявляемых промышленностью к условиям их разработки (извлечения), разделяются на три группы (Шевелев, 2004). *К первой группе* относятся попутные полезные ископаемые, образующие самостоятельные пласты, залежи или рудные тела в породах, вмещающих основные рудные тела:

- железные руды на марганцевых месторождениях;

- серный колчедан, барит-полиметаллические руды, золотосодержащие кварциты на медноколчеданных месторождениях;
- свинцовые и медно-свинцовые руды на месторождениях медистых песчаников;
- огнеупорные глины, каолины на месторождениях бокситов и угля и др.

К этой же группе относятся вскрышные породы, по составу и свойствам пригодные для производства строительных материалов или для других целей, а также торф и в некоторых случаях почвенно-растительный слой и породы, пригодные для использования в сельском хозяйстве.

К жидким попутным полезным ископаемым относятся подземные воды, участвующие в обводнении подземных горных выработок, если они пригодны для водоснабжения, извлечения из них ценных компонентов или бальнеологических целей.

Ко второй группе относятся попутные компоненты, образующие собственные минералы, которые при обогащении могут быть выделены в самостоятельные концентраты или промпродукты, а в отдельных случаях накапливающиеся в продуктах обогащения основных компонентов в количестве, допускающем их последующее извлечение на экономически рациональной основе.

В эту группу могут быть объединены:
- титановые, медные и ванадийсодержащие минералы, золото- и кобальтсодержащий пирит, иногда апатит, гатчеттолит, бадделеит в железных рудах;
- сера (пирит и другие сульфиды), минералы свинца, цинка, серебра, самородное золото, кобальтсодержащий пирит в медноколчеданных рудах;
- молибденит в меднопорфировых месторождениях в гранитоидах, ванадийсодержащие минералы, апатит, титаномагнетит – в габброидах;
- минералы кобальта и серебра в медно-никелевых месторождениях;
- минералы меди, висмута, серебра, барит, флюорит в полиметаллических рудах и др.

К третьей группе относятся разного рода примеси в минералах основных и попутных компонентов (изоморфные, механические, микровключения собственных минералов и др.), а также органические, металлические или металлоорганические соединения в углях и углистых породах. Преобладающую часть попутных компонентов третьей группы составляют рассеянные элементы, широко распространенных в разных твердых полезных ископаемых при весьма низком содержании. К этой же группе относятся примеси в рудных минералах золота, серебра, платиноидов, тантала, молибдена и др.

При обогащении полезных ископаемых эти компоненты накапливаются в концентратах основных компонентов, а при переработке концентратов или непосредственном использовании полезных ископаемых в металлургическом, химическом, энергетическом и других производствах концентрируются в товарных продуктах или отходах.

К этой же группе относятся попутные компоненты, присутствующие в нефти и газе и выделяемые лишь при их переработке, а также заключенные в подземных минерализованных водах или рассолах. Состав попутных компонентов третьей группы зависит от вида полезного ископаемого и типа руд.

В полиметаллических рудах присутствует сурьма, кадмий, теллур, таллий, галлий, иногда германий.

Медноколчеданные руды обычно содержат селен, кадмий, теллур, реже таллий, индий, иногда кобальт, висмут, галлий и германий. В медистых песчаниках присутствует рений, реже германий, селен и таллий. В медно-никелевых рудах содержатся платиноиды, кобальт, сера, селен, теллур, таллий, галлий, германий.

Для медно-молибденовых руд характерно присутствие рения, селена, теллура, в меньшей степени индия, германия и галлия. Высокими концентрациями рения и низкими селена, теллура, германия и галлия характеризуются молибденовые руды.

Сульфидно-касситеритовым рудам обычно свойственны повышенные концентрации индия, кварц-касситеритовым и вольфрамитовым – скандия, иногда тантала. В кварц-золоторудных месторождениях нередко присутствует теллур, а в золотосульфидных – индий, кадмий, селен, теллур и платина.

Бокситы содержат галлий, ванадий, скандий, алуниты и нефелины – галлий и ванадий. Иногда в алюминиевом сырье в небольшом количестве содержится германий. В месторождениях калийных солей присутствует бром и рубидий, иногда цезий, в некоторых месторождениях каменной соли – литий.

В апатит-нефелиновых рудах содержится титан, галлий, стронций, редкие земли.

Угли и углистые породы могут содержать повышенное содержание германия, урана, галлия, реже – ванадия и рения. В подземных водах наряду с йодом и бромом присутствуют соединения магния, калия, бора, иногда лития, рубидия, цезия, стронция, германия и другие компоненты.

Изучение и геолого-экономическая оценка попутных полезных ископаемых и компонентов производится на всех стадиях геологоразведочных работ и в процессе освоения месторождения.

Запасы попутных полезных ископаемых (компонентов руд) должны подсчитываться способом, отвечающим характеру их залегания в месторождении или распределения в рудах, также учитывающим особенности промышленного использования запасов, которые определяют уровень и показатели их оценки.

При подсчете запасов попутных полезных ископаемых первой группы, образующих самостоятельные рудные и нерудные залежи во вскрыше месторождений, используются способы, применяемые при подсчете запасов аналогичных видов сырья в самостоятельных месторождениях.

Подсчет запасов попутных компонентов второй группы осуществляется в контурах запасов основного полезного ископаемого в соответствии с существующими для них требованиями. Для их изучения и оценки проводятся специальные минералого-геохимические исследования руд и отбираются групповые пробы.

Запасы попутных компонентов третьей группы подсчитываются и учитываются в месторождениях, целесообразность промышленного освоения которых обеспечивается экономикой извлечения основного компонента. При этом подсчет запасов попутных компонентов данной группы выполняется исключительно в пределах контура подсчета балансовых и забалансовых запасов основного компонента.

Комплексное изучение полезных ископаемых должно сопровождаться статистической обработкой результатов опробования на основные и попутные компоненты для обоснования возможности подсчета попутных компонентов корреляционно-регрессионным способом. Статистической обработке должно предшествовать выявление по данным минералогических исследований геохимической связи между отдельными попутными и основными компонентами, выражающейся в преобладании приуроченности того или иного попутного компонента к минералам одного из основных компонентов.

Параметры кондиций для подсчета запасов должны содержать:

- для каждого технологического типа полезного ископаемого – перечень попутных компонентов, запасы которых подлежат подсчету как балансовые;
- минимальное содержание попутных компонентов, учитываемые при приведении к условному содержанию основного компонента; переводные коэффициенты;
- минимальные содержания попутных компонентов в подсчетных блоках и отдельных рудных телах (залежах, пластах), если раздельная выемка и переработка полезных ископаемых с целью извлечения этих компонентов технически возможна и экономически целесообразна;
- дополнительные условия подсчета валовых и извлекаемых запасов попутных компонентов: по содержанию в рядовых или групповых пробах, по содержанию в минералах или концентратах, в целом по месторождению, по отдельным рудным телам или в подсчетных блоках.

ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

Сопоставление данных разведки и эксплуатации показывает, что расхождения в определении контуров рудных тел, подсчетных параметров, количественных и качественных показателей неизбежны. Причины этого в том, что разведка осуществляется по прерывистой сети наблюдений, а за пределами разведочных выработок параметры оруденения определяются путем интерполяции и экстраполяции. С другой стороны, при эксплуатации имеют место потери и разубоживание руд, которые при проектировании эксплуатации учитываются приближенно, что тоже вносит свой вклад в расхождение данных разведки и эксплуатации.

Небольшие отклонения рассматриваются как погрешности подсчета запасов. Если ошибки значительны, то говорят о неподтверждении запасов или качества минерального сырья.

Погрешности, возникающие при подсчете, подразделяются на три основные группы: геологические, технические и методические.

Геологические погрешности, или ошибки аналогии, возникают в результате распространения фактических данных, полученных при разведке по отдельным выработкам и скважинам, на соседние участки. Эти погрешности подвержены резким колебаниям, величина их зависит от степени изменчивости параметров оруденения, а также от плотности и равномерности разведочной сети. Геологические погрешности приводят к наиболее крупным ошибкам подсчета запасов, достигающим для категорий А и В до 10-15 %, а в отдельных случаях и выше.

Наиболее типичными геологическими ошибками являются объединение разрозненных мелких рудных тел в крупные, включение в один блок разных по качеству, технологии переработки или условиям залегания руд.

Технические погрешности связаны с техникой замеров и определения исходных параметров для подсчета запасов. Эта группа включает точность замеров мощности, химических анализов, определения объемной массы, естественной влажности и т. д.

Технические ошибки могут быть случайными и систематическими. Неизбежные случайные погрешности обычно не оказывают существенного влияния на точность определения запасов, поскольку, обладая переменным знаком, они взаимно компенсируются.

Систематические погрешности значительно более опасны, так как искажают результаты подсчета запасов, регулярно завышая или занижая их. Если имеются данные о систематических погрешностях, то категории запасов должны быть снижены. Систематические погрешности и их величина устанавливаются специальными контрольными методами, которые позволяют определить соответствующие поправочные коэффициенты и откорректировать результаты подсчета. К ним относятся коэффициент рудоносности, поправочный коэффициент к результатам химических анализов, к объемной массе и др. Систематические погрешности считаются недопустимыми и требуют устранения, хотя это не всегда удается.

Методические погрешности связаны с применением разных методов подсчета запасов. В целом, применение того или иного метода не оказывает существенного влияния на результаты подсчета. Различия обычно составляют 1-5 %, что находится в пределах точности технических операций подсчета. Снизить методические погрешности до минимума позволяет выбор метода подсчета запасов, который наиболее полно соответствует методике разведки и особенностям геологического строения месторождения, дает возможность учитывать распределение качественных показателей (типов и сортов руд) и в то же время сократить затраты времени и средств на разведку.

Оценка погрешностей подсчета запасов в процессе разведки является довольно сложной операцией. В действующих нормативных документах рекомендуется осуществлять подсчет запасов несколькими методами (Шевелев, 2004; Авдонин 2007).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДСЧЕТЕ ЗАПАСОВ

В последнее время при подсчете запасов все в большей степени используют компьютерные технологии. В том числе, применяют приемы блочного моделирования, реализуемые на основе геоинформационных систем (Micromine, Surpak, Datamine и др.).

При обосновании методики моделирования необходимо учитывать особенности геологического строения месторождения, степень его изученности и последовательность проведения разведочных работ. Общая схема компьютерного моделирования и подсчета запасов включает:

- импорт базы геологоразведочных данных;
- проверку базы данных, ввод дополнительной информации;

- статистический анализ данных опробования и определение природных (естественных) бортовых содержаний компонентов;
- оконтуривание рудных тел с использованием кондиций и естественного бортового содержания;
- геометризацию месторождения – каркасное моделирование рудных тел, тектонических нарушений и т. д. (рис. 46);
- геостатистический анализ исследуемых компонентов;
- определение параметров интерполяции;
- блочное моделирование (рис.47);
- интерполяцию содержаний в блочную модель, используя альтернативные методы (обычный кригинг, индикаторный кригинг, метод обратных расстояний и др.);
- оценку запасов и их сравнение с более ранними оценками;
- классификацию запасов/ресурсов.

Схема построения блочной модели (БМ) показана на рисунке 48 (Рекомендации…, 2014).

Блочное моделирование основывается на разделении пространства месторождения на элементарные блоки (ячейки), в которых значения свойств объекта (в частности содержания полезного компонента) интерполируются из исходных данных опробования с учетом рассчитанных весовых коэффициентов. Для этого используются разные методы интерполяции, среди которых чаще применяются метод обратных расстояний (детерминистический способ) и кригинг (геостатистический метод).

Наиболее перспективным является *кригинг*, в основе которого лежат геостатистические исследования данных опробования. Геостатистика на сегодня является наиболее мощным инструментом для получения достоверной информации о запасах полезных ископаемых в недрах, оптимального планирования их отработки и проведения геологоразведочных работ. Геостатистический метод решает *две основные задачи*: нахождение наиболее вероятной оценки запасов руды и определение точности этой оценки.

Предварительной стадией геостатистического исследования является статистический анализ: расчет гистограммы распределений значений содержаний компонентов полезных ископаемых по классам, построение графика накопленных частот, подбор законов распределения данных и определение основных статистических параметров. Вид гистограммы позволяет фиксировать явные погрешности в исходных данных геологического опробования. Следующий этап – вариограммный анализ (вариография). Используется экспериментальная вариограмма, которая строится по результатам опробования (выборочным данным) и учитывает все пары проб, удаленных на некоторое расстояние. Вариограммный анализ начинается без учета направления вектора расстояния. Полученная функция отражает такие свойства случайной величины как: стационарность, наличие эффекта самородков, значение порога и зону влияния. Эти характеристики подбираются в интерактивном режиме с помощью моделирования теоретической функцией, аппроксимирующей дискретную экспериментальную вариограмму. Для дальнейшего исследования необходимо изучить характер корреляционных связей между пробами в различных направлениях, для чего следует

построить вариограммы по направлениям. Для каждого направления определяется зона влияния (см. раздел «11.3. Математические способы…). Это необходимый шаг для выявления анизотропии залежи и взаимного влияния значений случайных величин.

Следующей стадией после вариограммного анализа залежи является ее моделирование и оценка запасов. Размеры блоков блочной модели выбираются с таким расчетом, чтобы получить наиболее детальную оценку запасов по всему объему месторождения. Заключительный этап анализа – кригинг (геостатистическая оценка содержаний полезных ископаемых).

Кригинг. Предпосылкой развития геостатистических методов послужило расхождение между содержаниями многих металлов в разведочных пробах и в реально извлекаемых объемах руд. Точность оценки зависит от ряда факторов: количества проб и их значений, расположения проб (здесь важна равномерность их размещения), расстояния между пробами и точкой в середине оцениваемого блока, наличие пространственной непрерывности рассматриваемой переменной. Кригинг – метод интерполяции, который учитывает все эти факторы, был придуман южноафриканским горным инженером Д. Криге и потом усовершенствован Ж. Матероном.

В большинстве методов интерполяции сначала задается диаметр поискового круга (или эллипса). Все точки, попавшие в поисковый круг, используются для расчета взвешенного среднего, которое будет приписано середине элементарного блока. Веса, с которыми будут учитываться исходные точки, зависят (в той или иной мере) от расстояния от узла до этой точки. Разные методы интерполяции – это разные способы взвешивания исходных данных в зависимости от расстояния. В кригинге, как методе интерполяции, взвешивание производится сложнее, чем в других методах. Допустим, что в поисковый круг попали несколько проб. Расстояния между пробами и расстояния между серединой оцениваемого блока или его границами используется для снятия вариограмных значений с модельной вариограммы. Затем вариограмные значения заносятся в матрицы системы линейных уравнений; рассчитываются коэффициенты уравнений, которые и являются весами значений компонента в пробах. После рассчитывается оценка элементарного блока модели рудной залежи.

При решении способом, выбранным Ж. Матероном, появляется небольшое по величине число μ – множитель Лагранжа. Чем множитель меньше, тем более надежно решена система линейных уравнений.

Кригинговая оценка рассчитывается по формуле:

$$Z_k = \sum_{i=1}^{n} a_i Z_i,$$

где Z_k – кригинговая интерполяционная оценка изучаемой переменной; Z_i – значения переменной в n точках, попавших в круг поиска; a_i – веса. Обычно на практике в поисковый круг попадает несколько десятков или также сотен окружающих проб. Соответственно и матричное уравнение расширяется до сотен строк и столбцов. Считается, что кригинг – это интерполяционная процедура, дающая оценки с наименьшей дисперсией.

Другие методы интерполяции основаны на наличии заданной аналитической зависимости между значениями в пространстве, выраженной формулой. Наиболее часто используются линейные интерполяторы. К ним относится *метод обратных расстояний*

(IDW).При его использовании учитываются расстояния ячейки от близлежащих разведочных выработок. Чем дальше находится разведочная выработка от ячейки, тем слабее ее влияние. Значение параметра *z* в ячейке находят по формуле средневзвешенного:

$$z = \sum_{i=1}^{n}(z_i p_i / \sum p_i),$$

где z_i – значения параметра в разведочных выработках; p_i – весовые коэффициенты, зависящие от расстояния *r* ячейки от разведочных выработок; *n* – количество близлежащих разведочных выработок. Весовые коэффициенты определяют по формуле $p_i = 1/r_i^2$. В расчет параметра *z* включают разведочные выработки, расположенные не далее некоторого заранее заданного расстояния от ячейки. Если центр ячейки совпадает с какой-либо разведочной выработкой, значение *z* принимается таким же, как в разведочной выработке (Поротов, 2004).

В ГКЗ за последние два десятилетия накоплен достаточно большой опыт применения блочного моделирования при подготовке ТЭО и подсчете запасов. Примерами объектов, где блочное моделирование использовалось для решения сформулированных задач, являются золоторудные месторождения (Наталкинское, Тасеевское, Куранах, Дегдекан, Чертово Корыто, Верненское, участок Перевальный, Попутненское, Штурмовское и др.), урановорудные (Орловское, Березовское, Горное), медно-порфировые (Михеевское, Песчанка, Молмыж, Томинское и др.), редкометалльные (Зашихинское), а также ряд других. Запасы золоторудного месторождения Кючус утверждены ГКЗ по данным блочного моделирования (Рекомендации…, 2014).

Удовлетворительная сопоставимость результатов подсчета запасовдля разных вариантов кондиций отмечается для месторождений с зональным типом пространственного размещения оруденения, например, на медно-порфировых объектах (Песчанка, Томинское, Михеевское, Молмыж). Для корректной геометризации запасов в них может быть применена методика локального анизотропного кригинга (ЛАК). Она позволяет определить ориентировку осей анизотропии в локальных участках объекта на основе минимизации дисперсии по пробам, попадающим в границы эллипсоида при разных вариантах его положения. Эта процедура наиболее эффективна при достаточно плотной сети наблюдений.

На месторождениях сложного строения с высокой изменчивостью геологоразведочных параметров расхождения в оценке запасов отмечаются наиболее часто. Дополнительными факторами, осложняющими применение блочного моделирования, являются недостаточная плотность сети по отдельным участкам месторождения и высокие значения эффекта самородков. К объектам этого типа можно отнести жильные зоны, штокверки и штокверкоподобные золоторудные месторождения.

Основным приемом, позволяющим добиться удовлетворительной сопоставимости результатов для разных способов подсчета запасов, является построение каркасов, опирающихся на рудные интервалы, выделенных по соответствующим кондиционным показателям. Этот прием требует построения отдельных «жестких» каркасов для каждого варианта бортового содержания, но считается достаточно трудоемким.

Таким образом, информационные технологии являются т*ехническим*, а геостатистическое и блочное моделирование месторождений твердых полезных ископаемых – *методическим средством* подсчета запасов и технико-экономического

обоснования кондиций, удовлетворяющим требованиям международного аудита. Учет их необходим для рационального недропользования в Российской Федерации, а также привлечения иностранных инвестиций.

Контрольные вопросы по теме 4

1. Содержание и назначение промышленных кондиций
2. Основные кондиционные показатели
3. Применение и определение бортового содержания
4. Применение и определение минимального промышленного содержания
5. Виды контуров запасов полезных ископаемых
6. Последовательность оконтуривания запасов
7. Методические приемы оконтуривания запасов
8. Определение параметров подсчета запасов
9. Характеристика ведущих методов подсчета запасов
10. Особенности подсчета запасов попутных полезных ископаемых

Тема 5
Геолого-экономическая оценка месторождений

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЭО

Геолого-экономическая оценка (ГЭО) месторождений заключается в определении количества и качества запасов полезного ископаемого в недрах, выявлении условий залегания и добычи, обосновании технико-экономических показателей разработки. ГЭО – важнейшая составная часть геологоразведочного процесса. Она призвана определить промышленную значимость объекта в наиболее эффективном варианте его возможного промышленного освоения.

Основными задачами ГЭО являются (Временное…, 1998):

- определение количества и качества балансовых и забалансовых запасов, а также обоснование кондиций для их подсчета;
- расчет технико-экономических показателей промышленной ценности месторождения;
- обоснование оптимального варианта освоения месторождения;
- расчет размера регулярных платежей за право пользования недрами и др.

ГЭО промышленного значения месторождений производится на всех без исключения стадиях геологоразведочных работ и разработки (см. раздел 5 «Стадийность ГРР»). Однако содержание этого вида исследования во многом зависит от фактического материала, позволяющего дать объективную оценку качества и количества выявленных запасов или прогнозных ресурсов. Только на стадии разведки, в меньшей степени на стадии оценочных работ, могут быть получены достаточно полные сведения о геологическом строении объекта, позволяющие объективно охарактеризовать качество и количество запасов полезного ископаемого, технологические свойства минерального сырья, горнотехнические, гидрогеологические, экологические условия отработки. На стадиях регионального геологического изучения недр и поисковых работ оцениваются лишь прогнозные ресурсы. Практическая значимость прогнозных ресурсов определяется по результатам их ГЭО, когда устанавливается вероятное промышленное значение прогнозируемых месторождений.

Геологическое обоснование прогнозных ресурсов осуществляется в соответствии с Методическим руководством (Методическое руководство по оценке…, Богданов и др., 1986) и с учетом современных представлений по геолого-промышленных типам месторождений (на основе принципиальных геолого-генетических моделей процессов рудообразования).

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГЭО

Географо-экономическая характеристика района

Приводится географическое и административное положение месторождения, его удаленность от ближайшей железнодорожной станции, автомобильных дорог, населенных пунктов и возможного потребителя сырья; природно-климатические условия; освоенность района, население, его занятость, возможные источники энергоснабжения, обеспеченность стройматериалами.

Геологическое строение района

Приводятся краткие сведения об изученности и геологическом строении района, о закономерностях размещения месторождений всех видов минерального сырья.

Геологическое строение месторождения

Особенности геологического строения; структурные, литологические и иные факторы, определяющие условия залегания, морфологию рудных тел, вещественный состав руд, распределение основных и попутных компонентов, а также вредных примесей; наличие обогащенных участков и закономерности их размещения; сведения об изменчивости основных параметров рудных тел по простиранию и падению. Наличие промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, подлежащих раздельной добыче и переработке; характеристика их качества. Наличие и закономерности распределения безрудных прослоев, характеристика слагающих их пород.

Для россыпных месторождений – характеристика особенностей формы, размеров и состава продуктивного «пласта», состава и мощности «торфов», строение плотика; содержание ценных компонентов; размер, форма и прочие особенности зерен полезных минералов, пробность золота.

Группа сложности месторождения в соответствии с классификацией запасов и прогнозных ресурсов.

Методика геологоразведочных работ

Сведения о проведенной топографической съемке, системе координат и привязке разведочных выработок.

Изученность поверхности месторождения – геологическая съемка, геохимические и геофизические исследования, проходка шурфов и канав.

Изученность глубоких горизонтов месторождения – система разведки; плотность разведочной сети; обоснование участка, разведанного по более высокой категории; сводная таблица видов и объемов геологоразведочных работ; объем выработок, участвующих в подсчете запасов.

Глубина, диаметры и конструкция разведочных скважин, способ и технология бурения, результаты замеров зенитных и азимутальных искривлений скважин. Выход керна линейный, по массе или объемный; интервалы с низким выходом керна, избирательное истирание керна, поправочные коэффициенты, выход шлама по массе или объемный при шарошечном или ударном бурении.

Методика и техника геофизических работ – основные результаты, случайные и систематические погрешности геофизических измерений.

Методика опробования буровых скважин и горных выработок, качество опробования, оценка достоверности результатов, наличие систематических погрешностей, поправочные коэффициенты, схема обработки проб. Групповые пробы, методика их составления.

Аналитические работы: объемы, методы проведения основных, контрольных и арбитражных анализов, соответствие их действующим стандартам или другим нормативным документам. Результаты обработки данных контроля, качество анализов,

оценка влияния низкого качества анализов на результаты подсчета запасов (определение мощности, площади рудных тел, содержания и т. п.). Обоснованность предполагаемых поправочных коэффициентов.

Методы и число определений объемной массы для разных типов и сортов полезных ископаемых. Обоснование значений объемной массы, принятых для подсчета запасов.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Основные водоносные горизонты, наиболее обводненные участки и зоны, их взаимосвязь с поверхностными водотоками, химический состав и бактериологическое состояние поверхностных и подземных вод; величина ожидаемых, а также максимально возможных водопритоков в горные выработки. Для россыпных месторождений, предназначенных для дражной отработки – возможность устройства плотин с целью подъема воды.

Источники питьевого и технического водоснабжения горного предприятия, оценка дальнейшего использования подземных вод месторождения для целей водоснабжения или извлечения ценных компонентов, а также их очистки при сбросе в поверхностные водотоки.

Инженерно-геологические особенности пород месторождения – состав, трещиноватость, тектоническая нарушенность, способность полезных ископаемых к самовозгоранию, радиационная характеристика полезного ископаемого и вмещающих горных пород, возможность возникновения оползней, селевых потоков и т. д. При наличии многолетней мерзлоты необходимо выявить глубины распространения и температурный режим.

ГОРНОТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

Способ разработки месторождения

Выбор способа разработки месторождения зависит от глубины и условий залегания тел полезных ископаемых и производится с учетом экономико-географических и горно-технологических факторов. Оценке подлежат следующие варианты освоения месторождения:

- открытый способ,
- подземный,
- открытый и подземный (комбинированный),
- геотехнологический.

Применение открытого способа разработки устанавливается с помощью предельного коэффициента вскрыши ($К_в^п$), вычисляемого по формуле:

$$К_в^п = (С_п – С_о) / С_в,$$

где $С_п$ – себестоимость добычи 1 т руды при подземном способе разработки, руб.; $С_о$ – то же при открытых работах без учета затрат на выемку пустых пород; $С_в$ – себестоимость 1 т вскрыши, руб.

При комбинированном способе границу освоения месторождения открытым способом устанавливают исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого открытым и подземным способами.

Система разработки

Выбор системы разработки и ее основных элементов производится исходя из анализа геологических и горнотехнических условий месторождения.

Потери и разубоживание

Их величину следует устанавливают в значениях, характерных для принятой системы разработки с учетом горно-геологических условий месторождения.

Величина потерь обычно составляет:

- 3-7 % при системах отработки с креплением и закладкой очистного пространства;
- 8-20 % с открытым выработанным пространством и магазинированием руды;
- 15-20 % с массовым обрушением;
- 4-6 % при открытом способе разработки.

Величины разубоживания:

- 5-10 % при системах с магазинированием, креплением и закладкой выработанного пространства;
- 15-20 % при системах с массовым обрушением;
- 5-10 % при открытом способе разработки.

Производительность предприятия и продолжительность периода разработки являются важнейшими оценочными показателями, определяющими себестоимость добычи, капитальные вложения в промышленное строительство и сроки строительства предприятия. Устанавливаются в зависимости от запасов месторождения, особенностей геологического строения, горно-технических условий эксплуатации. Если существуют ограничения потребности в данном сырье, особые природоохранные и другие факторы, регламентирующие добычу, то ограничивается и производительность предприятия.

В зависимости от величины эксплуатационных запасов, горно-геологических особенностей месторождения и способа отработки, годовую производительность можно определить, руководствуясь горно-техническими условиями. Порядок ее расчета установлен в нормах технологического проектирования и осуществляется при оценке объекта по результатам разведки в базовых вариантах оконтуривания.

Для расчета годовой производительности по добыче руды при оценке по результатам поисковых и оценочных работ можно использовать метод аналогии или рекомендовать упрощенные методы, отражающие статистическую зависимость между величиной эксплуатационных запасов и средней продолжительностью работы рудника. В этих целях используются табличные материалы, подготовленные ВИЭМС и представленные в методических разработках для практических занятий.

Для расчета эксплуатационных запасов руд ($З_э$) используется следующая формула:

$$З_э = З \cdot (1 - п) / (1 - р),$$

где З – запасы полезного ископаемого в недрах, тыс. т; п – потери при добыче, доли ед., р – разубоживание при добыче, доли ед.

Коэффициент изменения качества руды при добыче (Р) можно рассчитать, допуская отсутствие полезного компонента в засоряющих породах, по формуле:

$$Р = 1 – р.$$

Этот упрощенный метод, предложенный Тэйлором (Хилл, 1999), позволяет рассчитывать годовую производительность как частное от деления эксплуатационных запасов на срок эксплуатации.

Следует подчеркнуть, что рассчитанная тем или иным способом годовая производительность предприятия является проектной и ее достижение требует определенного срока. Применительно к оценочным расчетам в условиях рыночных отношений неучет фактора времени достижения проектной производительности приводит к существенному искажению результатов экономической эффективности освоения месторождения независимо от того, проводится ли оценка по результатам поисковых, оценочных или разведочных работ.

Нужно учитывать также опыт рационального обеспечения запасами горнорудных предприятий:

- на 20-25 лет обычно обеспечиваются запасами рудники и карьеры черной металлургии, а крупные горнодобывающие комбинаты – не менее чем на 40 лет;
- на 30-40 лет – крупные горнорудные предприятия алюминиевой, медной, свинцово-цинковой и никелевой промышленности;
- на 20-30 лет – крупные предприятия по добыче вольфрама, молибдена, олова и др.;
- на 15-20 лет – золоторудные предприятия;
- на 5-10 лет – небольшие предприятия, эксплуатирующие богатые месторождения цветных металлов, золота и ценных видов неметаллического сырья, а также россыпные месторождения благородных и редких металлов, горнодобывающие предприятия химической промышленности и промышленности строительных материалов.

При определении фактического коэффициента вскрыши отстраивают схему освоения месторождения открытым способом. Верхний контур карьера откладывают соответственно результирующему углу наклона бортов карьера. Эти углы зависят от крепости пород (по М. М. Протодьяконову) и глубины карьера. Рекомендуемые значения также приводятся в специальных таблицах, представленных в методических разработках для практических занятий.

Для выполнения расчетов следует:

- вынести на план контуры верхнего и нижнего оснований карьера, а при необходимости и промежуточного контура (на уровне рыхлых отложений);
- определить объем карьера ($V_к$) по формулам:

$$V_к = [(S_в + S_н) / 2] \cdot H \text{ или } V_к = [(S_в + S_н + \sqrt{S_B \cdot S_H}) / 3] \cdot H,$$

где $S_в$ и $S_н$ – площади верхнего и нижнего оснований карьера, м^2; H – глубина карьера, м. Вторая формула применяется, если $S_в > S_н$ на 40 %;

- вычислить объемный коэффициент вскрыши ($K_в$):

$$K_в = (V_к – V_р) / V_р,$$

где $V_к$ – объем карьера, м^3; $V_р$ – объем руды, м^3;

- рассчитать (при необходимости) предельный коэффициент вскрыши ($K_в^п$):

$$K_в^п = (З_п – З_о) / З_в,$$

где $З_п$ – затраты (себестоимость) на добычу 1 т руды при подземном способе разработки, руб.; $З_о$ – то же при открытых работах; $З_в$ – затраты на выемку 1 т вскрышных пород при открытом способе, руб.

Если фактически коэффициент вскрыши меньше предельного ($К_в<К_в^п$), то целесообразен открытый способ разработки месторождения; если отмечена обратная зависимость ($К_в>К_в^п$), то подземный.

Расчет годовой производительности горнодобывающего предприятия во многом определяется горнотехническими условиями отработки и зависит, в первую очередь, от величины эксплуатационных запасов. Таблицы для упрощенного определения годовой производительности также приводятся в методических разработках для лабораторных занятий (Угрюмов, Дворник, 2004; Баранников, Макарова, 2002).

Годовая производительность по руде ($А_р$) может быть также определена по формуле:

$$А_р = З / Т,$$

где $Т$ – срок существования рудника, лет.

Производительность горнодобывающего предприятия по горной массе ($А_{гм}$) определяется по формуле:

$$А_{гм} = А_р \cdot (1+К_в).$$

Для расчета производительности по горной массе также можно воспользоваться эмпирической зависимостью:

$$А_{гм} = 42S – 10^5 \cdot S^2,$$

где S – средняя по глубине горизонтальная площадь проектного карьера.

Расчет годовой производительности по нормам технологического проектирования осуществляется, как правило, в базовых вариантах оконтуривания. В промежуточных вариантах годовую производительность по руде ($А_р$) рассчитывают по формуле:

$$А_р = \sqrt[a+b]{З_э},$$

где $З_э$ – эксплуатационные запасы руды, тыс. т; a, b – числовые коэффициенты, определяемые путем решения системы уравнений:

$$\begin{cases} А_{р1} = \sqrt[a+b]{З_{э2}} \\ А_{р2} = \sqrt[a+b]{З_{э1}} \end{cases}$$

В соответствии с принятой системой разработки и выбранной производительностью в горнотехнической части также рассматриваются: условия воздухо- и водоснабжения, вентиляции, откатки и подъема полезного ископаемого при подземной разработке, транспортировки вскрыши в отвал, а полезного ископаемого на фабрику. С учетом этого выбирается основное оборудование, режим работы предприятия, определяются укрупнено объемы работ по электро-, тепло- и водоснабжению.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

Обоснование технологии переработки минерального сырья. Базируется на данных изучения его вещественного состава, структурно-текстурных особенностей, физико-механических и других свойств, на результатах технологических испытаний, а также передового опыта переработки (обогащения) аналогичных видов минерального сырья. При

наличии на месторождении нескольких технологических типов руд, подлежащих раздельной переработке, технология переработки обосновывается для каждого из них.

Объемы и виды технологических исследований. Должны быть достаточны для выбора технологической схемы переработки минерального сырья и обоснования ее основных показателей. К ним относятся качество получаемой товарной продукции, ее выход от исходного минерального сырья, а для рудных месторождений – извлечение основных и попутных компонентов в товарную продукцию в процентах.

В соответствии с выбранной схемой обогащения составляется материальный баланс, согласно которому количество металла, поступившего на обогащение, равно количеству металла, просуммированного по продуктам обогащения. Связь основных показателей обогащения выражается в виде следующей формулы:

$$И_{об} = (В_к \cdot М_к) / М_р,$$

где $И_{об}$ – извлечение при обогащении, %; $В_к$ – выход концентрата, %; $М_к$ и $М_р$ – содержание металла в концентрате и добытой руде, соответственно, %.

При упрощенных расчетах, когда широко используются технико-экономические показатели предприятий-аналогов, коэффициент извлечения металла в концентрат иногда принимают по аналогии. В этом случае может оказаться необходимым обосновать уже другой показатель – выход концентрата (Вк) в тоннах по формуле:

$$В_к = [И_{об} \cdot М_р \cdot (1 - р)] / М_к,$$

где р – показатель разубоживания, доли ед.

При этом расход руды на получение 1 т концентрата (q):

$$q = 1 / В_к.$$

Добытое полезное ископаемое может перерабатываться на вновь построенной на месторождении обогатительной фабрике или на действующих в регионе предприятиях, имеющих свободные мощности или требующих увеличения мощностей по переработке сырья. Выбор местонахождения обогатительной фабрики обосновывается экономическими расчетами.

Производительность обогатительной фабрики по руде в конкретных условиях зависит от масштаба производства снабжающих ее рудников. Как правило, при оценке месторождений она принимается равной годовой производительности предприятия по добыче руды.

При оценке рудных месторождений конечной товарной продукцией обычно является сам металл. Поэтому процесс переработки минерального сырья следует оценивать, включая металлургический передел. Для этого необходимы сведения о технологической схеме переработки концентратов, извлечении полезных компонентов в конечную товарную продукцию, а также перечень выпускаемой конечной товарной продукции по маркам. Эти показатели принимаются по фактическим данным металлургических предприятий, на которых предусматривается переработка концентратов и промпродуктов из руд оцениваемого месторождения.

Сквозное извлечение металла в конечный товарный продукт (И) с учетом металлургического передела:

$$И = И_{об} \cdot И_м,$$

где $И_м$ – извлечение при металлургическом переделе, доли ед.

Изучение поведения попутных компонентов в процессе переработки. Изучается содержание попутных компонентов в продуктах обогащения, баланс распределения каждого попутного компонента по минералам и продуктам.

Определение состава и свойств отходов. Исследуется состав и свойства отходов, возможность их промышленного использования, целесообразность учета количества отдельных видов отходов или утверждение их запасов.

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Изучение и прогнозирование воздействия результатов геологоразведочных работ, а также разработки месторождений полезных ископаемых на окружающую среду, является обязательной составной частью ГЭО (Временное…, 1998). Полученные при этом данные должны способствовать ликвидации их негативных последствий, получению исходных данных, необходимых для комплексного промышленного освоения, а также разработке рационального комплекса природоохранных мероприятий, определению их стоимости на разных стадиях изучения и геолого-экономической оценке месторождений. Результаты отмеченных исследований проходят экологическую экспертизу.

Влияние геологоразведочных работ и промышленного освоения месторождений на окружающую среду многоаспектно. Оно может выражаться в нарушении природного ландшафта территории, изменении режима поверхностных и подземных вод, загрязнении воздушного и водного бассейнов, выводе из хозяйственного оборота или снижении продуктивности плодородных земель и других негативных воздействиях. Характер и степень этого влияния в значительной мере обусловлены способом ведения геологоразведочных работ и отработки месторождения, а также составом добываемых и перерабатываемых полезных ископаемых, технологией их обогащения, металлургического и химического передела, степенью очистки отходящих газов и сточных вод.

Предотвращение или нейтрализация отрицательного воздействия освоения месторождения на природную среду возможны только при наличии максимально полной информации о характере объекта и условиях его эксплуатации. Она должна быть получена в процессе разведочных работ и использована для выработки соответствующих проектных решений и природоохранных мероприятий.

Все эти вопросы, разобранные с той или иной степенью достоверности (в зависимости от собранного материала), находят отражение в разрабатываемых ТЭД и ТЭО.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОЦЕНКИ

В данном разделе приводится обоснование величины инвестиций (капитальных вложений и оборотных средств) в освоение месторождения, а также эксплуатационных затрат, связанных с добычей и обогащением полезного ископаемого. Рассчитываются показатели эффективности освоения месторождений, выбирается оптимальный вариант их освоения.

В практике оценки месторождений полезных ископаемых существует два основных метода определения капитальных затрат и производственных (эксплуатационных)

расходов: 1 – прямой расчет и 2 – метод аналогии. *Прямые расчеты* более точны и надежны. Они позволяют учесть все специфические особенности проекта. Однако на ранних стадиях изучения объекта данных для прямого расчета недостаточно, и тогда для предварительной оценки необходимых вложений используется *метод аналогии*, который может применяться в двух модификациях. В первом случае выбирается непосредственный объект-аналог – месторождение того же геолого-промышленного типа, расположенное в том же регионе, близкое по геологическим, горнотехническим и горно-технологическим условиям. Технико-экономические показатели объекта-аналога принимаются за основу для проведения расчетов. Вторая модификация предусматривает оценку необходимых затрат с помощью укрупненных показателей – удельных капиталовложений на разные виды работ. Удельные капвложения – это затраты, отнесенные на единицу объема работ – на 1 т руды, на 1 км строительства дороги, на 1 км проведения ЛЭП и т. д. Удельные показатели определяются отраслевыми институтами – ВИЭМС в Москве, ИГД в Екатеринбурге и др. на основе анализа деятельности профильных предприятий, и позиционируются как соответствующие нормативы.

Обоснование инвестиций в освоение месторождений

Инвестиции включают в себя капитальные вложения на фонды промышленного и непромышленного назначения, а также инвестиции в оборотный капитал.

К *фондам промышленного назначения* относятся рудник с комплексом горно-капитальных выработок, зданий, сооружений и оборудования; обогатительная фабрика с объектами хвостового хозяйства и оборотного водоснабжения; участок автомобильных дорог и железнодорожных путей от месторождения до существующих путей сообщения; службы энерго-, водо- и теплоснабжения, канализации и т. д. *Непромышленные фонды* – это объекты социального, жилищного и бытового назначения.

1. Капитальные вложения в строительство рудника.

Определяются в соответствии с намеченным способом разработки, исходя из годовой производительности и капитальных удельных вложений на горно-капитальные работы, оборудование, здания и сооружения в соответствии с глубиной разработки и с учетом территориального поправочного коэффициента. Учитываются также затраты на получение лицензий: права на пользование землей и недрами, на определенные виды деятельности; организационные расходы, включая регистрацию предприятия; затраты по компенсации потерь от изъятия земель и другие расходы, связанные со строительством объектов.

Капитальные вложения в строительство карьера, рудника могут быть определены по формуле:

$$K_{\text{р}} = K_{\text{ур}} \cdot A_{\text{р}},$$

где $K_{\text{ур}}$ – удельные капитальные затраты на 1 т годовой производительности по руде или горной массе, руб.; $A_{\text{р}}$ – производительность рудника по руде или горной массе, т/год. Удельные показатели принимаются в соответствии с действующими нормативами, приведенными в методических разработках к лабораторным занятиям.

2. Капитальные вложения в строительство обогатительной фабрики.

Определяются с учетом ее производительности и удельных затрат на 1 т производственных мощностей по переработке минерального сырья, а также территориального поправочного коэффициента.

Для определения капитальных вложений в строительство обогатительной фабрики на основе удельных показателей используется формула:

$$K_{ф} = K_{уд} \cdot A_{ф},$$

где $K_{уд}$ – удельные капвложения на 1 т годовой производительности, руб.; $A_{ф}$ – годовая производительность фабрики.

3. Капитальные вложения в строительство автомобильных и железных дорог, линий электропередач, водоснабжение и прочее также определяются в соответствии с нормативами удельных капитальных вложений на 1 км сооружений, их протяженностью и поправочными коэффициентами, учитывающими район строительства и рельеф местности.

4. Капитальные вложения на предстоящие геологоразведочные работы учитываются, исходя из запасов месторождения, а также из удельных затрат на разведку 1 т руды запасов категорий $A+B+C_1$, и относятся к первому году строительства горнорудного предприятия. Они определяются по данным объектов-аналогов или методом прямого расчета путем составления сметы на проведение геологоразведочных работ.

5. Прочие капитальные вложения в строительство объектов жилищного, коммунального и культурно-бытового назначения определяются исходя из числа трудящихся на горном предприятии и удельных затрат на одного человека при строительстве этих объектов.

6. Общие капитальные затраты ($K_{общ}$) определяются как сумма затрат на строительство рудника (карьера), обогатительной фабрики, затрат на транспорт, строительство линий электропередач, затрат на геологоразведочные работы и прочих.

Прочие капитальные вложения ориентировочно можно принять в размере 10-15 % для малых и средних объектов и 20-25 % для крупных от суммы капитальных затрат на строительство рудника (карьера) и обогатительной фабрики.

Эксплуатационные затраты

Эксплуатационные затраты, связанные с добычей и обогащением полезного ископаемого, состоят из цеховых, общекомбинатских и внепроизводственных расходов. Они определяют себестоимость продукции горно-обогатительного предприятия. Эксплуатационные затраты также устанавливаются прямым расчетом или с использованием показателей существующих предприятий, разрабатывающих аналогичные месторождения в сходных географо-экономических условиях.

1. Цеховые эксплуатационные затраты

При подземной добыче полезного ископаемого цеховые эксплуатационные затраты определяются с помощью укрупненных нормативных показателей себестоимости добычи руды в зависимости от годовой производительности рудника, глубины разработки, варианта вскрытия и системы добычи.

При открытой добыче цеховые затраты рассчитываются с помощью укрупненных нормативов в зависимости от годовой производительности, типов и размеров основного оборудования, транспортных средств, глубины карьера и коэффициента вскрыши.

Затраты на рекультивацию нарушенных земель, которые входят в цеховые эксплуатационные затраты, определяются исходя из площади нарушенных земель и удельных затрат на рекультивацию 1 га.

Затраты по обогащению полезного ископаемого определяются с помощью укрупненных нормативных показателей цеховой себестоимости в соответствии с намеченной производительностью фабрики, способом обогащения и составом руд.

2. Общекомбинатские расходы зависят от цеховой себестоимости добычи, обогащения и составляют обычно 8-10 % от цеховых расходов.

3. *Внепроизводственные расходы* складываются из цеховых погрузочно-разгрузочных работ и транспортировки концентрата до линии железной дороги общего пользования. Укрупненно они могут быть приняты в размере 3-5 % от цеховой себестоимости.

Затраты по охране окружающей среды зависят от характера производственной деятельности и местных условий, рассчитываются отдельно и включаются в эксплуатационные затраты.

Общая величина эксплуатационных затрат определяется как сумма цеховых, общекомбинатских и внепроизводственных расходов, а также затрат по охране среды.

Показатели эффективности освоения месторождения

При оценке эффективности освоения месторождения соизмерение разновременных затрат и показателей осуществляется путем приведения (дисконтирования) их к базисному моменту времени – началу строительства горнодобывающего предприятия. Это реализуется их умножением на коэффициент дисконтирования:

$$K_{\text{д}} = \frac{1}{(1+\text{E})^{t}},$$

где t – номер расчетного года, начиная от начала строительства горнодобывающего предприятия; E – норма дисконтирования, которая принимается равной приемлемой для инвестора норме дохода или прибыли на капитал (процентная ставка). Эта норма устанавливается на таком уровне, который позволил бы инвестору не только компенсировать риск, но и получить требуемую прибыль. Обычно эта норма при постоянных ценах в горной промышленности колеблется в следующих пределах:

- от 10-12 % при разработке месторождений строительных материалов;
- 15-18 % при разработке месторождений черных и цветных металлов;
- до 20-25 % при разработке месторождений золота.

Кроме того, для учета фактора времени в экономических расчетах применяется коэффициент ежегодной ренты (аннуитета), который определяется по следующей формуле:

$$K_{\text{а}} = \frac{(1+\text{E})^{\text{Тэ}} - 1}{(1+\text{E})^{\text{Тэ}} \text{ x E}}$$

Коэффициенты дисконтирования и аннуитета, рассчитанные для разных значений E и t, приводятся в виде справочных таблиц в методических разработках по практике ГЭО.

Основными показателями экономической эффективности освоения месторождения являются:

- чистый дисконтированный доход (ЧДД);
- индекс доходности (ИД);
- срок окупаемости капитальных вложений (То);
- внутренняя норма доходности (ВНД);
- рентабельность предприятия по отношению к производственным фондам (Рф);
- рентабельность предприятия по отношению к эксплуатационным затратам (Рэ).

Чистый дисконтированный доход определяется как сумма чистых доходов за весь расчетный период:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - \text{З}_t)\cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^t}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^t}\right),$$

где t = 1, 2, 3…T – количество лет от начала строительства до ликвидации предприятия; Ц_t – стоимость продукции (выручка) в t-м году, руб.; З_t – эксплуатационные затраты, произведенные в том же году без учета амортизационных отчислений, руб.; K_t – капитальные вложения (инвестиции) в t-м году, руб.; Е – норма дисконтирования.

С использованием соответствующего коэффициента дисконтирования формула несколько упрощается:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - \text{З}_t)\cdot K_{\text{д}}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot K_{\text{д}}\right).$$

Если ЧДД положителен, освоение месторождения эффективно; при отрицательном ЧДД освоение окажется неэффективным как не отвечающее установленной норме дохода.

На начальных стадиях изучения месторождения не представляется возможным определить величину выручки, эксплуатационных затрат и капитальных вложений по отдельным годам. Поэтому величины выручки и затрат принимаются постоянными за все время разработки, а величину капитальных вложений – постоянной за все время строительства. Средняя величина дохода определяется по формуле:

$$\text{Д}_\text{г} = \text{Ц}_\text{г} - \text{З}_\text{г},$$

где $\text{Д}_\text{г}$ – среднегодовой доход; $\text{Ц}_\text{г}$ – среднегодовая стоимость продукции (выручка) за год; $\text{З}_\text{г}$ – среднегодовые эксплуатационные затраты, включая амортизационные отчисления.

Среднегодовой доход с амортизационными отчислениями ($\text{Д}^1_\text{г}$) будет:

$$\text{Д}^1_\text{г} = \text{Д}_\text{г} + \text{А}_\text{о},$$

где $\text{А}_\text{о}$ – амортизационные отчисления.

В этом случае ЧДД определяется по формуле:

$$\text{ЧДД} = \text{Д}^1_\text{г}\cdot\frac{(1+\text{Е})^{T_\text{э}}-1}{(1+\text{Е})^{T_\text{э}}\text{ x Е}} - K_\text{г}\cdot\frac{(1+\text{Е})^{T_\text{с}}-1}{(1+\text{Е})^{T_\text{с}}\text{ x Е}},$$

где $K_\text{г}$ – среднегодовая величина капитальных вложений; $T_\text{э}$ – срок эксплуатации месторождения; $T_\text{с}$ – срок строительства предприятия.

Подставляя коэффициенты дисконтирования и аннуитета, формулу можно значительно упростить:

$$\text{ЧДД} = \text{Д}^1_\text{г}\cdot K_{\text{аэ}}\cdot K_{\text{дс}} - K_\text{г}\cdot K_{\text{ас}},$$

где $K_{\text{аэ}}$ – коэффициент аннуитета на срок эксплуатации, $K_{\text{дс}}$ – коэффициент дисконтирования на срок строительства, $K_{\text{ас}}$ – коэффициент аннуитета на срок строительства.

Индекс доходности (ИД) показывает, во сколько раз приведенные доходы превышают приведенные капитальные вложения:

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - 3_t)\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right]}{\sum_{t=1}^{T}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right)}$$

Или на начальных этапах изучения месторождения:

$$\text{ИД} = \frac{Д_г^1\cdot\frac{(1+\text{E})^{T_э}-1}{(1+\text{E})^{T_э}\cdot\text{E}}\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^{T_c}}}{\text{Кг}\cdot\frac{(1+\text{E})^{T_c}-1}{(1+\text{E})^{T_c}\text{ x E}}}.$$

Или с использованием коэффициентов:

$$\text{ИД} = (Д^1_г \cdot К_{аэ} \cdot К_{дс}) / (К_г \cdot К_{ас}).$$

Разработка месторождения эффективна, если индекс доходности больше 1.

Срок окупаемости капитальных вложений ($T_о$) – временной интервал с момента начала разработки месторождения, за который приведенные доходы уравнивают приведенные капитальные вложения. Срок окупаемости определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{To}\left[(\text{Ц}_t - 3_e)\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right] = \sum_{t=1}^{To}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{E})^t}\right)$$

или на начальных стадиях изучения месторождений

$$T_о = -\frac{\log\left\{1-\frac{K_г}{Д_г^1}[(1+\text{E})^{tc}-1]\right\}}{\log(1+E)}.$$

Логарифмирование производится по любому основанию, так что можно применять как натуральные логарифмы, так и десятичные.

Возможно определение $T_о$ и графическим способом (рис. 49).

Внутренняя норма доходности (ВНД) представляет собой ту норму дисконта, при которой величина приведенных доходов уравнивает приведенные капитальные вложения. ВНД определяется из условия (в неявной форме):

$$\sum_{t=1}^{T}\left[(\text{Ц}_t - 3_e)\cdot\frac{1}{(1+\text{ВНД})^t}\right] = \sum_{t=1}^{T}\left(K_t\cdot\frac{1}{(1+\text{ВНД})^t}\right)$$

На начальных стадиях изучения месторождения ВНД определяется из условия:

$$Д^1_г\cdot\frac{(1+\text{ВНД})^{T_э}-1}{(1+\text{ВНД})^{T_э}\cdot\text{ВНД}} = К_г\cdot\frac{(1+\text{ВНД})^{T_c}-1}{(1+\text{ВНД})^{T_c}\cdot\text{ВНД}}$$

Ориентировочная величина ВНД определяется соотношением: ВНД = 75 / $T_о$, %.

На практике часто применяется простой графический способ определения ВНД. Для этого рассчитывается 3 значения ЧДД при разной величине Е и строится график, на котором в выбранном масштабе по вертикальной оси откладываются ЧДД, а по горизонтальной – Е. По трем точкам проводится прямая, которая пересечет горизонтальную ось в точке, соответствующей значению ВНД (рис. 50).

Рентабельность разработки месторождения по отношению к основным производственным фондам ($Р_ф$) вычисляется по формуле:

$$Р_ф = П_ч / Ф \cdot 100\ \%, \text{ или } Р_ф = Д_г / К \cdot 100\ \%,$$

где $П_ч$ – среднегодовая прибыль после уплаты налогов; Ф – стоимость производственных фондов предприятия (основных и оборотных средств); $Д_г$ – среднегодовой доход; $К$ – капитальные вложения в освоение месторождения.

Рентабельность предприятия по отношению к годовым эксплуатационным затратам ($Р_з$) может быть определена по формулам:

$$Р_з = П_ч / З_г \cdot 100\ \% \text{ или } Р_з = Д_г / З_г \cdot 100\ \%,$$

где $З_г$ – годовые затраты, руб.

С учетом, платежей, налогов и отчислений расчет показателей ГЭО осуществляется в следующем порядке.

Величина годовой прибыли ($П_г$) определяется по формуле:

$$П_г = Ц_г – (З_г + Н_э),$$

где $Ц_г$ – среднегодовая стоимость продукции без налога на добавленную стоимость (выручка); $З_г$ – среднегодовые эксплуатационные затраты с учетом амортизационных отчислений; $Н_э$ – величина налогов, платежей, отчислений, учитываемая в структуре эксплуатационных затрат. К ним относятся, в первую очередь, налог на добычу и дорожный налог.

Величина чистой годовой прибыли ($П_ч$) определяется по формуле:

$$П_ч = П_г – Н_п,$$

где $Н_п$ – величина налогов, платежей, отчислений, изымаемая из прибыли. Основную их часть составляют налоги на прибыль и на имущество.

Величина чистой годовой прибыли с амортизационными отчислениями ($П^1_ч$) определяется по формуле:

$$П^1_ч = П_ч + А_о,$$

где $А_о$ – амортизационные отчисления, определяемые в соответствии с действующими нормами амортизации.

При расчетах показателей эффективности используется чистая годовая прибыль с амортизационными отчислениями ($П^1_ч$) за исключением расчета рентабельности ($Р_ф$, $Р_з$), где используется чистая годовая прибыль $П_ч$.

Вычисление показателей экономической эффективности освоения месторождения с учетом существующих налогов, платежей и отчислений осуществляется по формулам:

$$ЧДП = \sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right] - \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right),$$

$$ИП = \frac{\sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right]}{\sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right)}$$

$T_о$ определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{To}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right] = \sum_{t=1}^{To}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+Е)^t}\right)$$

ВНП определяется из условия:

$$\sum_{t=1}^{T}\left[П_t^1 \cdot \frac{1}{(1+ВНД)^t}\right] = \sum_{t=1}^{T}\left(K_t \cdot \frac{1}{(1+ВНД)^t}\right)$$

На начальных стадиях изучения используются соответственно следующие формулы:

$$ЧДП = П_ч \cdot \frac{(1+Е)^{Tэ}-1}{(1+Е)^{Tэ} \cdot Е} - K_г \cdot \frac{(1+Е)^{Tс}-1}{(1+Е)^{Tс} \cdot Е} \text{ или}$$

$$ЧДД = П_ч \cdot К_{аэ} – K_г \cdot K_{ас},$$

$$\text{ИП} = \frac{\text{П}^1_\text{ч} \cdot \frac{(1+\text{Е})^{T_\text{э}} - 1}{(1+\text{Е})^{T_\text{э}} \cdot \text{Е}} \cdot \frac{1}{(1+\text{Е})^{T_\text{с}}}}{\text{Кг} \cdot \frac{(1+\text{Е})^{T_\text{с}} - 1}{(1+\text{Е})^{T_\text{с}} \cdot \text{Е}}}, \text{ или ИП} = \text{П}_\text{ч} \cdot K_\text{аэ} / K_\text{г} \cdot K_\text{ас},$$

$$T_\text{о} = - \frac{\log\left\{1 - \frac{K_\text{г}}{\text{П}^1_\text{ч}}[(1+\text{Е})^{T_\text{с}} - 1]\right\}}{\log(1+E)},$$

ВНП определяется из условия:

$$\text{П}^1_\text{ч} \cdot \frac{(1+\text{ВНД})^{T_\text{э}} - 1}{(1+\text{ВНД})^{T_\text{э}} \cdot \text{ВНД}} = K_\text{г} \cdot \frac{(1+\text{ВНД})^{T_\text{с}} - 1}{(1+\text{ВНД})^{T_\text{с}} \cdot \text{ВНД}},$$

$$\text{Р}_\text{ф} = \text{П}_\text{ц} / \Phi \cdot 100\ \%,$$

$$\text{Р}_\text{з} = \text{П}_\text{ц} / \text{З}_\text{г} \cdot 100\ \%.$$

Денежный поток при разработке месторождения является дополнительным показателем эффективности освоения. Его составляющими являются приток и отток средств по годам с начала деятельности горного предприятия. Источниками притока средств являются выручка от реализации производственной продукции и реализации остаточных производственных фондов при ликвидации предприятия, сокращение величины оборотных средств. Основными составляющими оттока средств являются эксплуатационные расходы, налоговые выплаты, платежи и отчисления, которые не входят в структуру эксплуатационных затрат, увеличение оборотных средств, отчисления в развитие геологоразведочных работ и т. д. Суммарная разность между притоком и оттоком средств за весь период существования предприятия называется *чистым денежным потоком*. Если величины этого потока приводят к началу разработки месторождения, то суммарная величина этих значения является дисконтированным чистым денежным потоком. При определении денежного потока при разработке месторождения конкретным частным предприятием при оттоке средств, кроме того, учитывается погашение взятого кредита банка на строительство горного предприятия и выплата процентов по этому кредиту.

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОСВОЕНИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Обоснование оптимального варианта освоения месторождения осуществляется на основе сопоставления его технико-экономических показателей при разных значениях бортового содержания, а именно: величины запасов полезных компонентов, размера капитальных вложений, эксплуатационных затрат, чистого дисконтированного дохода и т. д. Полный перечень этих показателей, а также пример повариантных технико-экономических расчетов для полиметаллического месторождения приводится в методических разработках для лабораторных занятий по дисциплине «Разведка и ГЭО МПИ».

Ни один из показателей не является достаточным для окончательного вывода о предпочтении того или иного варианта оконтуривания или подсчета запасов. Однако каждый из них должен отвечать заранее обусловленным требованиям инвестора: чистый дисконтированный доход и внутренняя норма доходности должны быть не меньше заранее установленной величины; срок окупаемости капитальных вложений – не более намеченного времени и т. п.

В целом, промышленное значение месторождения определяется экономической эффективностью его разработки. Наряду с этим необходимо учитывать потребность промышленности в данном виде минерального сырья, наличие трудовых ресурсов, а также социальное положение населения в районе расположения объекта, экологическую ситуацию и т. п. Неполное удовлетворение потребности конкретного района в минеральном сырье может служить основанием для предложения о снижении налогов и предоставлении льгот при разработке месторождения.

Контрольные вопросы к теме 5

1. Цели и задачи ГЭО МПИ
2. Геологические показатели ГЭО
3. Горнотехнические показатели ГЭО
4. Технологические показатели ГЭО
5. Обоснование инвестиций в освоение месторождения
6. Определение эксплуатационных затрат при разработке
7. Назначение и применение коэффициента дисконтирования, ставки дисконта, коэффициента аннуитета
8. Основные показатели эффективности освоения месторождения
9. Определение чистого дисконтированного дохода
10. Определение индекса доходности
11. Определение срока окупаемости инвестиций
12. Определение внутренней нормы доходности

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Становление учения о разведке недр прошло длинный исторический путь, постепенно накапливая опыт и знания при изучении и оценке различных типов месторождений полезных ископаемых. К настоящему времени *разведка* представляет *самостоятельную научную дисциплину,* имеющую объекты изучения, методологические подходы, геолого-экономическую основу оценки полученных результатов.

Накопленный опыт разведки и геолого-экономической оценки месторождений получил отражение в многочисленных литературных источниках: монографиях, учебниках и учебных пособиях, научных статьях, методических разработках и рекомендациях. Направления совершенствования геологоразведочных работ, обоснованные еще в 80-90-е годы XX столетия, во-многом актуальными и в настоящее время. К числу сформулированных при этом задач следует отнести (Комплексная…, 1990):

- повышение достоверности утверждаемых по результатам разведки запасов;
- обоснование комплексного использования минерального сырья на основе совершенствования рациональной технологии переработки полезных ископаемых;
- совершенствование методов опробования и способов обработки проб;
- повышение уровня изученности вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого;
- повышение роли геофизических и геохимических исследований при оконтуривании залежей полезных ископаемых, изучении их внутреннего строения;
- совершенствование методики разведки и геолого-экономической оценки месторождений на основе обобщения передового отечественного и зарубежного опыта.

В то же время нельзя оперировать только накопленным опытом. С течением времени меняются экономические условия хозяйствования, совершенствуются подходы к оценке промышленной значимости месторождений. В современных условиях необходимо внедрение в геологоразведочный процесс геоинформационных технологий. При этом возможны следующие направления сбора информации и её обобщения:

- перевод накапливаемой геологической информации по месторождениям с бумажных носителей на цифровые;
- создание банка цифровых данных по всем разведанным пересечениям, включающим результаты опробования, аналитических, инженерно-геологических и иных исследований;
- разработка цифровых моделей месторождений, позволяющих на базе 3D моделирования анализировать форму и условия залегания тел полезных ископаемых, пространственное распределение качественных показателей в объеме рудных тел, оценивать роль и значение рудоконтролирующих факторов на прилегающих к месторождению территориях (в пределах рудных районов и узлов);
- производить подсчет запасов и ГЭО, обосновывать кондиции на минеральное сырье, укреплять и стабилизировать добычу минерального сырья требуемого качества на горнорудных предприятиях и т. д.

Все изложенное определяет высокую актуальность подготовки квалифицированных кадров в рамках высшей школы, владеющих не только глубокими геологическими

знаниями, но и современными приемами сбора и обработки накопленной информации с использованием IT-технологий.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

К.М.01.ДВ.01.03 ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ ГАЗА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация:

Сейсморазведка

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Екатеринбург

Введение

Самостоятельная работа студента является важнейшей составной частью образовательной программы подготовки дипломированного специалиста. По курсу «Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых» обязательная самостоятельная работа студента осуществляется в следующих направлениях:

- ✓ выполнение домашних заданий;
- ✓ освоение материалов по отдельным темам, входящим в Рабочую программу дисциплины [4];
- ✓ подготовка к экзамену;

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 вопросам геолого-экономической оценки месторождений нефти и газа;

– 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 «Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых». Здесь указаны наименование и содержание лекционных тем в соответствии с рабочей программой дисциплины [4]. 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 [1] 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: Топливно-энергетический баланс (ТЭБ) России и Мира. [1]

Топливно-энергетический баланс (ТЭБ) Мира и России: динамика, сегодняшнее состояние, перспективы. Циклы в экономике: длинные циклы Кондратьева, сырьевые суперциклы. ТЭБ в проекции нового экономического уклада.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое «топливно-энергетический баланс»?
2. Длинные циклы Кондратьева – что это?

Тема 2: Основные энергоносители, их ресурсы, запасы, перспективы использования. [1]

Связь нефтегазоносных провинций и угленосных бассейнов. Влияние и роль представлений об угольных объектах на развитие нефтегазовых представлений.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. В чем заключается общность формирования нефтегазоносных провинций и угленосных бассейнов?

Тема 3: Традиционные запасы и ресурсы, их оценка. Динамика изменения цен. [1]

Уголь как сырье для энергетики и металлургии. Динамика добычи угля. Торговля углем в Мире и России. Нефтяные ресурсы, ОПЕК и торговля нефтью. Газовые ресурсы. Освоение шельфа.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Перспективы развития угольной отрасли России?
2. Перспективы освоения шельфа арктических и дальневосточных морей России?

Тема 4: Нетрадиционные виды ресурсов. Трудноизвлекаемые запасы. Потенциальные ресурсы). [1]

Сланцевый газ, сланцевая нефть. Новые подходы в добыче нефти и газа Пути освоения и перспективы трудноизвлекаемых ресурсов (ТрИЗ). Баженовская нефть Западной Сибири.

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Какие типы трудноизвлекаемых ресурсов Вы знаете?
2. Добыча нефти из баженовской свиты Западной Сибири.

Тема 5: Вызовы XXI века. Газовые гидраты. Новые подходы в геолого-экономических оценках. [1]

Газоугольные месторождения, газогидраты («трехглавый метан»). Новые подходы в условиях окончания третьего сырьевого суперцикла (уголь – «легкая» нефть – нефть и газ).

Дополнительная литература: [2, 3].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Что такое газовые гидраты? Перспективы их освоения.

Тема 6: Экономическая динамика. Фьючерсы. Геология и экономика. [1]

Экономическая динамика в добыче и торговле горючими ископаемыми. Фьючерсная торговля энергетическими ресурсами. Динамика изменения цен на основные виды энергетических ресурсов, ее влияние на геополитические проблемы.

Дополнительная литература: [2, 3, 4].

Контрольные вопросы и упражнения:

1. Плюсы и минусы фьючерсной торговли энергетическими ресурсами.
2. Влияние энергетических ресурсов на геополитику.

Вопросы к экзамену по курсу «Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых»

1. Структура топливно-энергетического баланса Мира, динамика его изменения в XX веке и на перспективу.
2. Структура топливно-энергетического баланса России, динамика его изменения в XX веке и на перспективу.
3. Горючие полезные ископаемые: ресурсы, добыча, роль в будущем.
4. Нефть и газ как энергоносители. Вклад в структуру ТЭБ. Перспективы первой половины XXI века.
5. Нефть и газ как продукт глубокой переработки.
6. Связь нефтегазоносных объектов и угольных бассейнов. Влияние и роль изучения угленосных отложений на нефтегазовую литологию.
7. Уголь как металлургическое и энергетическое сырье. Динамика угледобычи, ее перспективы.
8. Уголь как сырье для производства синтетического жидкого топлива (СЖТ). История, состояние и перспективы СЖТ.
9. Метан в трех «лицах». Природный метан, угольный метан как источники опасности и как объект добычи. Газоугольные месторождения.
10. Сланцевый газ. Источники, технология добычи, перспективы.
11. Сланцевая нефть. Источники, технология добычи, перспективы.
12. Трудноизвлекаемые запасы углеводородов.
13. Газовые гидраты. Клатраты. Перспективы освоения.
14. Динамика в добыче и торговле горючими ископаемыми. Экономика и политика в торговых отношениях.
15. Фьючерсная торговля энергетическими ресурсами.

Рекомендуемая литература

1. Лощинин В.П. Поиски, разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.П. Лощинин, Г.А. Пономарева. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 102 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/30074.html

2. Гарипов В.З. Минерально-сырьевая база топливно-энергетического комплекса России (тезисный вариант) [Электронный ресурс] / В.З. Гарипов, Е.А. Козловский, В.С. Литвиненко. — Электрон. текстовые данные. — М. : Геоинформцентр, Институт геолого-

экономических проблем РАЕН, Геоинформ, 2003. — 150 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/16855.html

3. Трайзе, В.В. Экономическое обоснование программы геолого-технических мероприятий нефтегазодобывающего предприятия [Электронный ресурс] : монография / В.В. Трайзе, А.В. Шалахметова, М.С. Юмсунов ; под ред. Пленкина В.В.. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 148 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/55448. — Загл. с экрана.

4. Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых: рабочая программа дисциплины для студентов специальности 21.05.03 Технология геологической разведки, специализация Сейсморазведка.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

К.М.01.ДВ.01.03 ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ ГАЗА

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

Специализация:

Сейсморазведка

Автор: Рыльков С.А., к.г.-м.н.

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

1. Структура и примерный объем курсовой работы 3

2. Требования к оформлению курсовой работы (общие требования) 4

2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов 4

2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур 5

2.3 Правила оформления перечислений 5

2.4 Правила оформления рисунков 5

2.5 Правила оформления таблиц 7

2.6 Правила оформления примечаний и ссылок 9

2.7 Правила оформления списка использованных источников 9

2.8 Правила оформления приложений 11

Приложение. Образец оформления титульного листа курсовой работы 13

Курсовая работа по дисциплине «Геолого-экономическая оценка месторождений нефти и газа» выполняется в рамках учебного плана специальности 21.05.03 Технология геологической разведки. Задание на выполнение курсовой работы предоставляется студенту преподавателем кафедры, читающим дисциплину.

Защита курсовой работы проходит в виде публичного выступления с презентацией. Презентация структурируется по раскрываемым вопросам и обязательно должна содержать иллюстративный материал.

Примерная тематика курсовой работы:

Экономическая оценка нефтегазового проекта на конкретном месторождении углеводородов.

Планирование и оценка затрат на геологоразведочные работы (сейсморазведочные работы).

Оценка риска нефтегазового проекта на конкретном месторождении.

1. Структура и примерный объем курсовой работы

Текст курсовой работы включает в себя:

- титульный лист;
- реферат (аннотацию);
- содержание;
- введение;
- собственно содержательную часть;
- заключение;
- список литературы.

При необходимости работа сопровождается графическими и табличными рисунками и(или)приложениями.

Реферат в кратком виде отражает основное содержание работы, и примерно выглядит следующим образом.

КР 30 с., 4 рис., 2 табл., 10 источников

ТАЛЬНИКОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ, ТЮМЕНСКАЯ СВИТА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА … (8-12 ключевых слов)

Объект исследования – …

Цель работы – …

На основании рассмотрения … установлено …

Сделано заключение о …

Реферат содержит ключевые слова, краткое изложение существа проекта, характер и цель работы, методику проведения работ, конкретные результаты работы и выводы. Ключевые слова (5-15), представляющие собой имена существительные или словосочетания в именительном падеже и отражающие основное содержание реферируемой работы (проекта), печатаются строчными буквами, в строку, через запятые. Оптимальный объем реферата – 1200 знаков.

Собственно **содержательная часть**, как правило, имеет трехчленную структуру.

1. **Геологическая** характеристика объекта, выполненная в предельно сжатой форме в общепринятой последовательности: стратиграфия – тектника – нефтегазоносность.

2. Собственно **рассматриваемый вопрос**, не регламентируемый в принципе. Можно лишь порекомендовать следующий порядок изложения сведений:

- состояние изученности вопроса (проблемы) – общее; для изучаемого объекта;
- результаты, полученные лично автором;
- обсуждение результатов.

3. **Резюме** (итоги) обычно оценивающее практическое значение полученных результатов.

В конце текста помещается список источников, которыми пользовался автор при составлении данной работы. Источники располагаются в алфавитном порядке. Ссылки в тексте на источники указывают порядковым номером по списку источников, выделенным двумя квадратными скобками – например, [2].

2. Требования к оформлению курсовой работы (общие требования)

Оформление курсовой работы осуществляется в соответствии с требованиями государственных стандартов и университета.

Курсовая работа выполняется печатным способом с использованием компьютера.

Каждая страница текста, включая иллюстрации и приложения, нумеруется арабскими цифрами, кроме титульного листа и содержания, по порядку без пропусков и повторений. Номера страниц проставляются, начиная с введения (третья страница), в центре нижней части листа без точки.

Текст работы следует печатать, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм.

Рекомендуемым типом шрифта является TimesNewRoman, размер которого 14 pt (пунктов) (на рисунках и в таблицах допускается применение более мелкого размера шрифта, но не менее 10 pt).

Текст печатается через 1,5-ый интервал, красная строка – 1,25 см.

Цвет шрифта должен быть черным, необходимо соблюдать равномерную плотность, контрастность и четкость изображения по всей работе. Разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования внимания на определенных терминах и формулах, применяя курсив, полужирный шрифт не применяется.

2.1 Правила оформления наименований и нумерации структурных элементов, глав и параграфов

Текст курсовой работы должен включать следующие структурные элементы: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, приложения (является дополнительным элементом). Основной текст может быть разделен на разделы и параграфы.

Каждый структурный элемент работы (титульный лист, содержание, введение, заключение, приложение) и разделы необходимо начинать с новой страницы. Следующий параграф внутри одного раздела начинается через 2 межстрочных интервала на том же листе, где закончился предыдущий.

Расстояние между заголовком структурного элемента и текстом, заголовками главы и параграфа, заголовком параграфа и текстом составляет 2 межстрочных интервала.

Наименования структурных элементов письменной работы («СОДЕРЖАНИЕ», «ВВЕДЕНИЕ», «ЗАКЛЮЧЕНИЕ», «ПРИЛОЖЕНИЕ») служат заголовками структурных элементов. Данные наименования пишутся по центру страницы без точки в конце прописными (заглавными) буквами, не подчеркивая.

Разделы, параграфы должны иметь заголовки. Их следует нумеровать арабскими цифрами и записывать по центру страницы прописными (заглавными) буквами без точки в конце, не подчеркивая. Номер раздела указывается цифрой (например, 1, 2, 3), номер параграфа включает номер раздела и порядковый номер параграфа, разделенные точкой (например, 1.1, 2.1, 3.3). После номера раздела и параграфа в тексте точку не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются. Не допускается писать заголовок параграфа на одном листе, а его текст – на другом.

В содержании работы наименования структурных элементов указываются с левого края страницы, при этом первая буква наименования является прописной (заглавной), остальные буквы являются строчными, например:

Введение

1 Краткая характеристика организации – места прохождения практики

2 Практический раздел – выполненные работы

Заключение

Приложения

2.2 Правила оформления сокращений и аббревиатур

Сокращение русских слов и словосочетаний допускается при условии соблюдения требований ГОСТ 7.12–93 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила».

В тексте письменной работы допускаются общепринятые сокращения и аббревиатуры, установленные правилами орфографии и соответствующими нормативными документами, например: год – г., годы – гг., и так далее – и т. д., метр – м, тысяч – тыс., миллион – млн, миллиард – млрд, триллион – трлн, страница – с., Российская Федерация – РФ, общество с ограниченной ответственностью – ООО.

При использовании авторской аббревиатуры необходимо при первом ее упоминании дать полную расшифровку, например: «… Уральский государственный горный университет (далее – УГГУ)…».

Не допускается использование сокращений и аббревиатур в заголовках письменной работы, глав и параграфов.

2.3 Правила оформления перечислений

При необходимости в тексте работы могут быть приведены перечисления. Перед каждым элементом перечисления следует ставить дефис (иные маркеры не допустимы). Например:

«….заключение содержит:

- краткие выводы;
- оценку решений;
- разработку рекомендаций.»

При необходимости ссылки в тексте работы на один из элементов перечисления вместо дефиса ставятся строчные буквы в порядке русского алфавита, начиная с буквы а (за исключением букв ё, з, й, о, ч, ъ, ы, ь). Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа. Например:

а) …;

б) …;

1) …;

2) …;

в) …

2.4 Правила оформления рисунков

В письменной работе для наглядности, уменьшения физического объема сплошного текста следует использовать иллюстрации – графики, схемы, диаграммы, чертежи, рисунки и фотографии. Все иллюстрации именуются рисунками. Их количество зависит от содержания работы и должно быть достаточно для того, чтобы придать ей ясность и конкретность.

На все рисунки должны быть даны ссылки в тексте работы, например: «... в соответствии с рисунком 2 …» или «… тенденцию к снижению (рисунок 2)».

Рисунки следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые (при наличии достаточного пространства для помещения рисунка со всеми поясняющими данными), или на следующей странице. Если рисунок достаточно велик, его можно размещать на отдельном листе. Допускается поворот рисунка по часовой стрелке (если он выполнен на отдельном листе). Рисунки, размеры которых больше формата А4, учитывают как одну страницу и помещают в приложении.

Рисунки, за исключением рисунков в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждый рисунок (схема, график, диаграмма) обозначается словом «Рисунок», должен иметь заголовок и подписываться следующим образом – посередине строки без абзацного отступа, например:



Рисунок 1 – Структура администрации организации

Если на рисунке отражены показатели, то после заголовка рисунка через запятую указывается единица измерения, например:

Рисунок 1 – Структура добычи, %

Рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения (например, рисунок А.3).

Если рисунок взят из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

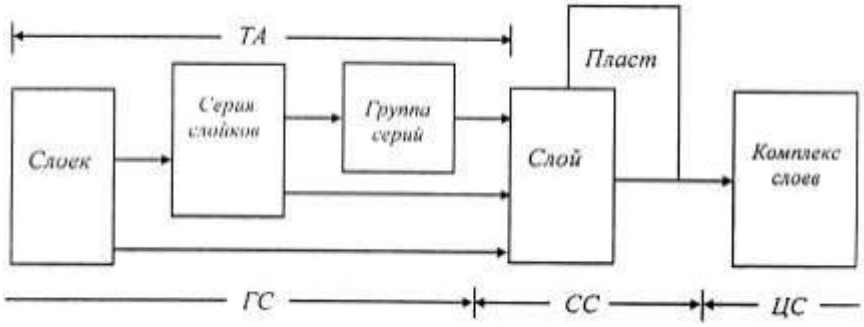


Рисунок 1 - Схема соотношения и соподчиненности слоевых элементов низших рангов в осадочных толщах[8, с. 46]

Если рисунок является авторской разработкой, необходимо после заголовка рисунка поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников он составлен, например:

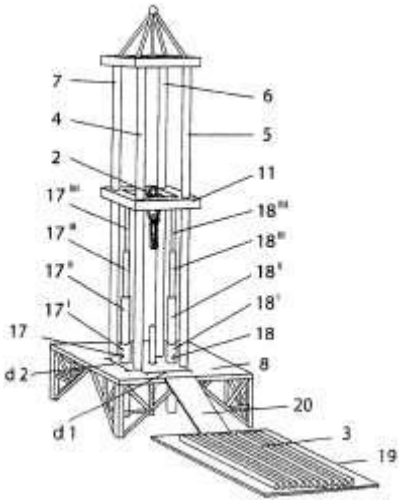


Рисунок 2 – Буровая установка,……[1]

При необходимости между рисунком и его заголовком помещаются поясняющие данные (подрисуночный текст), например, легенда.

2.5Правила оформления таблиц

В письменной работе фактический материал в обобщенном и систематизированном виде может быть представлен в виде таблицы для наглядности и удобства сравнения показателей.

На все таблицы должны быть ссылки в работе. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера, например: «…в таблице 2 представлены …» или «… характеризуется показателями (таблица 2)».

Таблицу следует располагать в работе непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице.

Таблицы, за исключением таблиц в приложениях, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией по всей работе. Каждая таблица должна иметь заголовок, который должен отражать ее содержание, быть точным, кратким. Заголовок таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире, например:

Таблица 3 – Количество тонн бокситов, добытого шахтами Свердловской области

Наименование организации	2017	2018
ПАО «Бокситы Севера»	58	59
Березниковская шахта	29	51

Если таблица взята из первичного источника без авторской переработки, следует сделать ссылку, например:

Таблица 2 – Динамика основных показателей развития шахтного строительства в России за 2015–2018 гг. [15, с. 35]

[1] Составлено автором по: [15, 23, 42].

	2015	2016	2017	2018
Объем строительства, млрд. руб.				
……				

Если таблица является авторской разработкой, необходимо после заголовка таблицы поставить знак сноски и указать в форме подстрочной сноски внизу страницы, на основании каких источников она составлена, например:

Таблица 3 – Количество оборудования[1]

Вид оборудования	2016	2017
Буровая машина	3	5
……	3	7

Располагают таблицы на странице обычно вертикально. Помещенные на отдельной странице таблицы могут быть расположены горизонтально, причем графа с наименованиями показателей должна размещаться в левой части страницы. Слева, справа и снизу таблицы ограничивают линиями.

Таблицу с большим числом строк допускается переносить на другую страницу. При переносе части таблицы на другую страницу слово «Таблица» указывают один раз слева над первой частью таблицы. На странице, на которую перенесена часть таблицы, слева пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы и повторением шапки таблицы.

Если таблица переносится, то на странице, где помещена первая часть таблицы, нижняя ограничительная линия таблицы не проводится. Это же относится к странице (страницам), где помещено продолжение (продолжения) таблицы. Нижняя ограничительная линия таблицы проводится только на странице, где помещено окончание таблицы.

Заголовки граф и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Заголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение заголовков граф.

Примечания к таблице (подтабличные примечания) размещают непосредственно под таблицей в виде: а) общего примечания; б) сноски; в) отдельной графы или табличной строки с заголовком. Выделять примечание в отдельную графу или строку целесообразно лишь тогда, когда примечание относится к большинству строк или граф. Примечания к отдельным заголовкам граф или строк следует связывать с ними знаком сноски. Общее примечание ко всей таблице не связывают с ней знаком сноски, а помещают после заголовка «Примечание» или «Примечания», оформляют как внутритекстовое примечание.

Допускается применять размер шрифта в таблице меньший, чем в тексте работы, но не менее 10 pt.

Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице измерения, то ее обозначение необходимо помещать над таблицей справа. Если показатели таблицы выражены в разных единицах измерения, то обозначение единицы

[1] Составлено автором по: [2, 7, 10]

измерения указывается после наименования показателя через запятую. Допускается при необходимости выносить в отдельную графу обозначения единиц измерения.

Текст, повторяющийся в строках одной и той же графы и состоящий из одиночных слов, чередующихся с цифрами, заменяют кавычками. Если повторяющийся текст состоит из двух или более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее – кавычками. Если предыдущая фраза является частью последующей, то допускается заменить ее словами «То же» и добавить дополнительные сведения. При наличии горизонтальных линий текст необходимо повторять. Если в ячейке таблицы приведен текст из нескольких предложений, то в последнем предложении точка не ставится.

Заменять кавычками повторяющиеся в таблице цифры, математические знаки, знаки процента и номера, обозначения нормативных материалов, марок материалов не допускается.

При отсутствии отдельных данных в таблице следует ставить прочерк (тире). Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим, если они относятся к одному показателю. В одной графе должно быть соблюдено, как правило, одинаковое количество десятичных знаков для всех значений величин.

Если таблицы размещены в приложении, их нумерация имеет определенные особенности. Таблицы каждого приложения нумеруют отдельной нумерацией арабскими цифрами. При этом перед цифрой, обозначающей номер таблицы в приложении, ставится буква соответствующего приложения, например:

Таблица В.1.– Динамика показателей за 2016–2017 гг.

Если в документе одна таблица, то она должна быть обозначена «Таблица 1» или «Таблица В.1», если она приведена в приложении (допустим, В).

2.6Правила оформления примечаний и ссылок

При необходимости пояснить содержание текста, таблицы или иллюстрации в работе следует помещать примечания. Их размещают непосредственно в конце страницы, таблицы, иллюстрации, к которым они относятся, и печатают с прописной буквы с абзацного отступа после слова «Примечание» или «Примечания». Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и примечание печатается с прописной буквы. Одно примечание не нумеруют. Если их несколько, то после слова «Примечания» ставят двоеточие и каждое примечание печатают с прописной буквы с новой строки с абзацного отступа, нумеруя их по порядку арабскими цифрами.

Цитаты, а также все заимствования из печати данные (нормативы, цифры и др.) должны иметь библиографическую ссылку на первичный источник. Ссылка ставится непосредственно после того слова, числа, предложения, по которому дается пояснение, в квадратных скобках. В квадратных скобках указывается порядковый номер источника в соответствии со списком использованных источников и номер страницы, с которой взята информация, например: [4, с. 32]. Это значит, использован четвертый источник из списка литературы со страницы 32. Если дается свободный пересказ принципиальных положений тех или иных авторов, то достаточно указать в скобках после изложения заимствованных положений номер источника по списку использованной литературы без указания номера страницы.

2.7Правила оформления списка использованных источников

Оформлению списка использованных источников, прилагаемого к отчету, следует уделять самое серьезное внимание.

Сведения об источниках приводятся в следующем порядке:

1) **нормативные правовые акты**: Нормативные правовые акты включаются в список в порядке убывания юридической силы в следующей очередности: международные нормативные правовые акты, Конституция Российской Федерации, федеральные конституционные законы, федеральные законы, акты Конституционного Суда Российской Федерации, решения других высших судебных органов, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации, нормативные правовые акты федеральных органов исполнительной власти, законы субъектов Российской Федерации, подзаконные акты субъектов Российской Федерации, муниципальные правовые акты, акты организаций.

Нормативные правовые акты одного уровня располагаются в хронологическом порядке, от принятых в более ранние периоды к принятым в более поздние периоды.

Примеры оформления нормативных правовых актов и судебной практики:

1. Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов власти субъектов Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 06.10.1999 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. - 1999. - № 43.

2. О порядке разработки и утверждения административных регламентов исполнения государственных функций (предоставления государственных услуг) [Электронный ресурс]: Постановление Правительства РФ от 11.11.2005 г. № 679. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

3. О практике применения судами Закона Российской Федерации «О средствах массовой информации»[Электронный ресурс]: Постановление Пленума Верховного Суда РФ от 15.06.2010 № 16. - Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». – Режим доступа: http://www.consultant.ru.

4. Определение судебной коллегии по гражданским делам Верховного Суда Российской Федерации по иску Цирихова // Бюллетень Верховного Суда Российской Федерации. -1994. -№9. - С. 1-3.

2) **книги, статьи, материалы конференций и семинаров.** Располагаются по алфавиту фамилии автора или названию, если книга печатается под редакцией. Например:

5. Абрамова, А.А. Трудовое законодательство и права женщин [Текст] / А.А.Абрамова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 11, Право. - 2001. - № 5. - С. 23–25.

6. Витрянский, В.В. Договор банковского счета [Текст] / В.В. Витрянский // Хозяйство и право.- 2006.- № 4.- С. 19 – 25.

7. Двинянинова, Г.С. Комплимент: Коммуникативный статус или стратегия в дискурсе [Текст] / Г.С. Двинянинова // Социальная власть языка: сб. науч. тр. / Воронеж.межрегион. ин-т обществ. наук, Воронеж. гос. ун-т, Фак. романо-герман. истории. - Воронеж, 2001. - С. 101–106.

8. История России [Текст]: учеб.пособие для студентов всех специальностей / В.Н. Быков [и др.]; отв. ред. В.Н. Сухов; М-во образования Рос. Федерации, С.-Петерб. гос. лесотехн. акад. - 2-е изд., перераб. и доп. / при участии Т.А. Суховой. - СПб.: СПбЛТА, 2001. - 231 с.

9. Трудовое право России [Текст]: учебник / Под ред. Л.А.Сыроватской. - М.: Юристъ, 2006. - 280 с.

10. Семенов, В.В. Философия: итог тысячелетий. Философская психология [Текст] / В.В. Семенов; Рос.акад. наук, Пущин. науч. центр, Ин-т биофизики клетки, Акад. проблем сохранения жизни. - Пущино: ПНЦ РАН, 2000. - 64 с.

11. Черткова, Е.Л. Утопия как способ постижения социальной действительности [Электронный ресурс] / Е.Л. Черткова // Социемы: журнал Уральского гос. ун-та. - 2002. - N 8. – Режим доступа: http://www2/usu.ru/philosoph/chertkova.

12. Юридический советник [Электронный ресурс]. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. - Прил.: Справочник пользователя [Текст] / сост. В.А. Быков. - 32 с.;

3) **статистические сборники, инструктивные материалы, методические рекомендации, реферативная информация, нормативно-справочные материалы.** Располагаются по алфавиту. Например:

13. Временные методические рекомендации по вопросам реструктуризации бюджетной сферы и повышения эффективности расходов региональных и местных бюджетов (Краткая концепция реструктуризации государственного и муниципального сектора и повышения эффективности бюджетных расходов на региональном и местном уровнях) [Текст]. - М.: ИЭПП, 2006. - 67 с.

14. Свердловская область в 1992-1996 годах [Текст]: Стат. сб. / Свердл. обл. комитет гос. статистики Госкомстата РФ. - Екатеринбург, 1997. - 115 с.

15. Социальное положение и уровень жизни населения России в 2010 г. [Текст]: Стат. сб. / Росстат. - М., 2002. - 320 с.

16. Социально-экономическое положение федеральных округов в 2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gks.ru

4) **книги и статьи на иностранных языках** в алфавитном порядке. Например:

17. An Interview with Douglass C. North [Text] // The Newsletter of The Cliometric Society. - 1993. - Vol. 8. - N 3. - P. 23–28.

18. Burkhead, J. The Budget and Democratic Government [Text] / Lyden F.J., Miller E.G. (Eds.) / Planning, Programming, Budgeting. Markham : Chicago, 1972. 218 p.

19. Miller, D. Strategy Making and Structure: Analysis and Implications for Performance [Text] // Academy of Management Journal. - 1987. - Vol. 30. - N 1. - P. 45–51;

20. Marry S.E. Legal Pluralism. – Law and Society Review. Vol 22.- 1998.- №5.- p. 22-27

5) **интернет-сайты**. Например:

21. Министерство финансов Российской Федерации: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.minfin.ru

22. Российская книжная палата: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.bookchamber.ru

В списке использованных источников применяется сквозная нумерация с применением арабского алфавита. Все объекты печатаются единым списком, группы объектов не выделяются, источники печатаются с абзацного отступа.

Объекты описания списка должны быть обозначены терминами в квадратных скобках[2]:

- [Видеозапись];
- [Мультимедиа];
- [Текст];
- [Электронный ресурс].

При занесении источников в список литературы следует придерживаться установленных правил их библиографического описания.

2.8 Правила оформления приложений

В приложения рекомендовано включать материалы, которые по каким-либо причинам не могут быть включены в основную часть: материалы, дополняющие работу; таблицы вспомогательных цифровых данных; инструкции, методики, описания алгоритмов и программ задач, иллюстрации вспомогательного характера; нормативные

[2] Полный перечень см. в: Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления [Текст]: ГОСТ 7.1-2003.

правовые акты, например, должностные инструкции. В приложения также включают иллюстрации, таблицы и распечатки, выполненные на листах формата А3.

Приложения оформляют как продолжение данного документа на последующих его листах после списка использованных источников.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, ПРИЛОЖЕНИЕ Б, ПРИЛОЖЕНИЕ В и т.д.). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами.

Само слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» пишется прописными (заглавными) буквами.

Если в работе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Каждое приложение следует начинать с новой страницы. При этом слово «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его буквенное обозначение пишутся с абзацного отступа.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают на следующей строке после слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» с абзацного отступа. Заголовок пишется с прописной буквы.

В тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки, например: «… в приложении Б…». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте работы.

Текст каждого приложения, при необходимости, может быть разделен на разделы, подразделы, пункты, подпункты, которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Приложения должны иметь общую с остальной частью документа сквозную нумерацию страниц.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Образец оформления титульного листа курсовой работы

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»
(ФГБОУ ВО «УГГУ»)
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «Геолого-экономическая оценка месторождений нефти и газа» на тему:

_____

Направление: 21.05.03
ТЕХНОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Специализация:
СЕЙСМОРАЗВЕДКА

Студент: Христофоров В.Б.
Группа: ГН-22

Руководитель курсовой работы:
Рыльков С.А..

Оценка _____

Подпись _____

МИНОБРНАУКИ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

ГЕОЛОГИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

для обучающихся по специальности:

***21.05.03* Технология геологической разведки**

Екатеринбург

Под промышленными типами понимаются такие естественные геолого-минералогические типы месторождений, при эксплуатации которых в сумме во всем мире извлекается несколько процентов данного вида полезного ископаемого.

Кроме этого, промышленными называются месторождения с балансовыми запасами, которые экономически целесообразно разрабатывать при современном состоянии техники отработки и технологии переработки руд. Промышленный тип месторождения определяется прежде всего геологическими условиями залегания и морфологией рудных тел, минеральным и вещественным составом руд, от которых зависят методы отработки месторождения и технология получения металлов.

По своему содержанию дисциплина «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» – это ветвь науки о геологии месторождений, главной задачей которой является изучение определенных геолого-промышленных типов месторождений в земной коре. Познание закономерностей размещения месторождений, строения слагающих их рудных тел, изучение масштабов объектов, их характерных особенностей, все это необходимо для организации и проведении геологоразведочных работ различного назначения и в совокупности составляет основные цели изучения дисциплины «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых».

Целью освоения учебной дисциплины «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» является ознакомление студентов с главными и второстепенными типами месторождений полезных ископаемых по каждому виду минерального сырья. Приобретение студентами навыков на основе описания месторождения, по геологической карте или разрезу, и по предоставленной коллекции образцов отнесение месторождения к определенному геолого-промышленному типу.

Для достижения указанной цели необходимо (задачи курса):

- приобретение студентами знаний по минеральным типам руд, их структурно-текстурным особенностям, требованиям промышленности к рудам различных промышленных типов месторождений, их качеству и величине запасов.

- получение представлений по комплексному использованию руд для разработки рациональной системы их обогащения.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 118 часов.

№ п/п	*Виды самостоятельной работы*	*Единица измерения*	*Норма времени, час*	*Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.*	*Принятая трудоемкость СРО, час.*
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					82
1	Повторение материала лекций	1 тема	0,1-4,0	2,0 х 13= 26	26
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	3,0 х 13 = 39	39
3	Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля)	1 тема	0,3-0,5	0,4 х 13 = 4,2	4
4	Подготовка к практическим занятиям	1 занятие	0,3-2,0	0,35 х 37= 13	13
Другие виды самостоятельной работы					
5	Подготовка к экзамену	1 экзамен		27+9	27+9
	Итого:				118

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1. Общие сведения о дисциплине промышленные типы месторождений полезных ископаемых

Основные понятия, задачи и содержание дисциплины. Группировка промышленных месторождений по запасам. Понятие качества руд. Требования

промышленности к качеству полезного ископаемого (кондиции). Разделение руд по качеству. Промышленная классификация.

Раздел 2. Промышленные типы месторождений черных металлов

Главные и второстепенные промышленные типы месторождений железа. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд. Главные промышленные минералы железных руд. Ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры месторождений главных и второстепенных промышленных типов.

Промышленные типы месторождений марганца. Области применения марганцевых руд. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам марганцевых руд. Главные промышленные минералы руд марганца. Ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры месторождений.

Промышленные типы месторождений хрома. Области применения хромитовых руд. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам хромитовых руд. Главные промышленные минералы руд хрома. Ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Раздел 3. Промышленные типы месторождений легирующих металлов

Промышленные типы месторождений титана и ванадия; области применения этих металлов. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд титана и ванадия. Главные промышленные минералы руд титана и ванадия. Ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений никеля. Области применения этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд никеля. Главные промышленные минералы руд никеля. Ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений кобальта. Области применения этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд кобальта. Главные промышленные минералы руд кобальта. Ценные и вредные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений вольфрама. Области его использования. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам вольфрама. Главные промышленные минералы руд. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений молибдена. Области использования этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам молибдена. Главные промышленные минералы руд. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Раздел 4. Промышленные типы месторождений цветных металлов

Главные промышленные типы месторождений алюминия. Области применения этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд алюминия. Минералы, ценные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов. Второстепенные промышленные типы и потенциальные источники получения алюминия (не из бокситов).

Главные промышленные типы месторождений меди. Области применения этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд меди. Главные промышленные минералы руд меди. Ценные и вредные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Главные промышленные типы месторождений свинца и цинка. Области применения этих металлов. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд свинца и цинка. Главные промышленные минералы руд свинца и цинка.

Ценные и вредные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Главные промышленные типы месторождений сурьмы и ртути. Области применения этих металлов. Кондиции, предъявляемые промышленностью к различным типам руд сурьмы и ртути. Главные промышленные минералы руд сурьмы и ртути. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Раздел 5. Промышленные типы месторождений благородных металлов

Главные промышленные типы месторождений золота. Области использования золота и изделий из него. Кондиции, предъявляемые промышленностью к золоторудным месторождениям. Главные промышленные минералы руд золота. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Главные промышленные типы месторождений платины и платиноидов. Области ее использования. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам. Главные промышленные минералы руд. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из выделяемых промышленных типов.

Раздел 6. Промышленные типы месторождений редких и радиоактивных металлов

Промышленные типы месторождений лития. Области использования лития и его соединений. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам лития. Главные промышленные минералы руд лития. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений бериллия. Области его использования. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам бериллия.

Главные промышленные минералы руд бериллия. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов. Промышленные типы экзогенных и метаморфогенных месторождений урана. Минералы урановых руд в этих типах месторождений. Примеры месторождений. Коэффициент радиоактивного равновесия.

Промышленные типы гидротермальных месторождений урана. Перечислите их и дайте характеристику их промышленной ценности. Минералы урановых руд в этих типах месторождений. Примеры месторождений. Промышленные типы месторождений ниобия и тантала. Области использования этих металлов. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам ниобия и тантала.

Главные промышленные минералы руд. Подразделение месторождений по содержанию главных полезных элементов. Связь месторождений тантала и ниобия с различными породными комплексами. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений циркония. Области использования этого металла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам циркония. Главные промышленные минералы руд. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Раздел 7. Промышленные типы месторождений химического и агрохимического сырья

Промышленные типы месторождений минеральных солей. Области применения солей и их соединений. Минеральный состав главных промышленных руд. Масштабы месторождений различных типов. Промышленные типы месторождений фосфатного сырья. Области использования апатитов и фосфоритов. Кондиции для месторождений апатитового и фосфоритового сырья. Главные минеральные разновидности руд фосфоритов и апатитов. Форма рудных тел. Примеры для каждого промышленного типа.

Промышленные типы месторождений серы. Области использования серы и ее соединений. Кондиции, предъявляемые промышленностью к серным рудам. Форма рудных тел месторождений различных генетических типов. Примеры месторождений для каждого из геолого-промышленных типов. Промышленные типы месторождений бора. Области использования руд бора. Кондиции, предъявляемые промышленностью к борным рудам. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из геолого-промышленных типов.

Раздел 8. Промышленные типы месторождений индустриального сырья

Промышленные типы месторождений слюд. Области использования слюды. Минеральный состав главных промышленных руд. Кондиции, предъявляемые промышленностью к слюдяным рудам. Масштабы месторождений слюд. Примеры месторождений для каждого из выделяемых промышленных типов. Промышленные типы месторождений талька и пирофиллита. Области их использования. Генетические типы месторождений. Формы и размеры промышленных тел в главных месторождениях. Примеры месторождений для каждого из выделяемых промышленных типов.

Промышленные типы месторождений графита. Области использования графита в промышленности. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам графита. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Промышленные типы месторождений магнезита и брусита. Области использования магнезита и брусита в промышленности. Кондиции, предъявляемые промышленностью к рудам магнезита и брусита. Примеры месторождений. Промышленные типы месторождений хризотил-асбеста. Области применения изделий из хризотил-асбеста. Основные типы руд и содержание в них асбестового волокна. Условия образования месторождений различных промышленных типов и их масштабы. Примеры месторождений ведущих геолого-промышленных типов.

Промышленные типы месторождений амфибол-асбеста. Области применения амфибол-асбеста. Основные минеральные разновидности руд. Условия образования месторождений различных промышленных типов и их масштабы. Примеры месторождений ведущих геолого-промышленных типов.

Промышленные типы месторождений цеолитов. Области использования цеолитового сырья. Условия образования и генетическая природа цеолитовых месторождений. Основные разновидности цеолитов. Промышленные типы месторождений барита и витерита. Области использования этих минералов и их руд. Кондиции, предъявляемые промышленностью к баритовым и витеритовым рудам. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из геолого-промышленных типов.

Раздел 9. Промышленные типы месторождений оптического сырья.

Основные промышленные типы месторождений кварца. Условия их образования и вмещающие породы главных промышленных типов месторождений. Примеры наиболее известных месторождений главных геолого-промышленных типов. Промышленные типы месторождений флюорита. Области использования флюоритового сырья. Кондиции, предъявляемые добывающей промышленностью к качеству флюоритовых руд. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

Раздел 10. Промышленные типы месторождений алмазов и камнесамоцветного сырья.

Промышленные типы месторождений алмазов с примерами для каждого из них. Области использования алмазов. Основные разновидности алмазов, в том числе по месту их использования. Кондиции для месторождений коренных руд и для россыпей. Разновидности месторождений ювелирных, ювелирно-поделочных и поделочных камней. Главные минералы, относящиеся к каждой из перечисленных групп. Месторождения, представленные ювелирными, ювелирно-поделочными и поделочными камнями. Условия

образования этих месторождений и вмещающих их пород. Примеры месторождений основных геолого-промышленных типов.

Раздел 11. Промышленные типы месторождений цементного сырья.

Промышленные типы месторождений строительных материалов. Применение. Деление на основные типы сырья по крупности материала и по использованию. Промышленные типы месторождений цементного сырья. Процесс производства портланд-цемента.

Раздел 12. Промышленные типы месторождений керамического сырья (каолина, глин, пегматитов, гранитов).

Промышленные типы месторождений керамического сырья. Области использования разнообразных керамических изделий. Кондиции, предъявляемые промышленностью к керамическому сырью. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из геолого-промышленных типов.

Раздел 13. Промышленные типы месторождений стекольного сырья

Промышленные типы месторождений стекольного сырья. Области использования стекла. Кондиции, предъявляемые промышленностью к стекольному сырью. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из геолого-промышленных типов.

План лабораторных занятий по дисциплине «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых»

1. Знакомство с литературой по описанию конкретных месторождений полезных ископаемых;
2. Описание каждого месторождения в табличной форме;
3. Зарисовка плана или разреза месторождения;
4. Изучения коллекции образцов по каждому месторождению;
5. Коллоквиум по каменному материалу.

На лабораторные занятия преподавателем объявляется список месторождений подлежащих изучению студентами. Этот список, как правило, не превышает четырех-пяти объектов за занятие по одному или двум близким видам минерального сырья. Студентам дается время 40-50 минут от занятия, для изучения литературы и описания месторождений.

Описание месторождений производится в отдельной тетради, которая озаглавливается – «Каталог месторождений». На титульном листе каталога должна быть написана фамилия студента, группа, изучаемая дисциплина. Пример оформления титульного листа дается в приложении № 1.

Характеристика месторождения полезных ископаемых производится на развернутом листе тетради в табличной форме. На одном листе следует помещать не более двух месторождений. В таблице описания месторождений левый лист делится пополам и на правой его половине помещается разрез месторождения. Всего на странице помещаются следующие столбцы по порядку:

1. Номер по порядку;
2. Название месторождения;
3. Генетический класс месторождения;
4. Извлекаемые полезные ископаемые;
5. Масштаб месторождения;
6. Разрез месторождения с условными обозначениями.

Правый лист делится на три равных столбца:

1. Формы рудных тел;
2. Минеральный состав руд и вмещающие породы;
3. Структуры и текстуры руд.

Пример заполнения таблицы приводится на рисунке 1.

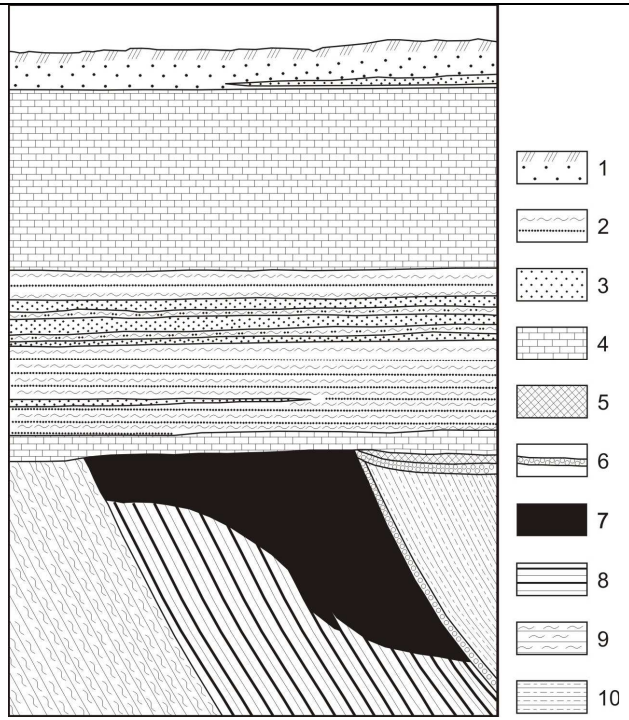
№пп	Название месторождения	Генетический класс	Извлекаемые ПИ	Масштаб месторождения	Разрез (план) месторождения	Форма рудных тел	Минеральный состав руд и вмещающих пород	Структуры и текстуры руд
1	КМА (Яковлевское)	Метаморфизованный	Fe	12 000 млн. т.	 1 – ПРС и суглинки; 2 – пески и глины; 3 – песчаники; 4 – мел, мергели, известняки; 5 – руда переотложенная; 6 – бокситы; 7 – богатая руда; 8 – железистые кварциты; 9 – кварц-слюдистые микросланцы; 10 – кварц-графит-биотитовые микросланцы.	Пластовая, смятая в складки, пластообразная, плащеобразная	Магнетит, гематит, мартит. Железистые кварциты	Структуры: Мелко- и скрытозернистые, Текстуры: массивные, полосчатые, плойчатые, слоистые.

Рис.1. Пример заполнения каталога месторождений

Зарисовка плана или разреза месторождения обязательно делается от руки, что позволяет, с одной стороны, научить студента делать геологические зарисовки с условными обозначениями и другими атрибутами геологической документации. С другой стороны рисунок от руки позволяет лучше запоминать особенности геологического строения каждого из месторождений, что понадобится студентам для правильного ответа на один из вопросов экзаменационного билета.

Вторая часть лабораторного занятия продолжительностью 40-50 минут отводится для изучения каменного материала по отдельным месторождениям полезных ископаемых. Каждая коллекция состоит из 15-20 образцов характеризующих минеральный состав основных полезных ископаемых месторождения, минералы-спутники полезного ископаемого, наиболее характерные их структуры и текстуры, а также вмещающие породы, содержащие полезные минералы.

Список месторождений необходимых для изучения на лабораторных занятиях по курсу «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых»:

Железо

Яковлевское месторождение (КМА);
Керченская группа месторождений (Крым);
Соколовское месторождение (Южный Урал);
Качканарское месторождение (Средний Урал);
Кусинское месторождение (Средний Урал);
Западно-Каражальское (Казахстан);
Ковдорское месторождение (Кольский п-ов);

Марганец

Никопольское месторождение (Украина);

Хром

Кемпирсайская группа месторождений;
Центральное месторождение (Полярный Урал, массив Рай-Из);
Сарановское месторождение (Северный Урал);

Титан

Иршинская ильменитовая россыпь (Украина);

Никель

Талнахское месторождение (Сибирь);
Бурыктальское месторождение (Южный Урал);
Ховуаксинское месторождение (Тува);
Черемшанское месторождение (Средний Урал);

Молибден и вольфрам

Коунрадское месторождение (Казахстан);
Каджаранское месторождение (Армения);
Тырныаузское месторождение (Северный Кавказ);
Месторождение Восток-II (Дальний Восток);
Джидинское месторождение (Забайкалье);

Алюминий

Месторождение Красная шапочка СУБР (Северный Урал);
Тихвинское месторождение (Ленинградская обл.);

Медь

Гайское месторождение (Южный Урал);
Сафьяновское месторождение (Средний Урал);
Дегтярское месторождение (Средний Урал);
Джезказганское месторождение (Центральный Казахстан);
Удоканское месторождение (Забайкалье);

Свинец и цинк

Риддер-Сокольное месторождение (Рудный Алтай);
Садонское месторождение (Осетия);
Тетюхенское (Дальнегорское, Верхнее) месторождение (Дальний Восток);
Миргалимсайское месторождение (Южный Казахстан);

Олово

Депутатаское месторождение (Якутия);

Сурьма

Сарылахское месторождение (Якутия);
Кадамджайское месторождение (Рудный Алтай);

Ртуть

Хайдарканское месторождение (Киргизия);
Никитовское месторождение (Украина);

Золото

Месторождение Мурун-Тау (Узбекистан);
Кочкарское месторождение (Южный Урал, Челябинская обл.);
Березовское месторождение (Средний Урал);
Воронцовское месторождение (Средний Урал);
Балейское месторождение (Забайкалье);
Месторождение Сухой Лог (Иркутская область);

Уран

Далматовское месторождение (Курганская область)

Алмазы

Трубка «Мир»
Трубка «Аргайл»

Графит

Курейское (Ногинское)
Завальевское

Слюды

Мамско-Чуйская провинция
Слюдяногорское
Ковдорское

Асбест

Баженовское
Сысертское

Тальк
Шабровское
Киргитейское

Магнезит
Саткинское

Кварц
Кыштымское

Соли
Верхнекамское

Апатиты и фосфориты
Каратау
Егорьевское
Хибиногорское
Просяновское-глины
Дальнегорское-бор
Гаудакское-сера
Вознесенское-флюорит

На заключительном этапе обучения дисциплины «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» на последнем в семестре лабораторном занятии проводится коллоквиум по каменному материалу. Студенту выдается пять образцов разных полезных ископаемых, которые необходимо охарактеризовать по следующему плану:

1. Структура полезного ископаемого;
2. Текстура руды;
3. Минеральный состав руды;
4. Извлекаемое полезное ископаемое;
5. Возможный генетический класс месторождения;

Также по возможности необходимо по выданной преподавателем коллекции образцов полезных ископаемых определить возможный геолого-промышленный тип месторождения полезных ископаемых, возможные типы руд, их минеральный состав, назвать промышленные кондиции и возможные масштабы месторождений.

Критерии оценивания: правильное определение структуры руды – 1 балл, правильное определение текстуры руды – 1 балл, правильное и подробное определение минерального состава руды – 1 балл, выявление полезного ископаемого – 1 балл, геолого-промышленный тип МПИ – 1 балл.

Кроме этого на коллоквиуме студентам выдаются разрезы или планы неизвестных им месторождений и по строению геологического разреза месторождения рудных или нерудных полезных ископаемых необходимо провести обоснование возможного геолого-промышленного типа месторождения – 2 баллов, представление графического материала – 1 балл, выводы по первоочередным промышленным типам минерального сырья – 2 балла.

Критерии оценки:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если работа соответствует всем критериям, выполнена самостоятельно и без существенных замечаний (9-10 баллов)

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если работа соответствует всем критериям, выполнена практически самостоятельно, а имеющиеся ошибки и неточности были сразу исправлены после указания на них преподавателем (7-8 баллов)

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа не совсем соответствует критериям, выполнена с большими ошибками и неточностями, а при исправлении имеющихся ошибок и неточностей, указанных преподавателем возникли трудности (5-6 баллов)

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если работа не соответствует критериям, выполнена с существенными ошибками и неточностями, а ошибки и неточности, указанные преподавателем не были исправлены (0-4 балла)

Для изучения дисциплины самостоятельно рекомендуется пользоваться широким перечнем литературных и методических источников, имеющихся в библиотеке университета и выставленных на сайтах. Перечень последних приведен ниже.

Ниже приводятся контрольные вопросы по курсу «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых», в экзаменационном билете содержится один теоретический вопрос по металлическим полезным ископаемым и одно практико-ориентированное задание в одном семестре (Часть 1), во втором семестре теоретический вопрос и практико-ориентированное задание посвящено неметаллическим полезным ископаемым

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МПИ» Часть 1

1. Главные и второстепенные промышленные типы месторождений железа. Кондиции, минералы, ценные и вредные примеси. Масштабы месторождений. Примеры.
2. Промышленные типы месторождений марганца. Области применения таких руд. Кондиции, минералы, ценные примеси. Масштабы месторождений. Примеры.
3. Промышленные типы месторождений хрома. Области применения таких руд. Кондиции, минералы, ценные примеси. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.
4. Промышленные типы месторождений титана и ванадия. Области применения этих металлов. Кондиции, минералы, ценные примеси. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.
5. Промышленные типы месторождений никеля. Области применения этого металла. Кондиции, минералы, ценные примеси. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.
6. Промышленные типы месторождений кобальта. Области применения этого металла. Кондиции, минералы, ценные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов.
7. Главные промышленные типы месторождений алюминия. Области применения этого металла. Кондиции, минералы, ценные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры для каждого из промышленных типов. Второстепенные промышленные типы и потенциальные источники получения алюминия (не из бокситов).
8. Главные промышленные типы месторождений меди. Области применения этого металла. Кондиции, минералы, ценные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
9. Главные промышленные типы месторождений свинца и цинка. Области применения этих металлов. Кондиции, минералы, ценные примеси. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

10. Главные промышленные типы месторождений сурьмы и ртути. Области применения этих металлов. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
11. Главные промышленные типы месторождений золота. Области его использования Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
12. Промышленные типы месторождений лития. Области его использования Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
13. Промышленные типы месторождений бериллия. Области его использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
14. Промышленные типы экзогенных и метаморфогенных месторождений урана. Перечислите их и дайте характеристику их промышленной ценности. Минералы урановых руд в этих типах месторождений. Примеры. Что такое коэффициент радиоактивного равновесия?
15. Промышленные типы гидротермальных месторождений урана. Перечислите их и дайте характеристику их промышленной ценности. Минералы урановых руд в этих типах месторождений. Примеры.
16. Промышленные типы месторождений ниобия и тантала. Области их использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
17. Промышленные типы месторождений вольфрама. Области его использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
18. Промышленные типы месторождений молибдена. Области его использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
19. Промышленные типы месторождений циркония. Области его использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
20. Главные промышленные типы месторождений платины и платиноидов. Области ее использования Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из выделяемых промышленных типов.

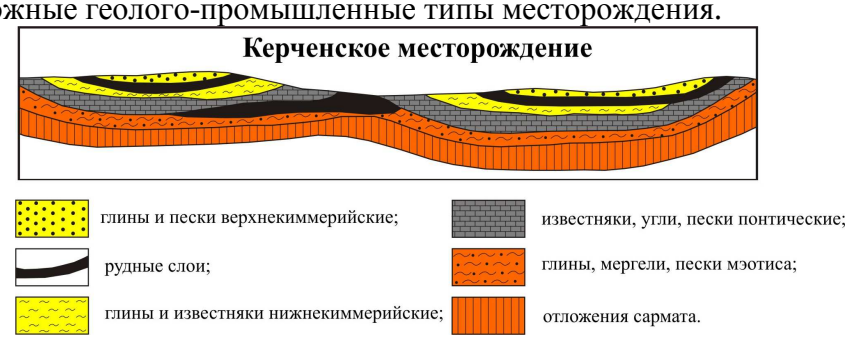
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ЭКЗАМЕНУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МПИ» Часть 2

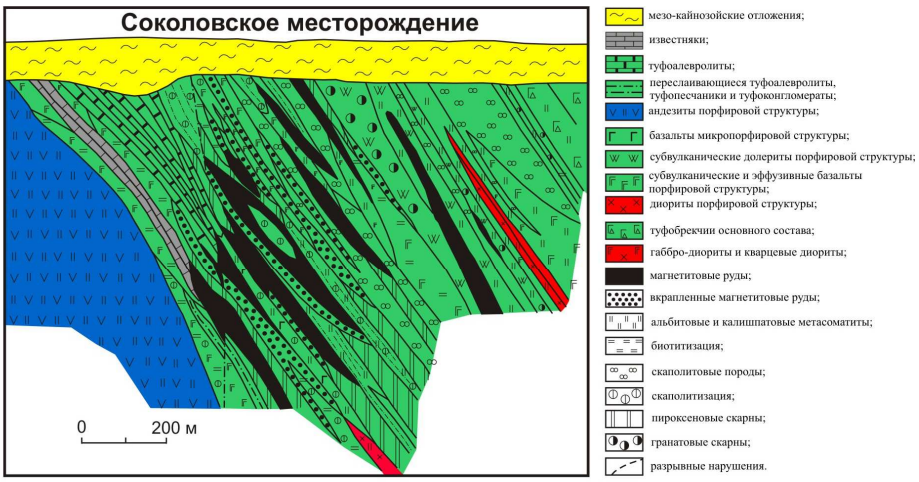
1. Промышленные типы месторождений строительных материалов. Применение. Деление на основные типы сырья по крупности материала и по использованию
2. Промышленные типы месторождений слюд. Области использования. Минеральный состав, кондиции, масштабы месторождений. Примеры.
3. Промышленные типы месторождений алмазов. Где они используются. Перечислите их разновидности. Кондиции для коренных руд и для россыпей. Назовите главные промышленные типы месторождений с примерами для каждого из них.
4. Промышленные типы месторождений талька и пирофиллита. Области их использования. Генетические типы. Форма и размеры промышленных тел. Примеры.
5. Промышленные типы месторождений графита. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
6. Промышленные типы месторождений минеральных солей. Области применения. Минералы, масштабы месторождений различных типов.

7. Промышленные типы месторождений фосфатного сырья. Области использования. Кондиции, минералы. Форма рудных тел. Примеры для каждого промышленного типа.
8. Промышленные типы месторождений магнезита и брусита. Применение. Кондиции. Примеры.
9. Промышленные типы месторождений хризотил-асбеста. Применение. Основные типы руд и содержание в них асбестового волокна. Условия образования. Примеры.
10. Промышленные типы месторождений амфибол-асбеста. Области применения. Основные минеральные разновидности. Условия образования. Примеры.
11. Разновидности месторождений ювелирных, ювелирно-поделочных и поделочных камней. Какие из минералов относятся к каждой из перечисленных групп и какими месторождениями они представлены. Условия их образования и вмещающие породы. Примеры.
12. Основные промышленные типы месторождений кварца. Условия их образования и вмещающие породы. Примеры.
13. Промышленная классификация неметаллических полезных ископаемых. Деление различных видов сырья на основные группы по свойствам и главным направлениям применения в промышленности. Основные требования, предъявляемые к качеству неметаллического сырья.
14. Промышленные типы месторождений флюорита. Области его использования. Кондиции. Форма рудных тел. Масштабы месторождений. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
15. Промышленные типы месторождений цеолитов. Области их использования, условия образования и генетическая природа. Охарактеризуйте основные их разновидности.
16. Промышленные типы месторождений цементного сырья. На базе каких пород производится цемент. Рассмотрите процесс производства портланд-цемента.
17. Промышленные типы месторождений серы. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
18. Промышленные типы месторождений бора. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
19. Промышленные типы месторождений барита и витерита. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
20. Промышленные типы месторождений керамического сырья. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.
21. Промышленные типы месторождений стекольного сырья. Области использования. Кондиции. Форма рудных тел. Примеры месторождений для каждого из промышленных типов.

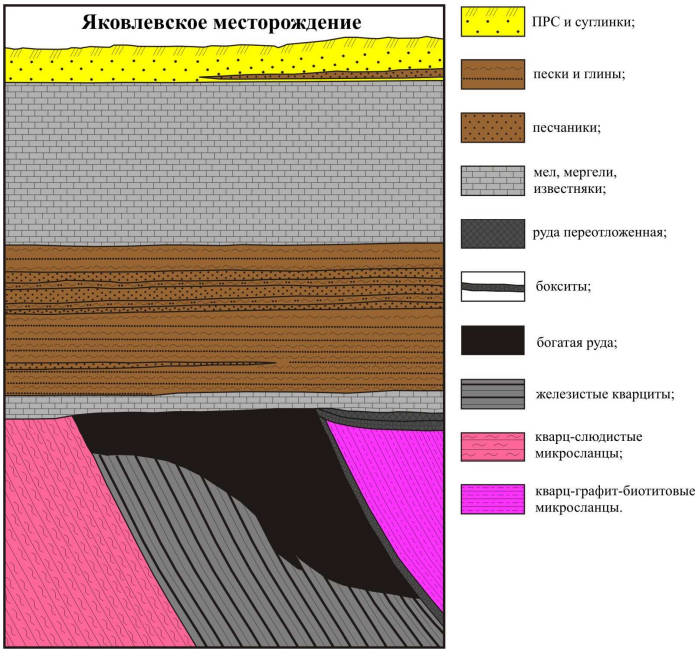
ПРАКТИКООРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

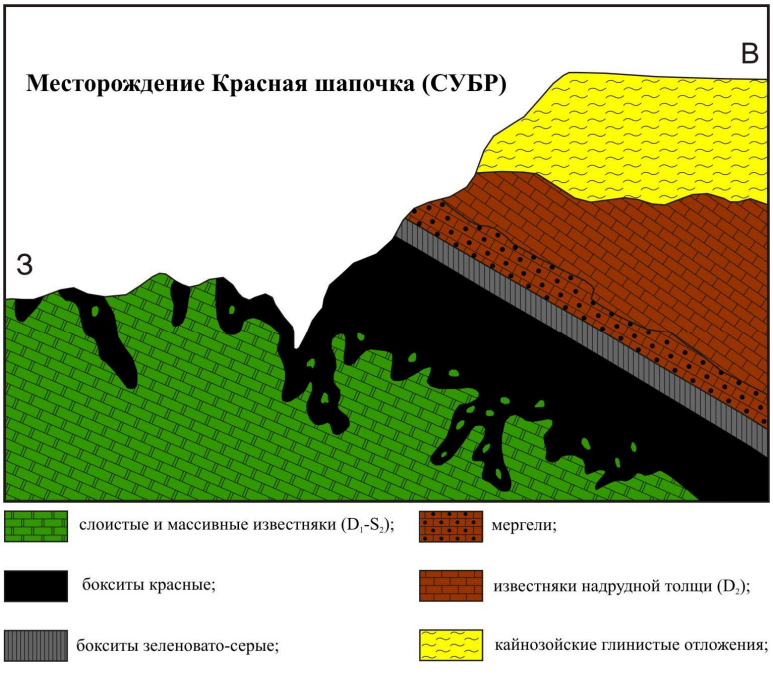
По строению геологического разреза месторождения полезных ископаемых определить возможные геолого-промышленные типы месторождения.

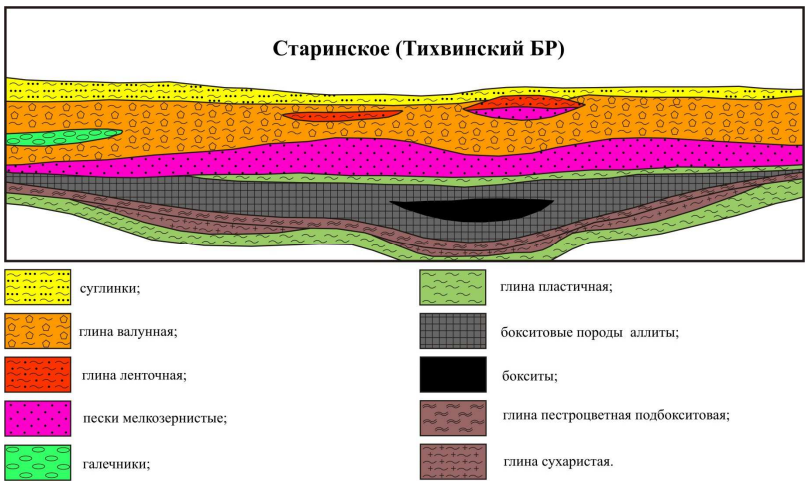



Соколовское месторождение
0
200 м
мезо-кайнозойские отложения;
известняки;
туфоалевролиты;
переслаивающиеся туфоалевролиты, туфопесчаники и туфоконгломераты;
андезиты порфировой структуры;
базальты микропорфировой структуры;
субвулканические долериты порфировой структуры;
субвулканические и эффузивные базальты порфировой структуры;
диориты порфировой структуры;
туфобрекчии основного состава;
габбро-диориты и кварцевые диориты;
магнетитовые руды;
вкрапленные магнетитовые руды;
альбитовые и калишпатовые метасоматиты;
биотитизация;
скаполитовые породы;
скаполитизация;
пироксеновые скарны;
гранатовые скарны;
разрывные нарушения.

1 2 3 4 5 6


Яковлевское месторождение
ПРС и суглинки;
пески и глины;
песчаники;
мел, мергели, известняки;
руда переотложенная;
бокситы;
богатая руда;
железистые кварциты;
кварц-слюдистые микросланцы;
кварц-графит-биотитовые микросланцы.


Месторождение Красная шапочка (СУБР)
В
З
слоистые и массивные известняки (D_1-S_2);
мергели;
бокситы красные;
известняки надрудной толщи (D_2);
бокситы зеленовато-серые;
кайнозойские глинистые отложения;



МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

1. Основная литература

1. Месторождения металлических полезных ископаемых / В.В. Авдонин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М. : Академический Проект, Трикса, 2016. — 719 c. — 978-5-8291-2504-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/60030.html

2. Еремин Н.И. Неметаллические полезные ископаемые. Учебное пособие. 2-е изд. М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Академкнига», 2007.-459 с.

3. Промышленные типы месторождений металлических полезных ископаемых. Учебное пособие / Малахов И.А., Бурмако П.Л., Алексеев А.В .- Екатеринбург, Изд.УГГГУ, 2007. 208 с

4. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых. Учебное пособие / Малахов И.А., Алексеев А.В., Бурмако П.Л. - Екатеринбург, Изд.УГГГУ, 2010. 208 с.

2 Дополнительная литература

1. Курс рудных месторождений: учебник для вузов / Смирнов В.И., Гинзбург А.И., Григорьев В.М., Яковлев Г.Ф. М.: Недра, 1986.-360 с.

2. Курс рудных месторождений: учебник / Смирнов В.И., Гинзбург А.И., Яковлев Г.Ф. М.: Недра, 1981.-348 с

3. Яковлев П.Д. Промышленные типы рудных месторождений. Учебное пособие для вузов –М.: Недра, 1986. –358с

4. Промышленные типы месторождений неметаллических полезных ископаемых: Учебник для вузов /Карякин А.Е., Строна П.А.,Шаронов Б.Н. и др. М.: Недра, 1985.- 286с.

5. Геолого-промышленные типы месторождений урана: Учебное пособие / В.Е. Бойцов, А.А. Верчеба, 2008. -310 с.

Алгоритм работы студентов для качественного усвоения дисциплины включает в себя следующие действия:

1. Изучение рабочей программы дисциплины, что позволит правильно сориентироваться в системе требований, предъявляемых к студенту со стороны преподавателя.
2. Посещение и конспектирование лекций.
3. Обязательная подготовка к лабораторным занятиям.
4. Изучение основной и дополнительной литературы.
5. Выполнение всех видов самостоятельной работы, в т. ч. изучение каменного материала по ведущим месторождениям.

Приложение № 1

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ

Кафедра геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых

КАТАЛОГ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

по дисциплине **ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Студент: Иванов И.И.

Группа: РМ-18

Екатеринбург, 2019

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
21.05.03 Технология геологической разведки

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 за-		28	Импульсивность	Часто поступает необдуманно, импульсивно. С трудными заданиями справляется плохо.

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции	№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		даниями без посторонней помощи.			
7	Упорядоченность деятельности	Любит порядок. Аккуратен и последователен.	29	Непоследовательность	Часто не знает заранее, что ему предстоит делать, непоследователен и неаккуратен.
8	Детализация регуляции действий	Продумывает, все до мелочей. Ошибается чаще из-за того, что смысл задания целом не понят, хотя все детали продуманы.	30	Поверхностность	Ограничивается лишь общими сведениями, общим впечатлением. Ошибается чаще из-за того, что не продуманы мелочи, детали.
9	Осторожность в действиях	Долго обдумывает и готовится, прежде чем приступить к делу. Избегает риска.	31	Необдуманность, рискованность	Приступает к делу без подготовки. Сначала сделает, лотом подумает.
10	Уверенность в действиях	Уверенный в себе. Решения принимает без колебаний. Решителен. Настойчив.	32	Неуверенность в своих силах	Решения принимает после колебаний. Сомневается в своих силах. Нерешителен.
11	Инициативен в действиях.	Предприимчивый, решительный. Активный. Ведущий.	33	Нерешительность	Нерешительный. Вялый, безучастный. Ведомый.
12	Практическая реализуемость намерений	Реализует почти все, что планирует. Начатое дело доводит до конца.	34	Незавершенность дел	Редко, когда начатое дело доводит до конца. Предпочитает обсуждать, а не действовать.
13	Осознанность действий	Обдумывает, планирует свои дела и поступки. Анализирует свои ошибки и неудачи.	35	Действия наобум	Действует без раздумий, «с ходу», не рассчитывает своих сил.
14	Критичность в делах и поступках	Знает о своих недостатках. Редко повторяет	36	Равнодушие к недостаткам	Часто повторяет одну и ту же ошибку. Не хочет

№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции		№	Качества саморегуляции	Содержательные характеристики саморегуляции
		ошибки. Прислушивается к замечаниям.				знать и исправлять свои недостатки.
15	Ориентированность на оценочный балл	Сделает задание на совесть. Для него важно качество, а не отметка.		37	Попустительство	Делает все «спустя рукава», как получится. Делает из-за угрозы плохой оценки.
16	Ответственность в делах и поступках	Гарантирует доведение дел до конца. Всегда проверяет правильность работы.		38	Безответственность в делах	Не проверяет результатов своих действий. Часто бросает работу, не доделав до конца.
17	Автономность	Действует и принимает самостоятельные решения. Предпочитает сам справляться с трудностями.		39	Зависимость в действиях	Всегда надеется на друзей, на их помощь.
18	Гибкость, пластичность в действиях	Легко переключается с одной работы на другую. Хорошо ориентируется в новых условиях.		40	Инертность в работе	Любит однообразные занятия. С трудом переключается с одной работы на другую.
19	Вовлечение полезных привычек в регуляцию действий	Аккуратен. Внимателен. Усидчив.		41	«Плохиш»	Неаккуратен. Невнимателен. Неусидчив.
20	Практичность, устойчивость в регуляции действий	Справляется с неудачами и ошибками. Неудачи активизируют его. Старается разобраться в их причинах.		42	Равнодушие к ошибкам, неудачам	Неудачи быстро сбивают с толку. Равнодушен к их причинам.
21	Оптимальность (адекватность) регуляции усилий	Взвешивает все «за» и «против». Умеет мобилизовать усилия.		43	Отсутствие последовательности	Поступает необдуманно. С трудом мобилизуется на выполнение задания.
22	Податливость воспитательным воздействиям	Всегда считается с мнением других. Прислушивается к замечаниям.		44	Самодостаточность	Не считается с мнением окружающих. Не прислушивается к замечаниям.

Задание: На основе самодиагностики саморегуляции сформулируйте рекомендации по саморегуляции.

2. Выберите научную статью по своей специальности и напишите к ней аннотацию, реферат, конспект, рецензию.

Методические указания

АННОТАЦИЯ (от лат. annotatio - замечание, пометка) – это краткая характеристика статьи, рукописи, книги, в которой обозначены тема, проблематика и назначение издания, а также содержатся сведения об авторе и элементы оценки книги.

Перед текстом аннотации даются выходные данные (автор, название, место и время издания). Эти данные можно включить в первую часть аннотации.

Аннотация обычно состоит из двух частей. В первой части формулируется основная тема книги, статьи; во второй части перечисляются (называются) основные положения. Говоря схематично, аннотация на книгу (прежде всего научную или учебную) отвечает на вопросы о чем? из каких частей? как? для кого? Это ее основные, стандартные смысловые элементы. Каждый из них имеет свои языковые средства выражения.

Аннотация на книгу помещается на оборотной стороне ее титульного листа и служит (наряду с ее названием и оглавлением) источником информации о содержании работы. Познакомившись с аннотацией, читатель решает, насколько книга может быть ему нужна. Кроме того, умение аннотировать прочитанную литературу помогает овладению навыками реферирования.

Языковые стереотипы, с помощью которых оформляется каждая смысловая часть аннотации:

1. Характеристика содержания текста:

В статье (книге) рассматривается…; Статья посвящена…; В статье даются…; Автор останавливается на следующих вопросах…; Автор затрагивает проблемы…; Цель автора – объяснить (раскрыть)…; Автор ставит своей целью проанализировать…;

2. Композиция работы:

Книга состоит из … глав (частей)…; Статья делится на … части; В книге выделяются … главы.

3. Назначение текста:

Статья предназначена (для кого; рекомендуется кому)…; Сборник рассчитан…; Предназначается широкому кругу читателей…; Для студентов, аспирантов…; Книга заинтересует…

РЕФЕРАТ (от лат.referre- докладывать, сообщать) – это композиционно организованное, обобщенное изложение содержания источника информации (статьи, ряда статей, монографии и др.). Реферат отвечает на вопрос: «Какая информация содержится в первоисточнике, что излагается в нем?»

Реферат состоит из трех частей: общая характеристика текста (выходные данные, формулировка темы); описание основного содержания; выводы референта. Изложение одной работы обычно содержит указание на тему и композицию реферируемой работы, перечень ее основных положений с приведением аргументации, реже - описание методики и проведение эксперимента, результатов и выводов исследования. Такой реферат называется простым информационным.

Студенты в российских вузах пишут рефераты обычно на определенные темы. Для написания таких тематических рефератов может быть необходимо привлечение более чем одного источника, по крайней мере двух научных работ. В этом случае реферат является не только информационным, но и обзорным.

Реферирование представляет собой интеллектуальный творческий процесс, включающий осмысление текста, аналитико-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 ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

ФТД.02 СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Специальность
21.05.03 Технология геологической разведки

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ……..……..…3

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ……..…..….6

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ…….…..…8

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ……12

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ……...…….….14

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА……...….36

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ……..…..45

ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

Самостоятельная работа реализует следующие задачи:

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

Самостоятельная работа обучающегося выполняет следующие функции:

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

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

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

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

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

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

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

1. аудиторная самостоятельная работа – практические занятия;

2. внеаудиторная самостоятельная работа – подготовка к практическим занятиям (в т.ч. подготовка к практико-ориентированным заданиям и др.).

Основные формы организации самостоятельной работы студентов определяются следующими параметрами:

- содержание учебной дисциплины;

- уровень образования и степень подготовленности студентов;

- необходимость упорядочения нагрузки студентов при самостоятельной работе.

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

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

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

Видами самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» являются:

- самостоятельное изучение тем курса (в т.ч. рассмотрение основных категорий дисциплины, работа с литературой);

- подготовка к практическим (семинарским) занятиям (в т.ч. подготовка к выполнению практико-ориентированных заданий, подготовка реферата);

- подготовка к зачету.

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

ОСНОВНЫЕ КАТЕГОРИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Сущность коммуникации в разных социальных сферах. Основные функции и виды коммуникации

Коммуникации
Межличностное общение
Речевые способности
Профессиональное общение

Тема 2. Специфика вербальной и невербальной коммуникации

Вербальная коммуникация
Невербальная коммуникация

Тема 3. Эффективное общение

Эффективное общение
Обратная связь
Стиль слушания

Тема 4. Основные коммуникативные барьеры и пути их преодоления в межличностном общении. Стили поведения в конфликтной ситуации

Конфликт
Барьер речи

Тема 5. Виды и формы взаимодействия студентов в условиях образовательной организации

Группа
Коллектив
Групповое давление
Феномен группомыслия
Феномен подчинения авторитету
Обособление
Диктат
Подчинение
Вызов
Выгода
Соперничество
Сотрудничество
Взаимодействие
Взаимопонимание

Тема 6. Формы, методы, технологии самопрезентации

Самопрезенгация
Публичное выступление

САМООРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ С ЛИТЕРАТУРОЙ

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

Основные приемы работы с литературой можно свести к следующим:

• составить перечень книг, с которыми следует познакомиться;

• перечень должен быть систематизированным;

• обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и выпускных квалификационных работ это позволит экономить время);

• определить, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть;

• при составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями, которые помогут сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время;

• все прочитанные монографии, учебники и научные статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц);

• если книга – собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора;

• следует выработать способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать). Таким образом, чтение текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации.

От того, насколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия. Грамотная работа с книгой, особенно если речь идет о научной литературе, предполагает соблюдение ряда правил, для овладения которыми необходимо настойчиво учиться. Это 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 –наиболеесложный этап работы. Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы. Конспект ускоряет повторение материала, экономит время при повторном, после определенного перерыва, обращении к уже знакомой работе. Учитывая индивидуальные особенности каждого студента, можно дать лишь некоторые, наиболее оправдавшие себя общие правила, с которыми преподаватель и обязан познакомить студентов:

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

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

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

ПОДГОТОВКА К ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫМ ЗАДАНИЯМ

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

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

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

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

Задачи практико-ориентированных заданий:

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

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

- значимость (познавательная, профессиональная, общекультурная, социальная) получаемого результата, что обеспечивает познавательную мотивацию обучающегося;
- условие задания сформулировано как сюжет, ситуация или проблема, для разрешения которой необходимо использовать знания из разных разделов основного предмета, из другого предмета или из жизни, на которые нет явного указания в тексте задания;
- информация и данные в задании могут быть представлены в различной форме (рисунок, таблица, схема, диаграмма, график и т.д.), что потребует распознавания объектов;

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

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

1. по структуре эти задания – нестандартные, т.е. в структуре задания не все его компоненты полностью определены;
2. наличие избыточных, недостающих или противоречивых данных в условии задания, что приводит к объемной формулировке условия;
3. наличие нескольких способов решения (различная степень рациональности), причем данные способы могут быть неизвестны учащимся, и их потребуется сконструировать.

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

- для выполнения практико-ориентированного задания необходимо внимательно прочитать задание, повторить лекционный материал по соответствующей теме, изучить рекомендуемую литературу, в т.ч. дополнительную;
- выполнение практико-ориентированного задания включает постановку задачи, выбор способа решения задания, разработку алгоритма практических действий, программы, рекомендаций, сценария и т. п.;
- если практико-ориентированное задание выдается по вариантам, то получить номер варианта исходных данных у преподавателя; если нет вариантов, то нужно подобрать исходные данные самостоятельно, используя различные источники информации;
- для выполнения практико-ориентированного задания может использоваться метод малых групп. Работа в малых группах предполагает решение определенных образовательных задач в рамках небольших групп с последующим обсуждением полученных результатов. Этот метод развивает навыки сотрудничества, достижения компромиссного решения, аналитические способности.

ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Организуйте коллективную сетевую деятельность.

Методические указания:

Под организацией **коллективной сетевой деятельности** понимают совместные действия нескольких пользователей в сети электронных коммуникаций, направленные на получение информации. Участники совместной сетевой деятельности могут быть объединены общими целями, интересами, что позволяет им обмениваться мнениями, суждениями, а также совершать действия с различными объектами, такими как фотографии, программы, записи, статьи, представленными в цифровом виде.

Подобное взаимодействие может заключаться в различных его видах, таких как:

- - общение;
- - обмен данными;
- - организация трудовой деятельности;
- - совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями.

Рассмотрим каждый из них. Одним из примеров организации **общения** в сети Интернет могут служить популярные на сегодняшний день сообщества **Livejournal** (www.livejoumal.ru), **Facebook** (www.facebook.com), **Twitter** (http://twitter.com) и др.

По своей сути это социальные сети, которые работают в режиме реального времени, позволяя участникам взаимодействовать друг с другом. Так, социальная сеть Livejournal (Живой журнал) предоставляет возможность публиковать свои и комментировать чужие записи, вести коллективные блоги («сообщества»), получать оперативную информацию, хранить фотографии и видеоролики, добавлять в друзья других пользователей и следить за их записями в «ленте друзей» и др.

Facebook позволяет создать профиль с фотографией и информацией о себе, приглашать друзей, обмениваться с ними сообщениями, изменять свой статус, оставлять сообщения на своей и чужой «стенах», загружать фотографии и видеозаписи, создавать группы (сообщества по интересам).

Система Twitter позволяет пользователям отправлять короткие текстовые заметки, используя web-интерфейс, sms-сообщения, средства мгновенного обмена сообщениями (например, Windows Live Messenger), сторонние программы-клиенты. Отличительной особенностью Твиттера является публичная доступность размещенных сообщений, что роднит его с **блогами** (онлайн-дневник, содержимое которого, представляет собой регулярно обновляемые записи — **посты).**

Другим способом общения, безусловно, является **электронная почта.** Принципы создания ящика электронной почты подробно рассматривались в практикуме параграфа 2.12. При всех своих плюсах электронная почта не позволяет организовать двусторонний оперативный диалог, максимально приближенный к обычному разговору. Отправив письмо, человек уверен, что оно оперативно будет доставлено в ящик адресата, но будет ли получен быстрый ответ? Кроме того, переписка может растянуться, что сводит к минимуму решение возможных актуальных проблем человека в настоящий момент времени.

Именно поэтому возникла необходимость в самостоятельном классе программ, которые выполняли бы две основные задачи:

- 1. Показать, находится ли собеседник в данный момент в сети Интернет, готов ли он общаться.
- 2. Отправить собеседнику короткое сообщение и тут же получить от него ответ.

Такие программы получили название IMS (англ. Instant Messengers Service — служба мгновенных сообщений). Часто такие программы называют **интернет-пейджерами.** В качестве примера подобных программ можно привести Windows Live Messenger, Yahoo!Messenger, ICQ.

Так, программа Windows Live Messenger является одним из компонентов Windows Live — набора сетевых служб от компании Microsoft. Ранее мы познакомились с такими его модулями, как Семейная безопасность и Киностудия. Доступ к Messenger можно получить по адресу http://download.ru.msn.com/ wl/messenger, либо через кнопку **Пуск** на своем персональном компьютере (предварительно установив основные компоненты службы Windows Live).

В настоящее время произошла интеграция Messenger и программы Skype, функции которой будут рассмотрены позже.

Чтобы начать «разговор», достаточно выполнить двойной щелчок мыши на имени собеседника и ввести сообщение в соответствующее окно. Если друга нет на месте, можно оставить ему сообщение, и он увидит его, когда снова войдет в программу.

Коммуникацию в реальном масштабе времени возможно осуществить с помощью **чатов** (англ. Chatter — болтать). Если ваш компьютер оснащен видеокамерой, вы сможете начать видеочат. Одной из наиболее интересных особенностей видео- чата в Messenger является то, что он позволяет делать через Интернет все, что ранее можно было делать только при личном общении. Например, можно легко обмениваться фотографиями и видеть, как собеседник реагирует на них.

Теперь рассмотрим, каким образом можно организовать коллективную сетевую деятельность, связанную с **обменом данными.** Сразу отметим, что для передачи или открытия доступа к файлам в локальной сети используются стандартные возможности операционной системы компьютера. Для этого достаточно в настройках определенной директории открыть общий доступ на чтение или запись другими пользователями сети.

В настоящее время популярнейшим способом обмена данными является размещение файлов на различных видеохостингах и в социальных сетях. **Хостинг** — это услуга по предоставлению вычислительных мощностей для размещения информации на сервере, постоянно находящемся в сети Интернет. Для размещения видеофайлов, как правило, используются такие крупные видеохос- тинги, как YouTube (www.youtube.com), Rutube (http://mtube.ru). Социальные сети, например Одноклассники (www.odnoklassniki.rn), ВКонтакте (http://vk.com) и др., также можно использовать для размещения видеофотоматериалов.

Хранение, обмен файлов возможно организовать и с помощью облачных сервисов, таких как Яндекс.Диск, SkyDrive, iCloud и т.д. Перечислим ряд достоинств подобного способа организации работы:

- не требуется денежных вложений - сервисы бесплатны;
- возможность резервного хранения данных;
- доступность информации из любой точки мира с разных устройств, подключенных к Интернету;
- пользователь самостоятельно определяет доступность к файлам другим людям;
- большой размер облачного хранилища (7-10 Гб);
- информация не привязана к одному компьютеру;
- доступ к файлам, хранящимся на устройствах с разными аппаратными платформами (Windows, Android, iOS).

В качестве примера рассмотрим работу с программой Яндекс.Диск, которую предварительно следует установить на свой компьютер с адреса http://disk. yandex.ru/download. После инсталляции программы на вашем устройстве создается папка Яндекс.Диск, в которой будет находиться ряд папок, таких как Документы, Музыка, Корзина. Теперь, после того как мы добавим, изменим или удалим файл в папке Яндекс.Диск на своем компьютере, то же самое автоматически произойдет на серверах Яндекс, т. е. происходит процесс синхронизации.

Поделиться файлом с друзьями через web-интерфейс можно, выполнив следующие действия:

1. Зайти в свой почтовый ящик на сервисе Яндекс.

2. Выполнив команду **Файлы/Документы,** выделить нужный файл из списка.

3. Установить переключатель на панели предпросмотра в положение **Публичный** и нажать на одну из кнопок, расположенных ниже, что гарантирует публикацию ссылки на файл в одной из социальных сетей (ВКонтакте, Facebook и т.д.) либо отправку по электронной почте (рис. 1).



Рис. 1. Ссылка на файл

Другой возможностью публикации ссылки на файл - получение ее через ОС Windows. В этом случае порядок действий следующий:

- 1. Открыть папку Яндекс.Диск.
- 2. Выполнить щелчок правой кнопкой мыши на нужном файле.
- 3. В контекстном меню выбрать пункт **Яндекс.Диск: Скопировать публичную ссылку.**

Теперь в буфере обмена находится ссылка на файл, например, http://yadi.Sk/d/91nV8FjiOYnX, с которой вы можете поделиться со своими друзьями.

Перейдем к описанию организации **трудовой деятельности** как способа совместного сетевого взаимодействия. Она может выглядеть самой разной, от простого общения в видеоконференциях, заканчивая использованием серьезных корпоративных решений для управления рабочим процессом в компании. Примерами таких решений являются:

1. 1С-Битрикс: Корпоративный Портал (http://www.lc-bitrix.ru/products/

intranet/) — система управления внутренним информационным ресурсом компании для коллективной работы над задачами, проектами и документами.

2. Мегаплан (www.megaplan.ru) — онлайн-сервис для управления бизнесом.

3. TeamLab (www.teamlab.com/ru) — многофункциональный онлайн-сервис для совместной работы, управления документами и проектами.

4. BaseCamp (http://basecamp.com) — онлайн-инструмент для управления проектами, совместной работы и постановки задач по проектам.

Рассмотрим эти решения на примере облачного сервиса **Мегаплан,** который относится к **модели SaaS** (англ. Software as a service — программное обеспечение как услуга). В рамках модели SaaS заказчики платят не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду (т. е. за его использование через web-интерфейс). Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования программного обеспечения заказчик несет сравнительно небольшие периодические затраты (от 150 до 400 руб./мес.), и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность.

Используя на предприятии Мегаплан, можно получить множество современных эффективных средств управления персоналом компании, в частности:

- выстроить иерархическую структуру предприятия, прояснить уровни подчинения, сделать связи сотрудников внутри предприятия логичными и понятными каждому;

- система управления персоналом на предприятии позволит каждому руководителю контролировать деятельность своих подчиненных в режиме реального времени. Кроме того,

можно получать актуальную информацию, даже не находясь в офисе — для этого достаточно иметь доступ в Интернет;

- получить возможность обмениваться документами, выкладывать в общий доступ бизнес-планы, презентации, проекты и распоряжения, ускоряя обмен информацией внутри предприятия;

- системы обмена сообщениями и корпоративный форум делают общение, как деловое, так и личное, более живым и эффективным. Кроме того, выоказывания по ходу исполнения задачи, зафиксированные в Мегаплане, позволяют анализировать ход работы над проектом.

Зарегистрировавшись на вышеуказанном сайте, вы получите бесплатный доступ для знакомства с сервисом Мегаплан. Из трех решений предлагаемых компанией, а именно Совместная работа, Учет клиентов и Бизнес-менеджер, выберите первое — **Совместная работа.** Такой выбор дает возможность эффективно управлять проектами, задачами и людьми. Выбрав модуль **Сотрудники,** добавьте несколько сотрудников, заполнив их личные карточки. Много информации в карточки заносить необязательно, их всегда можно отредактировать, при этом не забывая нажимать на кнопку **Сохранить.** Заполненный модуль **Сотрудники** представлен на рис. 2.



Рис. 2. Модуль Сотрудники

Заполнив базу сотрудников, отметив все необходимые сведения в картотеке, вы получаете автоматизированную систему управления персоналом компании, которая более оперативно, чем любой менеджер по кадрам, будет оповещать вас обо всех изменениях, напоминать о днях рождения, давать доступ к картотеке и персональным сообщениям.

Теперь создайте отделы своей виртуальной организации. Для этого, находясь в модуле **Сотрудники,** выберите блок **Структура,** а в нем ссылку **Добавить отдел.** Чтобы добавить сотрудника в отдел, его надо перетащить мышью из списка **Нераспределенные.** После этого следует установить связь «Начальник-Подчиненный», используя ссылки **Начальники, Подчиненные.** Подобная ситуация представлена на рис. 3.

Красные стрелки на схеме обозначают вашу подчиненность, а зеленые — сотрудники подчиняются вам.

Для того чтобы организовать взаимодействие в команде, выберите модуль **Задачи** и поставьте перед каждым сотрудником задачу, указав сроки ее выполнения. Сотрудник может принять или отклонить задачу, делегировать ее своему подчиненному, комментировать задачу, оперировать списком своих задач (распечатывать, сортировать по признакам). Он может даже провалить задачу — и это немедленно станет известно всем, кто с ней связан.

Используя модуль **Документы,** попробуйте создать несколько текстовых документов (их объем не может превышать 300 Мб). Также имеется возможность импортировать имеющиеся документы, которые Мегаплан будет сортировать по типам: текстовые документы, презентации, PDF-файлы, таблицы, изображения и др. Таким образом, можно хранить общие для всей компании договоры, банки, анкеты и другие важные файлы.

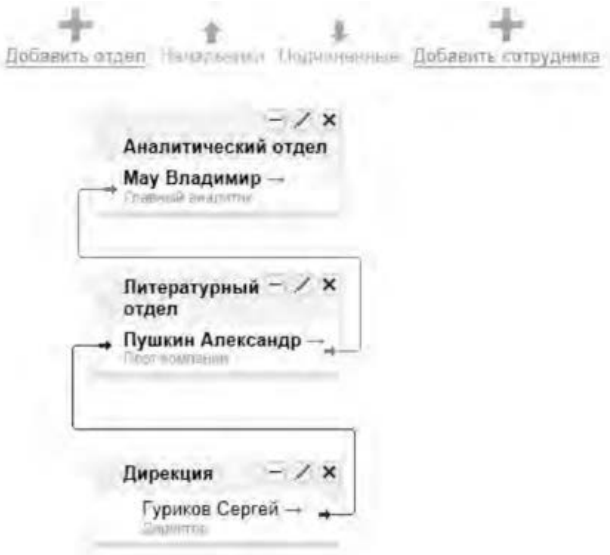


Рис. 3 Организационная структура предприятия

Модуль **Обсуждение** представляет собой корпоративный форум, в рамках которого можно рассматривать любые вопросы. Обсуждение тем может происходить в нескольких уже созданных разделах, а именно Новости, Отдых, Работа. Подобная ситуация представлена на рис. 4.

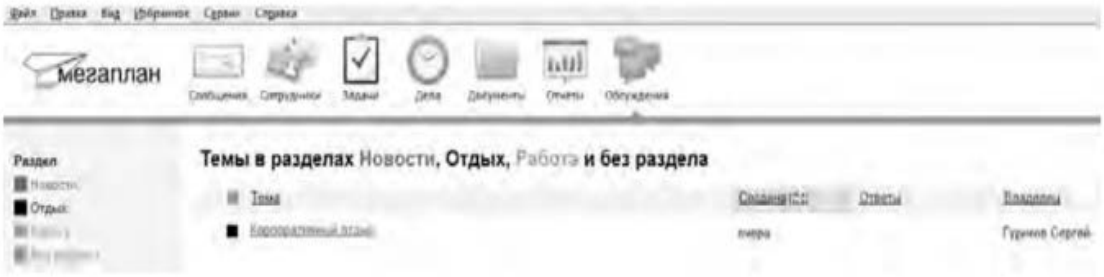


Рис. 4.Создание темы в модуле Обсуждение

Создайте несколько тем, воспользовавшись кнопкой **Добавить.** Обратите внимание на то, что вы можете ограничить просмотр обсуждаемых тем отдельным сотрудникам и группам. Корпоративный форум делает общение внутри компании более открытым. Возможность общения онлайн между сотрудниками, встреча которых могла бы и не произойти в реальной жизни, развивает неформальные отношения, вследствие которых совместная работа над проектами становится более комфортной. Работа над проектом, созданным в виртуальной среде, существенно упрощается за счет системы обмена сообщениями (модуль **Сообщения),** совместной работы, обработки файлов, находящихся в общем доступе.

Итак, освоение базовых функциональных операций в процессе работы с Мегапланом происходит очень быстро. С учетом того, что бесплатная версия продукта позволяет зарегистрировать трех пользователей, можно организовать сетевое взаимодействие, создав учебное предприятие и тем самым, усовершенствовать навыки взаимодействия исполнителей и руководителей в рабочем процессе.

Совместное времяпрепровождение за сетевыми развлечениями — последний вид сетевого взаимодействия, рассматриваемого нами. Сетевыми развлечениями в основном являются компьютерные игры. Вид взаимодействия в играх может быть различным: игроки могут соперничать друг с другом, могут быть в команде, а в некоторых играх возможны оба вида взаимодействия. Соперничество может выражаться как напрямую, например игра в шахматы, так и в таблице рейтингов в какой-нибудь браузерной игре.

Существует особый жанр игр MMORPG (англ. Massive Multiplayer Online Role-playing Game, массовая многопользовательская онлайновая ролевая игра) — разновидность онлайновых

ролевых игр, позволяющая тысячам людей одновременно играть в изменяющемся виртуальном мире через Интернет. Сообщество любителей игр в жанре MMORPG зарегистрировано в сети Интернет по адресу www.mmorpg.su.

Подобные игры, как правило, построены на технологии «клиент-сервер», но есть разновидности, где в качестве клиента выступает обычный браузер. Игрок в такой игре представляется своим **аватаром** — виртуальным представлением его игрового персонажа. Создатели игры поддерживают существование игрового мира, в котором происходит действие игры и который населен ее персонажами.

Когда геймеры попадают в игровой мир, они могут в нем выполнять различные действия вместе с другими игроками со всего мира. Разработчики MMORPG поддерживают и постоянно развивают свои миры, добавляя новые возможности и доступные действия для того, чтобы «гарантировать» интерес игроков. Яркими представителями подобного рода игр на сегодняшний день являются EverQuest, World of Warcraft, Anarchy Online, Asheron's Call, Everquest II, Guild Wars, Ragnarok Online, Silkroad Online, The Matrix Online, City of Heroes.

Задания:

а)Создайте свой аккаунт (если вы его не имеете) в одной из социальных сетей, например Livejournal или Facebook. Выполните скриншоты своего блога. Результат отправьте на электронную почту преподавателя.

б)Используя программу Windows Live Messenger, добавьте в друзья (по предварительной договоренности) своего преподавателя и свяжитесь с ним в режиме реального времени либо оставьте ему сообщение.

в)Установите на свой компьютер программу Яндекс.Диск. Предоставьте доступ к нескольким файлам своему преподавателю.

г)Создайте учебное предприятие, используя облачный сервис Мегаплан. Заполните информацией все имеющиеся в программе модули. Установите связи между отделами. Пригласите нескольких своих друзей в проект. Продемонстрируйте результат преподавателю, открыв ему доступ.

д)Напишите краткий отчет о результатах своей работы по созданию виртуального предприятия, указав в нем этапы его создания, результаты совместной сетевой деятельности.

е)Являетесь ли вы участником какой-либо игры в жанре MMORPG? Если да, расскажите об основных правилах той игры, в которой вы участвуете. Каким образом происходит ваше взаимодействие в ней с друзьями?

3. Организация форумов

Методические указания

В настоящее время перед каждым образовательным учреждением стоит задача формирования открытой информационной образовательной среды. Эффективным механизмом является использование коммуникационных возможностей сети Интернет. В частности, организация на сайтах или в информационных системах образовательных учреждений форумов (дискуссий).

Форум — это web-страница, созданная на основе клиент-серверной технологии для организации общения пользователей сети Интернет. Концепция форума основана на создании разделов, внутри которых происходит обсуждение различных тем в форме сообщений. От чата форум отличается тем, что общение может происходить не в реальном времени. Таким образом, человек имеет возможность подумать над своим ответом или над создаваемой темой.

По методу формирования набора тем форумы бывают:

- **тематические. В** рамках таких форумов пользователи обсуждают предварительно опубликованную статью, новость СМИ и т.д. Обсуждение происходит в одной или нескольких темах;

- **проблемные.** Для обсуждения предлагается ряд проблемных вопросов (тем). Обсуждение каждой проблемы происходит в своей ветке. Чаще всего в подобных типах форумов пользователь не имеет права создавать новую тему;

- **постоянно действующие форумы.** Форумы поддержки (помощи). По такому принципу строятся форумы технической поддержки, различные консультации и пр. Чаще всего это форумы с динамическим списком тем, где простые участники могут создавать новую тему в рамках тематики форума.

Форумы функционируют согласно определенным правилам, которые определяют администраторы и модераторы. **Администратор форума** следит за порядком во всех разделах, контролирует общение на ресурсе и соблюдение правил сайта. **Модератор форума** чаще всего следит за порядком в конкретном разделе, имеет более узкие права, чем администратор. Его основная задача — увеличивать популярность форума, количество участников и число интересных обсуждений. Дополнительные задачи:

- стимулировать появление новых интересных тем;
- стимулировать общение на форуме;
- не допускать конфликтных ситуаций на форуме, а в случае их возникновения — уметь найти выход из сложной ситуации;
- при появлении в темах **спама** (рассылка коммерческой и иной рекламы или иных видов сообщений (информации) лицам, не выражавшим желания их получать) немедленно сообщать об этом администратору сайта;
- следить за культурой сетевого общения.

Для каждого конкретного форума администратором могут быть созданы свои правила, но в целом их можно свести к следующим:

1. На форумах приветствуется поддержание дискуссии, обмен опытом, предоставление интересной информации, полезных ссылок.
2. Не нужно вести разговор на «вольные» темы и размещать бессодержательные (малосодержательные) или повторяющиеся сообщения. Под бессодержательными (малосодержательными) понимаются, в частности, сообщения, содержащие исключительно или преимущественно эмоции (одобрение, возмущение и т. д.).
3. Желательно проверять грамотность сообщений (например, редактором Microsoft Word) — ошибки затрудняют понимание вопроса или ответа и могут раздражать участников обсуждения.
4. Длинные сообщения желательно разбивать на абзацы пустыми строчками, чтобы их было удобно читать.
5. Запрещается размещать заведомо ложную информацию.
6. Не рекомендуется публиковать сообщения, не соответствующие обсуждаемой теме, в том числе личные разговоры в ветках форума.
7. Не следует писать сообщения сплошными заглавными буквами, так как это эквивалентно повышению тона, а также латинскими буквами. При этом сообщение считается нарушающим данное правило, если такого рода текстом набрано более трети всего сообщения.
8. Участники форума не должны нарушать общепринятые нормы и правила поведения. Исключено употребление грубых слов и ненормативной лексики, выражение расистских, непристойных, оскорбительных или угрожающих высказываний, нарушений законодательства в области авторского права или сохранности конфиденциальной информации.
9. Запрещено публично обсуждать нелегальное использование (в том числе взлом) программного обеспечения, систем безопасности, а также публикацию паролей, серийных номеров и адреса (ссылки), по которым можно найти что-либо из вышеназванного.
10. Не следует размещать в форумах, а также рассылать через личные сообщения коммерческую рекламу и спам.

Для создания форумов используется ряд программных решений, написанных на языке PHP (англ. Hypertext Preprocessor — предпроцессор гипертекста) и используемых для ведения своей базы данных сервер MySQL. К их числу относится **Invision Power Board** (www.invisionpower.com), **vBulletin** (www.vbulletin.com), **PHP Bulletin Board** (www.phpbb.com), **Simple Machines Forum** (www.simplemachines.org) и ряд других.

Однако создать «движок форума» с помощью перечисленного программного обеспечения начинающему пользователю будет весьма непросто, поскольку и сами программы, и документация к ним написаны на английском языке.

Попробовать свои силы для создания тематического форума можно с использованием российских web-сервисов, предлагающих свои услуги в этом направлении. Остановим свой выбор на сервисе Forum2x2 (www.forum2x2.ru), который предлагает создание и хостинг форумов. Forum2x2 позволяет создать форум бесплатно, всего за несколько секунд и без всяких технических знаний, а после — мгновенно начать общение. Интерфейс форума является наглядным, простым в использовании и легко настраивается.

Определим следующую задачу — создать форум своего учебного заведения. Находясь на сайте сервиса Forum2x2, выберем кнопку **Создать бесплатный форум.** Пользователю будет предложено выбрать одну из четырех версий создания форумов: Phpbb3, Phpbb2, IPB и Punbb. Их краткая характеристика будет представлена в соответствующих вкладках. Воспользуемся самым простым из них - **Punbb,** который предоставляет только базовые опции web-форума, а следовательно, является оптимальным по скорости и простоте использования. Далее нам предстоит выполнить три простых шага:

- 1. Выбрать графический стиль форума.
- 2. Ввести название форума, его интернет-адрес, свой адрес электронной почты, пароль.
- 3. Прочитать информацию о недопустимом содержании создаваемого форума.

На этом создание форума можно считать завершенным. На рис. 5 представлен один из возможных примеров созданного форума.



Рис. 5 Внешний вид созданного форума

В своем электронном почтовом ящике вы обнаружите письмо от администрации сервиса Forum2x2, в котором будут даны несколько полезных советов для успешного начала работы форума, в частности:

- - поместить в форум несколько сообщений, чтобы задать тон обсуждения;
- - внести личный аспект в стиль оформления форума, подобрав цвета и шрифты;
- - сообщить по электронной почте друзьям о новом форуме и пригласить их поучаствовать в форуме;
- - поместить ссылки на форум на других сайтах, форумах и в поисковых системах.

Для администрирования вновь созданного форума необходимо ввести имя пользователя (Admin) и пароль, который вы выбрали при создании форума. После этого вы получаете доступ к ссылке **Панель администратора,** расположенной внизу страницы, которая имеет несколько вкладок (рис. 6).



Рис. 6. Вкладки Панели администратора

Вкладка **Главная** отображает информацию по статистике созданных сообщений, количестве пользователей и тем. Здесь же можно воспользоваться практическими советами по повышению посещаемости созданного форума. Попробуйте пригласить на созданный форум своих друзей, знакомых, с помощью ссылки **Адреса Email,** вводя в соответствующее поле их электронные адреса. Максимальное число приглашений, отправляемых за один раз, — десять.

Вкладка **Общие настройки** позволяет сконфигурировать форум в соответствии с личными целями администратора. В частности, можно изменить название сайта, его описание, определить конфигурацию защиты форума, определить E- mail администратора.

С помощью раздела **Категории и форумы** создайте свои форумы, определите порядок их вывода с помощью соответствующих кнопок **(Сдвинуть вверх, Сдвинуть вниз). Категория** представляет собой совокупность форумов, объединенных общей тематикой. Один из возможных примеров создания форумов приведен на рис. 7.

Сделанные изменения доступны для просмотра после нажатия на кнопку **Просмотр форума.** Находясь на вкладке **Общие настройки,** перейдите в раздел **Раскрутка форума** и выберите пункт **Поисковые системы.** Введите информацию для ваших мета-тегов, чтобы улучшить позицию вашего форума в поисковых системах. **Мета-теги** — это невидимые коды, используемые поисковиками для индексации и позиционирования вашего форума. Зарегистрируйте ваш форум в основных поисковых системах: Yandex, Google, Rambler.

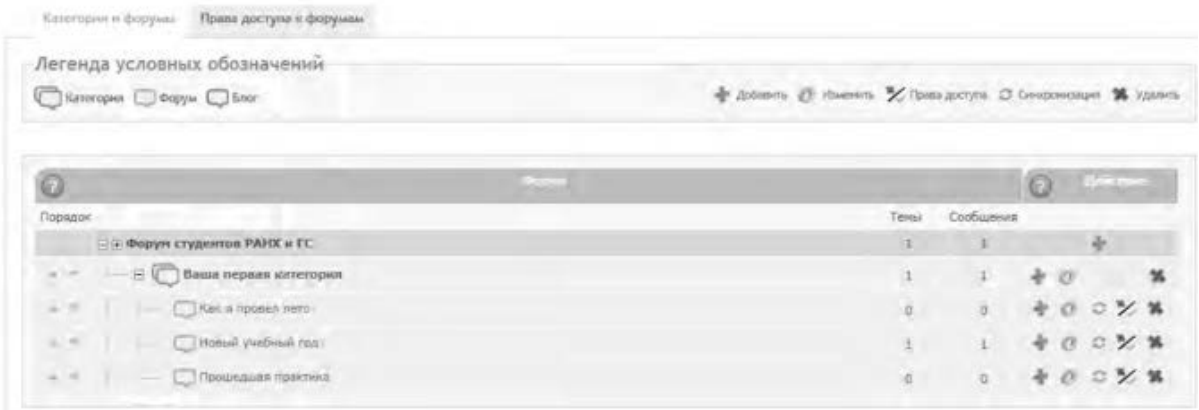


Рис. 7. Структура форумов

Используя вкладку **Оформление,** поэкспериментируйте с различными стилями для того, чтобы повысить привлекательность форума. Здесь же можно поменять версию «движка» форума.

Будучи администратором вашего форума, вы являетесь его единственным полноправным хозяином и полностью контролируете его. С помощью вкладки **Пользователи**

& Группы создайте группу модераторов, ответственных за соблюдение установленных вами правил (правил орфографии, правил поведения на форуме и т.д.).

Перейдите на вкладку **Модули.** Здесь вы можете добавить к вашему форуму такие модули, как портал, календарь, галерея, чат или листы персонажей. Выберите ссылку **Портал.** Появится информация о том, что портал не инсталлирован. Нажмите ссылку — инсталлировать. Внешний вид созданного портала представлен на рис. 8.



Рис. 8. Созданный портал

На вкладке **Модули** попробуйте поработать с виджетами (гаджетами) форума, из которых и состоит портал. **Виджет** — это элемент интерфейса, предназначенный для облегчения доступа к информации.

Добавьте/удалите стандартные виджеты форума (Поиск, Календарь, Новости, Последние темы, Самые активные пользователи и др.), отслеживая изменения нажатием кнопки **Просмотр портала.** Оставьте наиболее удачный, с вашей точки зрения, вариант.

Итак, мы приобрели первоначальные практические навыки создания собственного форума и выполнили действия, направленные на увеличение его посещаемости. Кроме того, необходимо создать ссылку на форум с главной страницы сайта учебного заведения. Следует отметить, что, для того чтобы созданный форум не оставался в статичном виде, необходима большая работа администратора, модераторов по его поддержанию.

Альтернативным способом организации форумов является их развертывание в информационной системе учебного заведения. На современном отечественном рынке автоматизированных информационных систем управления учебным процессом представлено достаточно большое количество решений. Свой выбор остановим на ИС ModEUS (http://modeus.krf.ane.ru/index.php), которая разработана с учетом специфики российского образования и обеспечивает автоматизацию учебного процесса, в том числе и дистантного (учет учебного процесса, его планирование и публикация, подготовка отчетной документации).

После регистрации в системе ModEUS, нужно выбрать ссылку **Дискуссии.** Вы можете организовать дискуссию (форум) по любому из находящихся в системе курсов, щелкнув мышью по его названию.



Рис. 9. Страница Дискуссии в ИС ModEUS

Создадим новую тему, нажав одноименную кнопку. Впишем в соответствующие поля название темы и вопрос, предлагаемый для обсуждения. Подобная ситуация представлена на рис. 437. Кроме того, мы имеем возможность прикрепить текстовый файл объемом не более 16 Мб, например список вопросов к экзамену.

После нажатия на кнопку **Создать** тема дискуссии отображается в системе (рис. 10), и любой из студентов может принять участие в ее обсуждении.

Таким образом, можно определить преимущества создания форума в информационной системе учебного заведения:

- - отсутствует необходимость иметь практические навыки работы по созданию web-страниц;
- - нет необходимости заботиться о раскрутке форума - студенты и преподаватели постоянно работают в системе.

В то же время есть и ряд недостатков, в частности:

- - форум доступен исключительно для студентов и преподавателей учебного заведения, в котором функционирует информационная система;
- - стандартизированный типовой интерфейс для всех выполняемых функций;
- - нет возможности организовать дискуссию на вольную тему.

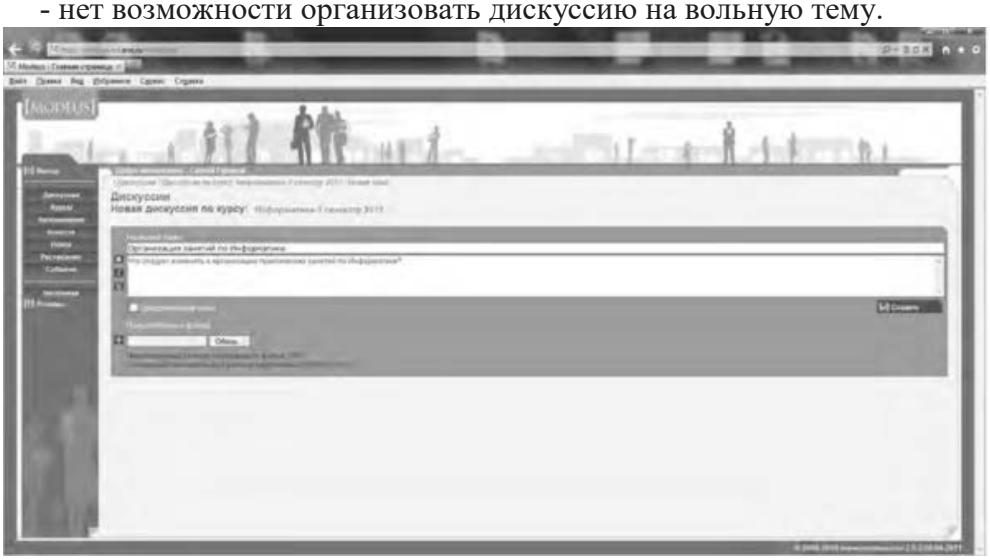


Рис. 10 Создание новой темы



Рис. 11. Создана тема для дискуссии

Использование тестирующих систем в локальной сети образовательного учреждения

Теперь познакомимся с возможностями ИС ModEUS для **организации тестирования студентов в локальной сети образовательного учреждения.** Использование тестирования как наиболее объективного метода оценки качества образования широко используется в учебных заведениях России. Полнота охвата проверкой требований к уровню подготовки студентов предполагает методику конструирования тестовых заданий закрытого и открытого типа. К тестовым заданиям **закрытого типа** относятся задания, предполагающие выбор верного ответа из предложенных вопросов. Тестовые задания **открытого типа** требуют конструирования ответов с кратким и развернутым ответом. И тот, и другой тип заданий успешно реализуются в ИС ModEUS.

Прежде чем создать тестовое задание, необходимо зайти в один из учебных курсов, находящихся в репозитарии (хранилище данных), нажав кнопку **Курсы** в главном меню. Под «курсом» в ПС ModEUS понимается дисциплина, находящаяся в учебном плане.

Найдем в списке **Занятия курса** требуемое занятие и нажмем ссылку **Список заданий,** находящуюся справа от поля **Тип.** Для того чтобы добавить задание в занятие, нажмем кнопку **Добавить.** Подобная ситуация представлена на рис. 11.

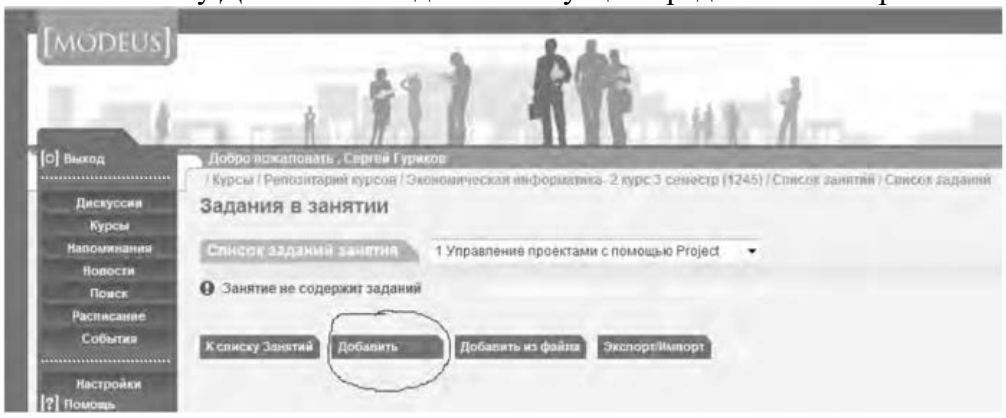


Рис.12. Добавление задания

Тип задания можно выбрать из раскрывающегося списка (рис. 12), кроме того, можно дать название новому заданию, установить балл и выбрать количество попыток сдачи.

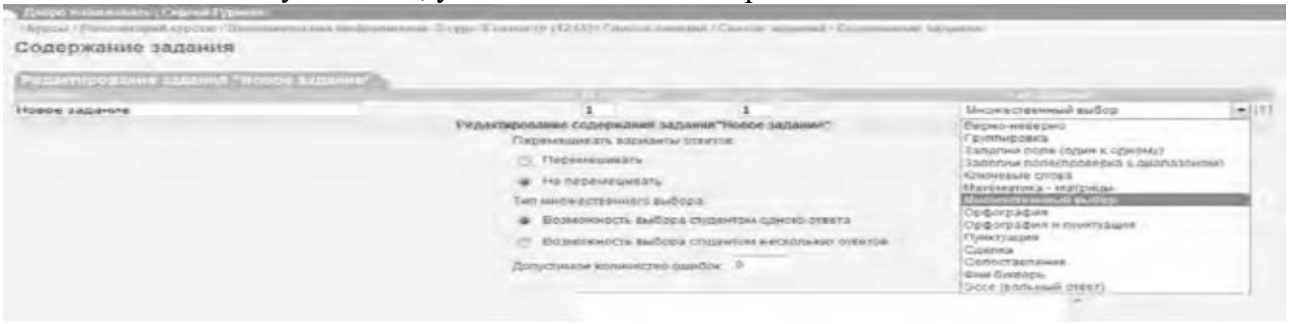


Рис.13. Выбор типа задания

Рассмотрим несколько примеров формирования вопросов закрытого и открытого типа в ИС ModEUS.

Тестовое задание со множественным выбором верных ответов (закрытый тип). Данный тип задания дает вам возможность задать вопрос и варианты ответов на него, из которых обучающийся должен выбрать верный (рис. 14). Правильным может быть один или несколько вариантов. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - в опции **Перемешивать варианты ответов** поставьте метку в поле **Перемешивать,** если вы хотите, чтобы указанные вами варианты ответов выводились на экран в различном порядке, поставьте метку в поле **Не перемешивать,** если варианты ответов должны выводиться всегда в одинаковом порядке;
- - в опции **Тип множественного выбора** поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом одного ответа,** если обучающийся из предложенных вариантов ответов может выбрать только один верный, поставьте метку в поле **Возможность выбора студентом нескольких ответов,** если обучающийся может выбрать несколько верных ответов;
- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - в случае если в задании присутствует приложение, укажите путь к этому приложению, нажав на кнопку I обзор... I и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске. Приложением может быть документ любого формата, например изображение;
- - введите тексты вариантов ответов в соответствующие поля;
- - для добавления нового поля под вариант ответа нажмите на кнопку



- каждый вариант ответа может быть дополнен приложением. Для добавления к варианту ответа приложенияукажите путь к нему в поле **Добавить приложение,** нажав на кнопку 

и указав путь к файлу на жестком или сетевом диске;

- установите флажки напротив одного или нескольких правильных вариантов ответа;

- нажмите на кнопку 

для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку 

, чтобы сохранить задание и сразу перейти к составлению нового задания.

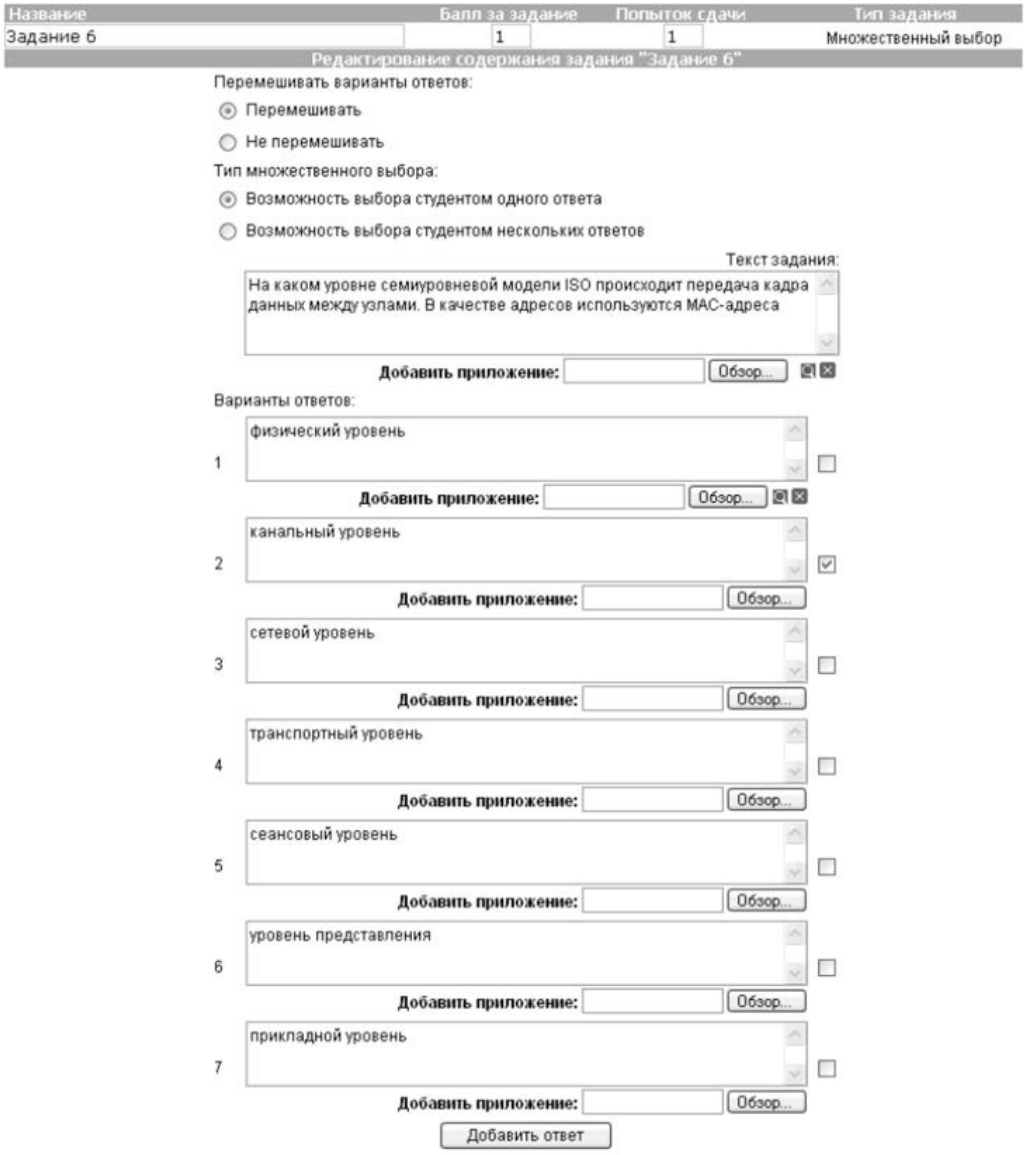


Рис. 14. Создание задания со множественным выбором верных ответов

Тестовое задание с добавлением слова (открытый тип). Данный тип задания (рис. 15) дает вам возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя ответ с клавиатуры в виде текста, цифры, слова, математической формулы и т.д. Для того чтобы наполнить задание, выполните следующие действия:

- - введите текст задания в поле **Текст задания;**
- - текст задания может представлять собой текст или текст в сочетании с приложением. Чтобы добавить приложение (изображение или документ), нажмите на кнопку Обзор..., находящуюся под полем **Текст задания,** и укажите путь к файлу на жестком или сетевом диске;
- - в поле **Вопрос** введите вопрос, на который должен ответить обучающийся;
- - в поле **Ответ** укажите правильный ответ;

- в пределах одного задания вы можете задать обучающемуся несколько вопросов. Для добавления вопроса нажмите на кнопку Добавить вопрос;

- нажмите на кнопку Зафиксировать для сохранения задания в базе данных;

- нажмите на кнопку Сохранить и добавить новое, чтобы сохранить задание и сразу

перейти к составлению нового задания.

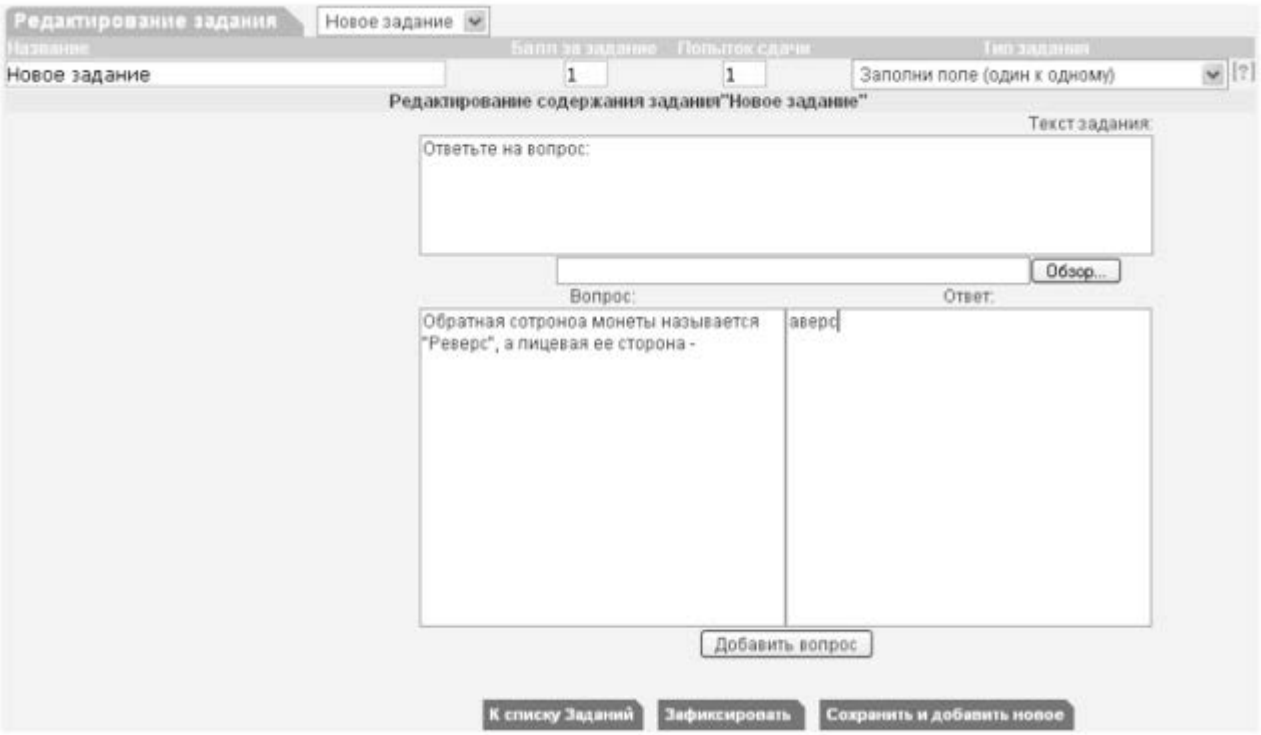


Рис. 15 Создание задания с добавлением слова

Кроме рассмотренных типов заданий, в ИС ModEUS существует и ряд других, в частности:

Верно - неверно. Данный тип задания предоставляет возможность обучающемуся выбрать один из вариантов ответа («верно» или «неверно») на поставленный вопрос.

Группировка. В данном типе задания обучающемуся необходимо распределить заданный список понятий по группам.

Заполни поле (проверка с диапазоном). Данный тип задания дает возможность задать вопрос, на который обучающийся должен ответить, введя с клавиатуры числовой ответ.

Сопоставление. Проверяется способность обучающихся сопоставить понятия по указанному принципу.

Эссе. Обучающийся отвечает в свободной форме на поставленный преподавателем вопрос. Вопрос может быть представлен в виде текста или любого другого документа.

Следует отметить, что в ИС ModEUS можно задать количество вопросов, время на проведение тестовых заданий, а также **мощность теста.** Мощность определяет количество заданий, которые будут предложены студенту для выполнения. Например, если в группе заданий десять вариантов заданий, а мощность группы равна пяти, то студенту будут предложены для выполнения пять заданий из десяти. После проведения тестирования в информационной системе происходит автоматическое формирование оценок на основании выполненных студентами заданий.

Итак, мы завершили рассмотрение возможностей информационной системы, работающей в локальной сети учебного заведения для организации форумов и проведения тестирования студентов.

Настройка видео web-сессий

В настоящее время миллионы пользователей во всем мире используют видеосвязь с помощью сети Интернет для общения друг с другом. Достоинства такого способа общения очевидны: есть возможность слышать и визуально наблюдать собеседника, находящегося, возможно, за тысячи километров. Для обеспечения полноценной видеосвязи для захвата и воспроизведения видео и звука могут использоваться как встроенные в компьютер камера, микрофон или динамик, так и внешние устройства, такие как web-камера, головная гарнитура, а также следует обеспечить высокоскоростной доступ к Интернету.

Взаимодействие собеседников при организации видео web-сессий возможно в нескольких направлениях: видеоконференция и видеотелефония.

1. **Видеоконференция** — это технология интерактивного взаимодействия двух и более человек, при которой между ними происходит обмен информацией в режиме реального времени. Существует нескольких видов видеоконференций:

- **симметричная (групповая)** видеоконференция позволяет проводить сеансы показа презентаций или рабочего стола;
- **асимметричная** видеоконференция используется для дистанционного образования. Позволяет собрать в конференции множество участников таким образом, что все они будут видеть и слышать одного ведущего, он, в свою очередь, всех участников одновременно;
- **селекторное видеосовещание** — рассчитано на взаимодействие большой группы участников, при котором пользователи имеют возможность активно обсуждать действия при чрезвычайных ситуациях, оперативно решать текущие вопросы.

Для эффективной организации проведения web-конференций, маркетинговых презентаций, онлайн-обучения, совещаний и любых других видов онлайн-встреч существует ряд программных решений. В качестве примера можно привести программы Mirapolis Virtual Room (http://virtualroom.ru/), ВидеоМост (www.videomost.com), TrueConf Online (http://trueconf.ru/) и др.

2. Видеотелефония — реализуется посредством сеанса видеосвязи между двумя пользователями, во время которого они могут видеть и слышать друг друга, обмениваться сообщениями и файлами, вместе работать над документами и при этом находиться в разных местах в комфортной для себя обстановке.

Для того чтобы общаться с близкими и друзьями, можно бесплатно совершать видеозвонки с помощью таких программ, как Skype (http://www.Skype, com/intl/ru/get-skype), Mail.ru Агент (http://agent.mail.ru) и ряд других.

Для того чтобы проверить наличие встроенной web-камеры на компьютере, достаточно войти в меню **Пуск,** выбрать **Компьютер,** щелкнуть на нем правой кнопкой мыши и в контекстно-зависимом меню нажать пункт **Свойства.** Далее следует выбрать пункт меню **Диспетчер устройств,** а в нем пункт **Устройства обработки изображений.** Наличие в нем устройства, например, USB 2.0 Camera свидетельствует о наличии web-камеры.

Кроме того, в документации к компьютеру (Руководство пользователя) или другому устройству должны быть приведены сведения об установленных в систему устройствах и, в частности, инструкция по использованию встроенной камеры и программному обеспечению, отвечающему за данное устройство.

Одной из таких популярных утилит является ArcSoft WebCam Companion — пакет приложений для взаимодействия с web-камерой, который позволяет захватывать, редактировать изображения и записывать видео. Самостоятельно проведите ее инсталляцию, воспользовавшись web-адресом http://arcsoft-webcam- companion.en.softonic.com. После установки данной программы на компьютер ее можно запустить на выполнение командой **Пуск/Все программы/ArcSoft WebCam Companion/WebCam Companion.** Интерфейс программы представлен несколькими разделами: Захват, Маска, Забавная рамка, Правка, Монитор, Другие приложения (рис. 16).



Рис. 16. Пункты меню программы ArcSoft WebCam Companion

Выберем значок **Захват,** а в нем пункт меню **Параметры web-камеры.** Откроется окно, представленное на рис. 17.

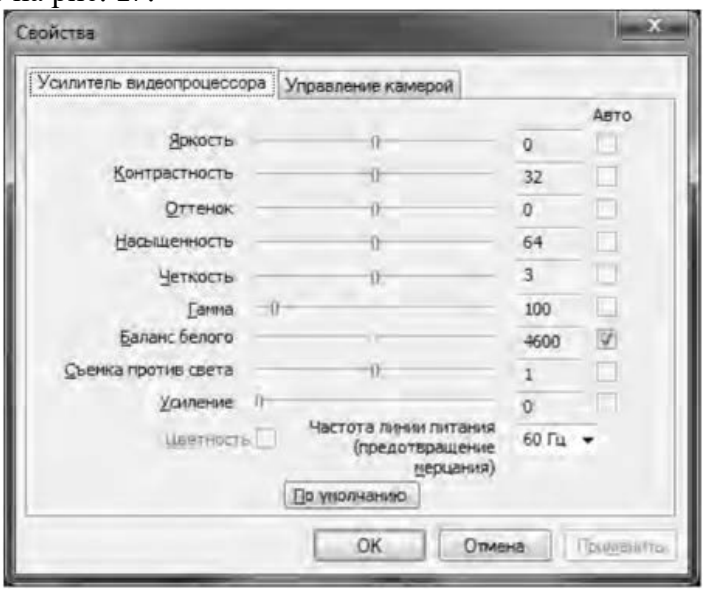


Рис. 17. Окно Свойства web-камеры

Как видно из рис. 17, в данном окне можно изменить основные параметры настройки web-камеры, одновременно наблюдая за результатом на экране. При желании настройки можно вернуть в исходное состояние, нажав на кнопку **По умолчанию.**

Теперь поговорим о том, как организовать web-сессию в такой популярной программе, как Skype. Ее большим преимуществом является такой факт, что звонки между абонентами являются бесплатными. Однако, если вы делаете звонок на мобильный или стационарный телефон, вам потребуется позаботиться о том, чтобы на вашем счете были деньги. Положить деньги на оплату разговоров в Skype вы можете с использованием такого сервиса, как Яндекс.Деньги (https://money.yandex.ru/).

Инсталлируйте программу Skype, воспользовавшись ее адресом в сети Интернет http://www.skype.com/intl/ru/get-skype. После установки программа становится доступной после выполнения команды **Пуск/Все программы/ Skype/Skype. В** окне регистрации введите свой логин и пароль. Обратите внимание на то, что если вы установите флажок в пункте **Автоматическая авторизация при запуске Skype,** то вам не придется каждый раз вводить свои данные.

Добавьте своих друзей, родственников в список контактов, воспользовавшись командой **Контакты/Добавить контакт.** Вам нужно ввести фамилию, имя знакомого, его контактный телефон, адрес электронной почты. В результате ваши контакты будут располагаться в группе **Контакты** и будут видны при каждом запуске программы.

Выполним настройку web-камеры. Последовательно нажмем **Инструменты/Настройки/Настройки видео.** Появится окно, представленное на рис. 18.

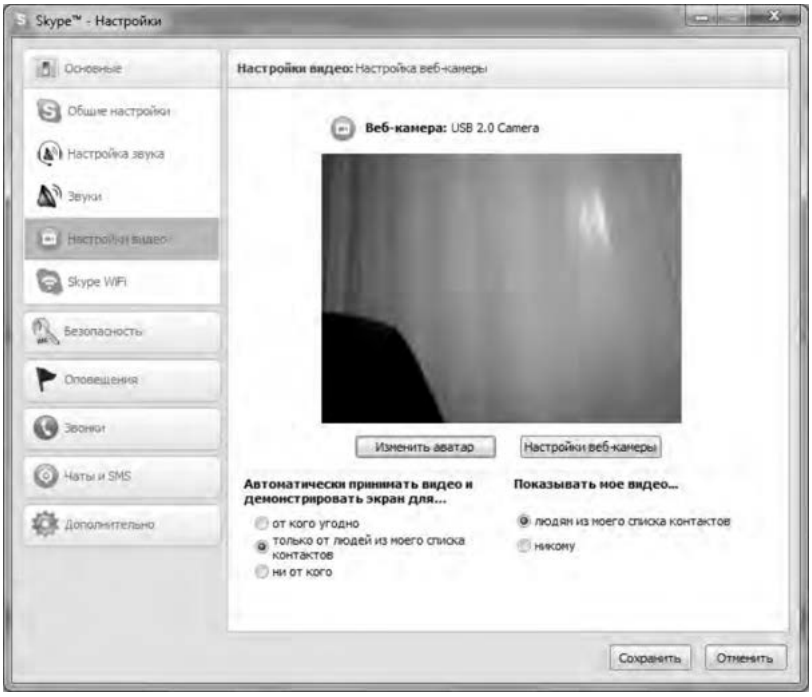


Рис.18. Окно Настройки

Если вы видите изображение - камера настроена и готова к работе. В противном случае, Skype выведет об этом текстовое сообщение. Теперь перейдем в меню **Настройка звука.** Проверьте, что поставлен флажок в опции **Разрешить автоматическую настройку микрофона.** Скажите несколько слов вслух, уровень громкости звука в опции **Громкость** должен изменяться. Окончательно проверить сделанные настройки можно с помощью контрольного звонка. Для этого, находясь в меню **Настройка** звука, выберите пункт **Сделать контрольный звонок в** Skype. В ходе контрольного звонка вы сможете сделать запись своего голоса в течение десяти секунд, а затем прослушать его. Если этот эксперимент окончится удачно, значит, все настройки выполнены правильно и программа готова к работе.

Теперь, когда мы завершили работу с настройками программы, можно попробовать сделать видеозвонок. Для этого необходимо совершить следующие действия:

1. Войти в программу Skype.
2. В группе **Контакты** щелчком мыши выбрать абонента. Во время звонка он должен быть в сети, о чем будет свидетельствовать соответствующий значок в программе Skype.
3. Нажать кнопку **Видеозвонок.**

Через несколько секунд соединение будет установлено и вы можете начать разговор, в процессе которого вы будете видеть и слышать своего собеседника. Подобная ситуация представлена на рис. 19.



Рис. 19 Сеанс связи установлен

Если во время разговоров у вас возникают неполадки со звуком, такие как сильный фоновый шум, эхо, задержка звука, «механический» звук или пропадание слов, следует убедиться в следующем:

1. Использует ли собеседник последнюю версию программы Skype? Информацию о версии программы можно получить, выполнив команду **По- мощь/О** Skype.
2. Нет ли рядом с микрофоном источников шума?
3. Не расположен ли микрофон рядом с динамиками?
4. Достаточно ли высокая скорость соединения?

Кроме того, когда программа Skype обнаруживает неполадки во время звонка, на экране появляется сообщение с рекомендациями, которые помогут вам повысить качество связи. Необходимо выполнить эти рекомендации.

Итак, вы получили теоретические сведения и практические навыки работы с организацией видео web-сессий, которые, несомненно, будут востребованы в вашей повседневной жизни.

Задания:

а)Зарегистрируйтесь на сервисе Forum2x2. Создайте форум своего учебного заведения, выбрав одну из четырех версий создания форумов. Выполните советы для успешного начала работы своего форума, приведенные в параграфе 5.4. После завершения работы отправьте на электронную почту преподавателя ссылку на созданный вами форум.

б)Установите на свой компьютер программу Skype. Сделайте видеозвонок вашему преподавателю (по предварительной договоренности).

2. Проведите диагностику стиля делового общения.

Инструкция. С помощью этого теста вы можете оценить свой стиль делового общения. Вам предложено 80 утверждений. Из каждой пары выберите одно — то, которое, как вы считаете, наиболее соответствует вашему поведению. Обратите внимание па то, что ни одна пара не должна быть пропущена. Тест построен таким образом, что ни одно из приведенных ниже утверждений не является ошибочным.

1. Я люблю действовать.
2. Я работаю над решением проблем систематическим образом.
3. Я считаю, что работа в командах более эффективна, чем на индивидуальной основе.
4. Мне очень нравятся различные нововведения.
5. Я больше интересуюсь будущим, чем прошлым.
6. Я очень люблю работать с людьми.
7. Я люблю принимать участие в хорошо организованных встречах.
8. Для меня очень важными являются окончательные сроки.

9. Я против откладываний и проволочек.
10. Я считаю, что новые идеи должны быть проверены прежде, чем они будут применяться на практике.
11. Я очень люблю взаимодействовать с другими людьми. Это меня стимулирует и вдохновляет.
12. Я всегда стараюсь искать новые возможности.
13. Я сам люблю устанавливать цели, планы и т.п.
14. Если я что-либо начинаю, то доделываю это до конца.
15. Обычно и стараюсь понять эмоциональные реакции других.
16. Я создаю проблемы другим людям.
17. Я надеюсь получить реакцию других на свое поведение.
18. Я нахожу, что действия, основанные на принципе «шаг за шагом», являются очень эффективными.
19. Я думаю, что хорошо могу понимать поведение и мысли других.
20. Я люблю творческое решение проблем.
21. Я все время строю планы на будущее.
22. Я восприимчив к нуждам других.
23. Хорошее планирование — ключ к успеху.
24. Меня раздражает слишком подробный анализ.
25. Я остаюсь невозмутимым, если на меня оказывают давление.
26. Я очень ценю опыт.
27. Я прислушиваюсь к мнению других.
28. Говорят, что я быстро соображаю.
29. Сотрудничество является для меня ключевым словом.
30. Я использую логические методы для анализа альтернатив.
31. Я люблю, когда одновременно у меня идут разные проекты.
32. Я постоянно задаю себе вопросы.
33. Делая что-либо, я тем самым учусь.
34. Полагаю, что я руководствуюсь рассудком, а не эмоциями.
35. Я могу предсказать, как другие будут вести себя в той или иной ситуации.
36. Я не люблю вдаваться в детали.
37. Анализ всегда должен предшествовать действиям.
38. Я способен оценить климат в группе.
39. У меня есть склонность не заканчивать начатые дела.
40. Я воспринимаю себя как решительного человека.
41. Я ищу такие дела, которые бросают мне вызов.
42. Я основываю свои действия на наблюдениях и фактах.
43. Я могу открыто выразить свои чувства.
44. Я люблю формулировать и определять контуры новых проектов.
45. Я очень люблю читать.
46. Я воспринимаю себя как человека, способного интенсифицировать, организовать деятельность других.
47. Я не люблю заниматься одновременно несколькими вопросами.
48. Я люблю достигать поставленных целей.
49. Мне нравится узнавать что-либо о других людях.
50. Я люблю разнообразие.
51. Факты говорят сами за себя.
52. Я использую свое воображение, насколько это возможно.
53. Меня раздражает длительная, кропотливая работа.
54. Мой мозг никогда не перестает работать.
55. Важному решению предшествует подготовительная работа.
56. Я глубоко уверен в том, что люди нуждаются друг в друге, чтобы завершить работу.

57. Я обычно принимаю решение, особо не задумываясь.
58. Эмоции только создают проблемы.
59. Я люблю быть таким же, как другие.
60. Я не могу быстро прибавить пятнадцать к семнадцати.
61. Я примеряю свои новые идеи к людям.
62. Я верю в научный подход.
63. Я люблю, когда дело сделано.
64. Хорошие отношения необходимы.
65. Я импульсивен.
66. Я нормально воспринимаю различия в людях.
67. Общение с другими людьми значимо само по себе.
68. Люблю, когда меня интеллектуально стимулируют.
69. Я люблю организовывать что-либо.
70. Я часто перескакиваю с одного дела на другое.
71. Общение и работа совместно с другими людьми являются творческим процессом.
72. Самоактуализация является крайне важной для меня.
73. Мне очень нравится играть идеями.
74. Я не люблю попусту терять время.
75. Я люблю делать то, что у меня получается.
76. Взаимодействуя с другими, я учусь.
77. Абстракции интересны для меня.
78. Мне нравятся детали.
79. Я люблю кратко подвести итоги, прежде чем прийти к какому-либо умозаключению.
80. Я достаточно уверен в себе.

Обработка результатов.

Обведите те номера, на которые вы ответили положительно, и отметьте их в приведенной ниже таблице. Посчитайте количество баллов по каждому стилю (один положительный ответ равен 1 баллу). Тот стиль, по которому вы набрали наибольшее количество баллов (по одному стилю не может быть более 20 баллов), наиболее предпочтителен для вас.
Если вы набрали одинаковое количество баллов по двум стилям, значит, они оба присущи вам.

Ключ

Стиль 1: 1, 8, 9, 13, 17, 24, 26, 31, 33, 40, 41, 48, 50, 53, 57, 63, 65, 70, 74, 79.
Стиль 2: 2, 7, 10, 14, 18, 23, 25, 30, 34, 37, 42, 47, 51, 55, 58, 62, 66, 69, 75, 78.
Стиль 3: 3, 6, 11, 15, 19, 22, 27, 29, 35, 38, 43, 46, 49, 56, 59, 64, 67, 71, 76, 80.
Стиль 4: 4, 5, 12, J6, 20, 21, 28, 32, 36, 39, 44, 45, 52, 54, 60, 61, 68, 72, 73, 77.

Интерпретация результатов

Стиль 1 — ориентация на действие. Характерно обсуждение результатов, конкретных вопросов, поведения, ответственности, опыта, достижений, решений. Люди, владеющие этим стилем, прагматичны, прямолинейны, решительны, легко переключаются с одного вопроса на другой.

Стиль 2 — ориентация на процесс. Характерно обсуждение фактов, процедурных вопросов, планирования, организации, контролирования, деталей. Человек, владеющий этим стилем, ориентирован на систематичность, последовательность, тщательность. Он честен, многословен и мало эмоционален.

Стиль 3 ориентация на людей. Характерно обсуждение человеческих нужд, мотивов, чувств, «духа работы в команде», понимания, сотрудничества. Люди этого стиля эмоциональны, чувствительны, умеют сопереживать окружающим.

Стиль 4 — ориентация на перспективу, на будущее. Людям этого стиля присуще обсуждение концепций, больших планов, нововведений, различных вопросов, новых методов, альтернатив. Они обладают хорошим воображением, полны идей, но мало реалистичны и порой их сложно понять.

Задания:

а) На основе самодиагностики определите стиль делового общения

б) Дайте обоснование рекомендаций по совершенствованию делового общения.

ПОДГОТОВКА РЕФЕРАТА

Общая характеристика реферата

Написание реферата практикуется в учебном процессе в целях приобретения магистрантом необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного научного поиска: изучения литературы по выбранной теме, анализа различных источников и точек зрения, обобщения материала, выделения главного, формулирования выводов и т. п. С помощью реферата магистрант может глубже постигать наиболее сложные проблемы дисциплины, учится лаконично излагать свои мысли, правильно оформлять работу, докладывать результаты своего труда.

Реферат является первой ступенью на пути освоения навыков проведения научно-исследовательской работы. В «Толковом словаре русского языка» дается следующее определение: «**реферат** – краткое изложение содержания книги, статьи, исследования, а также доклад с таким изложением».

Различают два вида реферата:

- *репродуктивный* – воспроизводит содержание первичного текста в форме реферата-конспекта или реферата-резюме. В реферате-конспекте содержится фактическая информация в обобщённом виде, иллюстрированный материал, различные сведения о методах исследования, результатах исследования и возможностях их применения. В реферате-резюме содержатся только основные положения данной темы;
- *продуктивный* – содержит творческое или критическое осмысление реферируемого источника и оформляются в форме реферата-доклада или реферата-обзора. В реферате-докладе, наряду с анализом информации первоисточника, дается объективная оценка проблемы, и он имеет развёрнутый характер. Реферат-обзор составляется на основе нескольких источников и в нем сопоставляются различные точки зрения по исследуемой проблеме.

Магистрант для изложения материала должен выбрать продуктивный вид реферата.

Выбор темы реферата

Магистранту предоставляется право выбора темы реферата из рекомендованного преподавателем дисциплины списка. Выбор темы должен быть осознанным и обоснованным с точки зрения познавательных интересов автора, а также полноты освещения темы в имеющейся научной литературе.

Если интересующая тема отсутствует в рекомендованном списке, то по согласованию с преподавателем магистранту предоставляется право самостоятельно предложить тему реферата, раскрывающую содержание изучаемой дисциплины. Тема не должна быть слишком общей и глобальной, так как небольшой объем работы (до 20-25 страниц без учёта приложений) не позволит раскрыть ее.

Начинать знакомство с избранной темой лучше всего с чтения обобщающих работ по данной проблеме, постепенно переходя к узкоспециальной литературе. При этом следует сразу же составлять

библиографические выходные данные используемых источников (автор, название, место и год издания, издательство, страницы).

На основе анализа прочитанного и просмотренного материала по данной теме следует составить тезисы по основным смысловым блокам, с пометками, собственными суждениями и оценками. Предварительно подобранный в литературных источниках материал может превышать необходимый объем реферата.

Формулирование цели и составление плана реферата

Выбрав тему реферата и изучив литературу, необходимо сформулировать цель работы и составить план реферата.

Цель – это осознаваемый образ предвосхищаемого результата. Возможно, формулировка цели в ходе работы будет меняться, но изначально следует ее обозначить, чтобы ориентироваться на нее в ходе исследования. Формулирование цели реферата рекомендуется осуществлять при помощи глаголов: исследовать, изучить, проанализировать, систематизировать, осветить, изложить (представления, сведения), создать, рассмотреть, обобщить и т. д.

Определяясь с целью дальнейшей работы, параллельно необходимо думать над составлением плана, при этом четко соотносить цель и план работы. Правильно построенный план помогает систематизировать материал и обеспечить последовательность его изложения.

Наиболее традиционной является следующая **структура реферата**:

Титульный лист.

Оглавление (план, содержание).

Введение.

1. (полное наименование главы).
   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).

Основная часть

Заключение (выводы).

Библиография (список использованной литературы).

Приложения (по усмотрению автора).

Титульный лист оформляется в соответствии с Приложением.

Оглавление (план, содержание) включает названия всех глав и параграфов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие их начало в тексте реферата.

Введение. В этой части реферата обосновывается актуальность выбранной темы, формулируются цель и задачи работы, указываются используемые материалы и дается их краткая характеристика с точки зрения полноты освещения избранной темы. Объем введения не должен превышать 1-1,5 страницы.

Основная часть реферата может быть представлена двумя или тремя главами, которые могут включать 2-3 параграфа (пункта).

Здесь достаточно полно и логично излагаются главные положения в используемых источниках, раскрываются все пункты плана с сохранением связи между ними и последовательности перехода от одного к другому.

Автор должен следить за тем, чтобы изложение материала точно соответствовало цели и названию главы (параграфа). Материал в реферате рекомендуется излагать своими словами, не допуская дословного переписывания из литературных источников. В тексте обязательны ссылки на первоисточники, т. е. на тех авторов, у которых взят данный материал в виде мысли, идеи, вывода, числовых данных, таблиц, графиков, иллюстраций и пр.

Работа должна быть написана грамотным литературным языком. Сокращение слов в тексте не допускается, кроме общеизвестных сокращений и аббревиатуры. Каждый раздел рекомендуется заканчивать кратким выводом.

Заключение (выводы). В этой части обобщается изложенный в основной части материал, формулируются общие выводы, указывается, что нового лично для себя вынес автор реферата из работы над ним. Выводы делаются с учетом опубликованных в литературе различных точек зрения по проблеме рассматриваемой в реферате, сопоставления их и личного мнения автора реферата. Заключение по объему не должно превышать 1,5-2 страниц.

Библиография (список использованной литературы) – здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, периодические издания и электронные источники информации. Список составляется согласно правилам библиографического описания.

Приложения могут включать графики, таблицы, расчеты.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Общие требования к оформлению реферата

Рефераты по дисциплинам магистратуры направления подготовки 38.04.02 – «Менеджмент», как правило, требуют изучения и анализа значительного объема статистического материала, формул, графиков и т. п. В силу этого особое значение приобретает правильное оформление результатов проделанной работы.

Текст реферата должен быть подготовлен в печатном виде. Исправления и 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 магистрантом по образцу, данному в приложении 1.

Текст реферата должен быть разбит на разделы: главы, параграфы и т. д. Очередной раздел нужно начинать с нового листа.

Все страницы реферата должны быть пронумерованы. Номер страницы ставится снизу страницы, по центру. Первой страницей является титульный лист, но на ней номер страницы не ставится.

Таблицы

Таблицы по содержанию делятся на аналитические и неаналитические. Аналитические таблицы являются результатом обработки и анализа цифровых показателей. Как правило, после таких таблиц делается обобщение, которое вводится в текст словами: «таблица позволяет сделать вывод о том, что…», «таблица позволяет заключить, что…» и т. п.

В неаналитических таблицах обычно помещаются необработанные статистические данные, необходимые лишь для информации и констатации фактов.

Таблицы размещают после первого упоминания о них в тексте таким образом, чтобы их можно было читать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке.

Каждая таблица должна иметь нумерационный и тематический заголовок. Тематический заголовок располагается по центру таблицы, после нумерационного, размещённого в правой стороне листа и включающего надпись «Таблица» с указанием арабскими цифрами номера таблицы. Нумерация таблиц сквозная в пределах каждой главы. Номер таблицы состоит из двух цифр: первая указывает на номер главы, вторая – на номер таблицы в главе по порядку (например: «Таблица 2.2» – это значит, что представленная таблица вторая во второй главе).

Цифры в графах таблиц должны проставляться так, чтобы разряды чисел во всей графе были расположены один под другим. В одной графе количество десятичных знаков должно быть одинаковым. Если данные отсутствуют, то в графах ставят знак тире. Округление числовых значений величин до первого, второго и т. д. десятичного знака для различных значений одного и того же наименования показателя должно быть одинаковым.

Таблицу с большим количеством строк допускается переносить на другую страницу, при этом заголовок таблицы помещают только над ее первой частью, а над переносимой частью пишут «Продолжение таблицы» или «Окончание таблицы». Если в работе несколько таблиц, то после слов «Продолжение» или «Окончание» указывают номер таблицы, а само слово «таблица» пишут сокращенно, например: «Продолжение табл. 1.1», «Окончание табл. 1.1».

На все таблицы в тексте курсовой работы должны быть даны ссылки с указанием их порядкового номера, например: «…в табл. 2.2».

Формулы

Формулы – это комбинации математических знаков, выражающие какие-либо предложения.

Формулы, приводимые в реферате, должны быть наглядными, а обозначения, применяемые в них, соответствовать стандартам.

Пояснения значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой, в той последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и числового коэффициента дается с новой строки. Первую строку объяснения начинают со слова «где» без двоеточия после него.

Формулы и уравнения следует выделять из текста свободными строками. Если уравнение не умещается в одну строку, оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знака (+), минус (–), умножения (х) и деления (:).

Формулы нумеруют арабскими цифрами в пределах всей курсовой работы (реферата) или главы. В пределах реферата используют нумерацию формул одинарную, в пределах главы – двойную. Номер указывают с правой стороны листа на уровне формулы в круглых скобках.

В тексте ссылки на формулы приводятся с указанием их порядковых номеров, например: «…в формуле (2.2)» (второй формуле второй главы).

Иллюстрации

Иллюстрации позволяют наглядно представить явление или предмет такими, какими мы их зрительно воспринимаем, но без лишних деталей и подробностей.

Основными видами иллюстраций являются схемы, диаграммы и графики.

Схема – это изображение, передающее обычно с помощью условных обозначений и без соблюдения масштаба основную идею какого-либо устройства, предмета, сооружения или процесса и показывающее взаимосвязь их главных элементов.

Диаграмма – один из способов изображения зависимости между величинами. Наибольшее распространение получили линейные, столбиковые и секторные диаграммы.

Для построения линейных диаграмм используется координатное поле. По горизонтальной оси в изображенном масштабе откладывается время или факториальные признаки, на вертикальной – показатели на определенный момент (период) времени или размеры результативного независимого признака. Вершины ординат соединяются отрезками – в результате получается ломаная линия.

На столбиковых диаграммах данные изображаются в виде прямоугольников (столбиков) одинаковой ширины, расположенных вертикально или горизонтально. Длина (высота) прямоугольников пропорциональна изображенным ими величинам.

Секторная диаграмма представляет собой круг, разделенный на секторы, величины которых пропорциональны величинам частей изображаемого явления.

График – это результат обработки числовых данных. Он представляет собой условные изображения величин и их соотношений через геометрические фигуры, точки и линии.

Количество иллюстраций в работе должно быть достаточным для пояснения излагаемого текста.

Иллюстрации обозначаются словом «Рис.» и располагаются после первой ссылки на них в тексте так, чтобы их было удобно рассматривать без поворота работы или с поворотом по часовой стрелке. Иллюстрации должны иметь номер и наименование, расположенные по центру, под ней. Иллюстрации нумеруются в пределах главы арабскими цифрами, например: «Рис. 1.1» (первый рисунок первой главы). Ссылки на иллюстрации в тексте реферата приводят с указанием их порядкового номера, например: «…на рис. 1.1».

При необходимости иллюстрации снабжаются поясняющими данными (подрисуночный текст).

Приложения

Приложение – это часть основного текста, которая имеет дополнительное (обычно справочное) значение, но, тем не менее, необходима для более полного освещения темы. По форме они могут представлять собой текст, таблицы, графики, карты. В приложении помещают вспомогательные материалы по рассматриваемой теме: инструкции, методики, положения, результаты промежуточных расчетов, типовые проекты, имеющие значительный объем, затрудняющий чтение и целостное восприятие текста. В этом случае в тексте приводятся основные выводы (результаты) и делается ссылка на приложение, содержащее соответствующую информацию. Каждое приложение должно начинаться с новой страницы. В правом верхнем углу листа пишут слово «Приложение» и указывают номер приложения. Если в реферате больше одного приложения, их нумеруют последовательно арабскими цифрами, например: «Приложение 1», «Приложение 2» и т. д.

Каждое приложение должно иметь заголовок, который помещают ниже слова «Приложение» над текстом приложения, по центру.

При ссылке на приложение в тексте реферата пишут сокращенно строчными буквами «прил.» и указывают номер приложения, например: «…в прил. 1».

Приложения оформляются как продолжение текстовой части реферата со сквозной нумерацией листов. Число страниц в приложении не лимитируется и не включается в общий объем страниц реферата.

Библиографический список

Библиографический список должен содержать перечень и описание только тех источников, которые были использованы при написании реферата.

В библиографическом списке должны быть представлены монографические издания отечественных и зарубежных авторов, материалы профессиональной периодической печати (экономических журналов, газет и еженедельников), законодательные и др. нормативно-правовые акты. При составлении списка необходимо обратить внимание на достижение оптимального соотношения между монографическими изданиями, характеризующими глубину теоретической подготовки автора, и периодикой, демонстрирующей владение современными экономическими данными.

Наиболее распространенным способом расположения наименований литературных источников является алфавитный. Работы одного автора перечисляются в алфавитном порядке их названий. Исследования на иностранных языках помещаются в порядке латинского алфавита после исследований на русском языке.

Ниже приводятся примеры библиографических описаний использованных источников.

Статья одного, двух или трех авторов из журнала

Зотова Л. А., Еременко О. В. Инновации как объект государственного регулирования // Экономист. 2010. № 7. С. 17–19.

Статья из журнала, написанная более чем тремя авторами

Валютный курс и экономический рост / С. Ф. Алексашенко, А. А. Клепач, О. Ю. Осипова [и др.] // Вопросы экономики. 2010. № 8. С. 18–22.

Книга, написанная одним, двумя или тремя авторами

Иохин В. Я. Экономическая теория: учебник. М.: Юристъ, 2009. 178 с.

Книга, написанная более чем тремя авторами

Экономическая теория: учебник / В. Д. Камаев [и др.]. М.: ВЛАДОС, 2011. 143 с.

Сборники

Актуальные проблемы экономики и управления: сборник научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. 146 с.

Статья из сборника

Данилов А. Г. Система ценообразования промышленного предприятия // Актуальные проблемы экономики и управления: сб. научных статей. Екатеринбург: УГГУ, 2010. Вып. 9. С. 107–113.

Статья из газеты

Крашаков А. С. Будет ли обвал рубля // Аргументы и факты. 2011. № 9. С. 3.

Библиографические ссылки

Библиографические ссылки требуется приводить при цитировании, заимствовании материалов из других источников, упоминании или анализе работ того или иного автора, а также при необходимости адресовать читателя к трудам, в которых рассматривался данный вопрос.

Ссылки должны быть затекстовыми, с указанием номера соответствующего источника (на который автор ссылается в работе) в соответствии с библиографическим списком и соответствующей страницы.

Пример оформления затекстовой ссылки

Ссылка в тексте: «При оценке стоимости земли необходимо учесть все возможности ее производственного использования» [17, С. 191].

В списке использованных источников:

17. *Борисов Е. Ф.* Основы экономики. М.: Юристъ, 2008. 308 с.

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИТЫ РЕФЕРАТА

Необходимо заранее подготовить тезисы выступления (план-конспект).

Порядок защиты реферата.

1. Краткое сообщение, характеризующее цель и задачи работы, ее актуальность, полученные результаты, вывод и предложения.
2. Ответы магистранта на вопросы преподавателя.
3. Отзыв руководителя-консультанта о ходе выполнения работы.

Советы магистранту:

- Готовясь к защите реферата, вы должны вспомнить материал максимально подробно, и это должно найти отражение в схеме вашего ответа. Но тут же необходимо выделить главное, что наиболее важно для понимания материала в целом, иначе вы сможете проговорить все 15-20 минут и не раскрыть существа вопроса. Особенно строго следует отбирать примеры и иллюстрации.
- Вступление должно быть очень кратким – 1-2 фразы (если вы хотите подчеркнуть при этом важность и сложность данного вопроса, то не говорите, что он сложен и важен, а покажите его сложность и важность).
- Целесообразнее вначале показать свою схему раскрытия вопроса, а уж потом ее детализировать.
- Рассказывать будет легче, если вы представите себе, что объясняете материал очень способному и хорошо подготовленному человеку, который не знает именно этого раздела, и что при этом вам обязательно нужно доказать важность данного раздела и заинтересовать в его освоении.
- Строго следите за точностью своих выражений и правильностью употребления терминов.
- Не пытайтесь рассказать побольше за счет ускорения темпа, но и не мямлите.
- Не демонстрируйте излишнего волнения и не напрашивайтесь на сочувствие.
- Будьте особенно внимательны ко всем вопросам преподавателя, к малейшим его замечаниям. И уж ни в коем случае его не перебивайте!
- Не бойтесь дополнительных вопросов – чаще всего преподаватель использует их как один из способов помочь вам или сэкономить время. Если вас прервали, а при оценке ставят в вину пропуск важной части материала, не возмущайтесь, а покажите план своего ответа, где эта часть стоит несколько позже того, на чем вы были прерваны.
- Прежде чем отвечать на дополнительный вопрос, необходимо сначала правильно его понять. Для этого нужно хотя бы немного подумать, иногда переспросить, уточнить: правильно ли вы поняли поставленный вопрос. И при ответе следует соблюдать тот же принцип экономности мышления, а не высказывать без разбора все, что вы можете сказать.
- Будьте доброжелательны и тактичны, даже если к ответу вы не готовы (это вина не преподавателя, а ваша).

ТЕМЫ РЕФЕРАТА

1. Общение как социально-психологическая категория.
2. Коммуникативная культура в деловом общении.
3. Условия общения и причины коммуникативных неудач.
4. Роль невербальных компонентов в речевом общении.
5. Речевой этикет, его основные функции и правила.
6. Причины отступлений от норм в речи, типы речевых ошибок, пути их устранения и предупреждения.
7. Деловая беседа (цели, задачи, виды, структура).
8. Особенности телефонного разговора.
9. Новые тенденции в практике русского делового письма.
10. Культура дискутивно-полемической речи. Виды споров, приемы и уловки в споре
11. Основные правила эффективного общения.
12. Личность как субъект общения. Коммуникативная компетентность личности.
13. Конфликтное поведение и причины его возникновения в деструктивном взаимодействии.
14. Деловое общение и управление им.
15. Отношения сотрудничества и конфликта в представлениях российских работников.
16. Реформы в России и проблемы общения молодого поколения и работодателей.
17. Культура речи в деловом общении.
18. Содержание закона конгруэнтности и его роль в деловом общении.
19. Этика использования средств выразительности деловой речи.
20. Особенности речевого поведения.
21. Культура устной и письменной речи делового человека в современной России.
22. Вербальные конфликтогены в практике современного российского общества.
23. Этические нормы телефонного разговора.
24. Основные тенденции развития Российской деловой культуры.
25. Характеристика манипуляций в общении.
26. Приемы, стимулирующие общение и создание доверительных отношений.
27. Правила подготовки публичного выступления.
28. Правила подготовки и проведения деловой беседы.
29. Типология конфликтных личностей и способы общения с ними.
30. Этикет и имидж делового человека.

ПОДГОТОВКА К ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

При подготовке к *зачету* по дисциплине «*Средства коммуникации в учебной и профессиональной деятельности*» обучающемуся рекомендуется:

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

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

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

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

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

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

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

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

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ФТД.03 ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Специальность

21.05.03 Технология геологической разведки

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