

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ  
ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1.	Кафедра	Горного дела, наук о Земле и природообустройства
2.	Специальность	21.05.04 Горное дело
3.	Специализация	№2 Подземная разработка рудных месторождений
4.	Дисциплина (модуль)	Рудничная геология
5.	Форма обучения	заочная
6.	Год набора	2018

**1. Методические рекомендации.**

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий.

При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания:

- изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;
- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.

**1.1 Методические рекомендации по организации работы студентов во время проведения лекционных занятий и по подготовке опорного конспекта.**

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на семинарское занятие и указания на самостоятельную работу.

Знакомство с дисциплиной происходит уже на первой лекции, где от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. При работе с конспектом лекций необходимо учитывать тот фактор, что одни лекции дают ответы на конкретные вопросы темы, другие – лишь выявляют взаимосвязи между явлениями, помогая студенту понять глубинные процессы развития изучаемого предмета как в истории, так и в настоящее время.

**Конспектирование** лекций – сложный вид вузовской аудиторной работы, предполагающий интенсивную умственную деятельность студента. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное и сделано это самим обучающимся. Не надо стремиться записать дословно всю лекцию. Такое «конспектирование» приносит больше вреда, чем пользы. Целесообразно вначале понять основную мысль, излагаемую лектором, а затем записать ее. Желательно запись осуществлять на одной странице листа или оставляя поля, на которых позднее, при самостоятельной работе с конспектом, можно сделать дополнительные записи, отметить непонятные места.

**Конспект** лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает лектор, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

## **1.2. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям**

Практические занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

Практические занятия предполагают свободный обмен мнениями по избранной тематике. Он начинается со вступительного слова преподавателя, формулирующего цель занятия и характеризующего его основную проблематику. Затем, как правило, заслушиваются сообщения студентов. Обсуждение сообщения совмещается с рассмотрением намеченных вопросов. Сообщения, предполагающие анализ публикаций по отдельным вопросам занятия, заслушиваются обычно в середине занятия. Поощряется выдвижение и обсуждение альтернативных мнений. В заключительном слове преподаватель подводит итоги обсуждения и объявляет оценки выступавшим студентам. В целях контроля подготовленности студентов и привития им навыков краткого письменного изложения своих мыслей преподаватель в ходе практических занятий может осуществлять текущий контроль знаний в виде тестовых заданий.

Кроме указанных тем студенты вправе, по согласованию с преподавателем, избирать и другие интересующие их темы.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

## **1.3 Методические рекомендации по подготовке и оформлению реферата**

Реферат – письменная работа объемом 12-15 печатных страниц, выполняемая студентом в течение от одной недели до месяца. Реферат – краткое точное изложение сущности какого-либо вопроса, темы на основе одной или нескольких книг, монографий или других первоисточников. Реферат должен содержать основные фактические сведения и выводы по рассматриваемому вопросу.

Реферат отвечает на вопрос – что содержится в данной публикации (публикациях). Однако реферат – не механический пересказ работы, а изложение ее существа. В настоящее время, помимо реферирования прочитанной литературы, от студента требуется аргументированное изложение собственных мыслей по рассматриваемому вопросу. Тему реферата предложить преподаватель или сам студент, в последнем случае она должна быть согласованна с преподавателем.

В реферате нужны развернутые аргументы, рассуждения, сравнения. Материал подается не столько в развитии, сколько в форме констатации или описания. Содержание реферируемого произведения излагается объективно от имени автора. Если в первичном

документе главная мысль сформулирована недостаточно четко, в реферате она должна быть конкретизирована и выделена. Функции реферата:

- информативная (ознакомительная);
- поисковая; справочная;
- сигнальная;
- индикативная;
- адресная коммуникативная.

Степень выполнения этих функций зависит от содержательных и формальных качеств реферата, а также от того, кто и для каких целей их использует.

Требования к языку реферата: он должен отличаться точностью, краткостью, ясностью и простотой. Структура реферата:

- Титульный лист (см. образец ниже).
- Содержание, в котором указаны названия всех разделов реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата;
- Введение. Объем введения составляет 1-1.5 страницы.
- Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В том случае если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифрой материал, таблицу – обязательно сделайте ссылку на того автора у кого вы взяли данный материал.
- Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.
- Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.
- Список литературы. Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература. Список составляется согласно правилам библиографического описания. Библиографический список составляется в алфавитном порядке или в порядке упоминания источника. Список использованных источников должен быть составлен единообразно. Каждый источник отражается в списке в порядке его упоминания в тексте арабскими цифрами.

#### **1.4 Методические рекомендации по работе с литературой.**

Работу с литературой целесообразно начать с изучения общих работ по теме, а также учебников и учебных пособий. Далее рекомендуется перейти к анализу монографий и статей, рассматривающих отдельные аспекты проблем, изучаемых в рамках курса, а также официальных материалов и неопубликованных документов (научно-исследовательские работы, диссертации), в которых могут содержаться основные вопросы изучаемой проблемы.

Работу с источниками надо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения.

В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Если в книге нет подробного оглавления, следует обратить внимание ученика на предметные и именные указатели.

Избранные фрагменты или весь текст (если он целиком имеет отношение к теме) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала. Такое чтение предполагает выделение: 1) главного в тексте; 2) основных аргументов; 3) выводов. Особое внимание следует обратить на то, вытекает тезис из аргументов или нет.

Необходимо также проанализировать, какие из утверждений автора носят проблематичный, гипотетический характер и уловить скрытые вопросы.

Понятно, что умение таким образом работать с текстом приходит далеко не сразу. Наилучший способ научиться выделять главное в тексте, улавливать проблематичный

характер утверждений, давать оценку авторской позиции – это сравнительное чтение, в ходе которого студент знакомится с различными мнениями по одному и тому же вопросу, сравнивает весомость и доказательность аргументов сторон и делает вывод о наибольшей убедительности той или иной позиции.

Если в литературе встречаются разные точки зрения по тому или иному вопросу из-за сложности прошедших событий и правовых явлений, нельзя их отвергать, не разобравшись. При наличии расхождений между авторами необходимо найти рациональное зерно у каждого из них, что позволит глубже усвоить предмет изучения и более критично оценивать изучаемые вопросы. Знакомясь с особыми позициями авторов, нужно определять их схожие суждения, аргументы, выводы, а затем сравнивать их между собой и применять из них ту, которая более убедительна.

Следующим этапом работы с литературными источниками является создание конспектов, фиксирующих основные тезисы и аргументы. Можно делать записи на отдельных листах, которые потом легко систематизировать по отдельным темам изучаемого курса. Другой способ – это ведение тематических тетрадей-конспектов по одной какой-либо теме. Большие специальные работы монографического характера целесообразно конспектировать в отдельных тетрадях. Здесь важно вспомнить, что конспекты пишутся на одной стороне листа, с полями и достаточным для исправления и ремарок межстрочным расстоянием (эти правила соблюдаются для удобства редактирования). Если в конспектах приводятся цитаты, то непременно должно быть дано указание на источник (автор, название, выходные данные, № страницы). Впоследствии эта информация может быть использована при написании текста реферата или другого задания.

Таким образом, при работе с источниками и литературой важно уметь:

- сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
- обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное;
- фиксировать основное содержание сообщений; формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
- готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада;
- работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
- пользоваться реферативными и справочными материалами;
- контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
- обращаться за помощью, дополнительными разъяснениями к преподавателю, другим студентам.
- пользоваться лингвистической или контекстуальной догадкой, словарями различного характера, различного рода подсказками, опорами в тексте (ключевые слова, структура текста, предваряющая информация и др.);
- использовать при говорении и письме перифраз, синонимичные средства, слово-описания общих понятий, разъяснения, примеры, толкования, «словотворчество»;
- повторять или перефразировать реплику собеседника в подтверждении понимания его высказывания или вопроса;
- обратиться за помощью к собеседнику (уточнить вопрос, переспросить и др.);
- использовать мимику, жесты (вообще и в тех случаях, когда языковых средств не хватает для выражения тех или иных коммуникативных намерений).

### **1.5 Методические рекомендации по подготовке к экзамену**

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, обучающийся ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене обучающийся демонстрирует то, что он приобрёл в процессе изучения дисциплины.

В условиях применяемой в МАГУ балльно-рейтинговой системы подготовка к экзамену включает в себя самостоятельную и аудиторную работу обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины и непосредственную подготовку в дни, предшествующие экзамену по разделам и темам дисциплины.

При подготовке к экзамену обучающимся целесообразно использовать не только материалы лекций, а и рекомендованные преподавателем основную и дополнительную литературу.

При подготовке к промежуточной аттестации целесообразно:

– внимательно изучить перечень вопросов и определить, в каких источниках находятся сведения, необходимые для ответа на них;

– внимательно прочитать рекомендованную литературу;

– составить краткие конспекты ответов (планы ответов).

Допуском к экзамену является выполнение контрольной работы, задания к которой преподаватель выдает в конце занятий. Контрольная работа сдается на кафедру за две недели до начала сессии.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает с использованием технологической карты дисциплины, размещенной на сайте МАГУ.

### **1.6 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала.

***Цель выполняемой работы:***

- получить дополнительные знания;

***Основные задачи выполняемой работы:***

1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;

2) выработка навыков самостоятельной работы;

Весь процесс написания контрольной работы можно условно разделить на следующие этапы:

а) выбор темы и составление предварительного плана работы;

б) сбор научной информации, изучение литературы;

в) анализ составных частей проблемы, изложение темы;

г) обработка материала в целом.

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данной теме, но при этом следует правильно пользоваться первоисточниками, избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место и год издания, страницы.

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво. Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного заведения, название темы или номер варианта, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы. На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы.

***Оформление контрольной работы***

- объем контрольной работы задается преподавателем

(например, при выполнении контрольных работ по профессиональным модулям может использоваться большое количество таблиц, графиков, приложений, увеличивающих объем работы).

- текст работы должен выполняться на белой бумаге формата А4, на одной стороне листа. – работа выполняется в рукописном или печатном виде, в зависимости от требований преподавателя ( если работа должна быть выполнена на компьютере то:

параметры страницы:

верхнее поле –10 мм,

нижнее поле –10 мм,

левое поле –25 мм,  
правое поле –10 мм.

- текст набирается в редакторе Word для Windows шрифтом Times New Roman, прямым (не курсивом), черного цвета, форма текста выравнивается по ширине, с абзацным отступом 1,25 см; размер шрифта –12 пт, межстрочный интервал–1,5;

- нумерация страниц должна быть сквозной для текста и приложений, начинаться с титульного листа (на титульном листе номер страницы не проставляется), проставляться в правом нижнем углу арабскими цифрами без точки.

- термины и определения должны быть едиными во всей контрольной работе;

- текст работы при необходимости разбивается на главы, пункты и подпункты; названия глав печатаются прописными буквами по центру страницы без абзацного отступа; названия пунктов и подпунктов печатаются строчными буквами (кроме первой прописной) и помещаются с абзацного отступа; каждая глава должна начинаться с новой страницы, отдельные пункты и подпункты в пределах одной главы на новую страницу не переносятся);

- если заголовок включает несколько предложений, его разделяют точками (переносы слов в заголовках не допускаются; расстояние между заголовком и текстом –2 компьютерных полуторных интервала; расстояние между последней строкой текста и последующим названием пункта (подпункта) должно быть равно двум компьютерным полуторным интервалам).

По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией к преподавателю. Согласно учебному плану, студенты заочной формы обучения выполняют контрольные работы в сроки, установленные учебным графиком, она должна быть сдана не позднее, чем за две недели до сессии. Студент допускается к сдаче зачета или экзамена при положительной аттестации контрольной работы.

### **1.7 Методические рекомендации по созданию презентации**

Алгоритм создания презентации:

1 этап – определение цели презентации

2 этап – подробное раскрытие информации,

3 этап – основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;

- оставшиеся слайды имеют информативный характер.

Обычно подача информации осуществляется по плану:

тезис – аргументация – вывод.

#### **Основные требования к оформлению и представлению презентации:**

1. Читательность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.

2. Тщательно структурированная информация.

3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.

4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.

5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.

6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.

7. Графика должна органично дополнять текст.

8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут.

### **1.8 Методические рекомендации по подготовке доклада**

Алгоритм создания доклада:

- 1 этап – определение темы доклада
- 2 этап – определение цели доклада
- 3 этап – подробное раскрытие информации
- 4 этап – формулирование основных тезисов и выводов.

### **1.9 Методические рекомендации по проведению групповых дискуссий**

Во время проведения групповых дискуссий осуществляется разбор конкретных ситуаций, нарабатываются навыки применения теории при решении реальных геологических проблем, обсуждение наиболее актуальных разделов дисциплины. В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся. Существенная роль отводится консультациям, которые преподаватель проводит со студентами, как во время аудиторных занятий, так и во внеурочное время.

Групповая дискуссия – это особая форма занятий, представляющая собой оригинальный способ познания истины. Дискуссия реализуется, как правило, на равноправных началах в виде совместной работы и преподавателя, и обучающихся, причём приоритет отдаётся коллективу студенческой группы. Все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, совместно решают поставленные проблемы, моделируют ситуации, обмениваются информацией, оценивают действие коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по разрешению проблем.

На таких занятиях нередко используются уже проверенные многолетней практикой такие образовательные технологии и формы, как:

- лекция с элементами направляемой дискуссии, постановкой проблем, использованием электронных презентаций, методов провокации;
- мозговой штурм;
- работа в малых группах;
- демонстрация видеofilьмов;
- комментирование научных статей;
- подготовка обзора научной литературы по теме;
- составление рецензии на научную работу (статью);
- комментирование ответов студентов;
- творческие задания;
- решение задач;
- анализ конкретных ситуаций;
- составление резюме;
- «круглый стол»;
- составление таблиц и схем;
- тестирование;
- ролевая игра
- встречи с учеными КНЦ РАН, обладающими высокой квалификацией.

В качестве оценочных средств контроля знаний применяются:

- контрольные вопросы;
  - тесты;
  - устный опрос студентов;
  - промежуточная аттестация;
  - решение практических задач;
  - проверка конспектов и остаточных знаний студентов;
  - обсуждение подготовленных студентами контрольных и курсовых работ и рефератов;
- разбор ошибок при их выполнении.

В форме групповой дискуссии заслушиваются также доклады с презентациями и рефераты по тематике дисциплины, затрагивающие актуальные проблемы в области открытия новых рудных объектов, их последующей разработки. Самые интересные работы предлагаются для сообщения на студенческих научно-практических конференциях. При

этом основной акцент делается на качественную подготовку студента к выступлению на конференции. Студент должен легко ориентироваться в обсуждаемой проблеме, грамотно высказывать и обосновывать свои суждения, профессионально владеть терминологией, осознанно применять теоретические знания. Материал доклада должен излагаться логично, грамотно и без ошибок. Студент должен демонстрировать в своём сообщении наглядную связь теории с практикой.

### **1.10 Методические рекомендации по составлению глоссария**

1. Внимательно прочитайте и ознакомьтесь с текстом. Вы встретите в нем много различных терминов, которые имеются по данной теме.

2. После того, как вы определили наиболее часто встречающиеся термины, вы должны составить из них список. Слова в этом списке должны быть расположены в строго алфавитном порядке, так как глоссарий представляет собой не что иное, как словарь специализированных терминов.

3. После этого начинается работа по составлению статей глоссария. Статья глоссария – это определение термина. Она состоит из двух частей: 1) точная формулировка термина в именительном падеже; 2) содержательная часть, объемно раскрывающая смысл данного термина.

При составлении глоссария важно придерживаться следующих правил:

- стремитесь к максимальной точности и достоверности информации;
- старайтесь указывать корректные научные термины и избегать всякого рода жаргонизмов. В случае употребления такового, давайте ему краткое и понятное пояснение;
- излагая несколько точек зрения в статье по поводу спорного вопроса, не принимайте ни одну из указанных позиций. Глоссарий - это всего лишь констатация имеющихся фактов;
- также не забывайте приводить в пример контекст, в котором может употребляться данный термин;
- при желании в глоссарий можно включить не только отдельные слова и термины, но и целые фразы.

### **1.11 Методические рекомендации по выполнению курсовых работ.**

Выполнение курсовой работы учебным планом не предусмотрено.

## **2. Планы практических занятий**

### **Занятие 1. Геолого-экономическая оценка месторождения.**

Как правило, геолого-промышленная оценка рудного объекта проводится по результатам его детальной разведки. По её завершении должны быть определены:

1) количество запасов полезного ископаемого (устанавливается при изучении формы, условий залегания и размеров тел полезных ископаемых путем построения системы геологических разрезов);

2) качество полезного ископаемого и количество полезных (основного и сопутствующих) компонентов (выявляются опробованием);

3) технологические свойства полезного ископаемого, т.е. возможность и рациональность извлечения всех полезных компонентов или переработки полезного ископаемого для дальнейшего использования в соответствующих отраслях промышленности (устанавливаются в ходе технологического опробования);

4) горнотехнические условия разработки месторождения (выясняется по результатам гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, а также при изучении пространственно-морфологических особенностей тел полезного ископаемого);

5) экономико-географические условия района месторождения — климат, рельеф местности, энергетические ресурсы, транспортные условия, обеспеченность топливом и



местными строительными материалами, трудовые ресурсы, экономический профиль района и др. (оцениваются на основании изучения соответствующих условий в период проведения разведки).

Окончательная оценка месторождения проводится после завершения разведки, точнее, после подсчета запасов и утверждения промышленных кондиций, так как главным критерием промышленной значимости месторождения, основой расчетов его ценности являются запасы полезного ископаемого и полезных компонентов. Причем, важно определить не только количество запасов минерального сырья, но и их достоверность, т.е. важно, чтобы эти запасы оказались при отработке в том месте, имели то качество и те особенности, которые были установлены в процессе подсчета запасов. На основе подсчета запасов оцениваются годовая производительность горнодобывающего предприятия, выпуск товарной продукции (руды или концентратов), себестоимость, рентабельность разработки месторождения с учетом мероприятий по сохранению окружающей среды. При этом оценочные показатели могут рассчитываться не только для всего месторождения, но и для отдельных его участков.

#### План:

1. Задачи оценки.
2. Основные принципы оценки.
3. Показатели и методы оценки.
4. Понятие о кондициях.
5. Подготовленность месторождений для промышленного освоения.
6. Подсчет запасов.

*Литература:* [доп. 6, с. 22-27], [доп. 7, с. 57-76]

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Каковы основные цели геолого-промышленной оценки месторождений на стадиях поисков и предварительной разведки?
2. Какие вопросы решаются на стадии детальной разведки месторождений?
3. Что такое промышленные кондиции и от каких факторов они зависят?
4. Какие показатели входят в состав кондиций на металлические полезные ископаемые и горно-химическое сырье?
5. В чем заключаются особенности установления промышленных кондиций для неметаллических полезных ископаемых (месторождений минералов и горных пород)?
6. Какие показатели входят в состав кондиций для месторождений ископаемых углей?
7. Перечислите общие условия, определяющие подготовленность месторождений для промышленного освоения.
8. На какие группы разделяются месторождения полезных ископаемых по сложности их геологического строения?
9. Приведите общие формулы подсчета запасов твердых полезных ископаемых. Поясните приемы определения всех показателей, входящих в формулы подсчета.
10. Перечислите и кратко охарактеризуйте главные методы подсчета запасов.
11. В чем заключается и какие преимущества имеет подсчет запасов способом разрезов?

#### *Задание для самостоятельной работы*

Выполните задание и определите:

- а) себестоимость 1 т апатитового концентрата по каждому варианту бортового содержания;
- б) рентабельность освоения месторождения по концентрату;
- в) годовую прибыль предприятия;
- г) общую прибыль за весь срок эксплуатации месторождения и
- д) наиболее оптимальный вариант бортового содержания  $P_2O_5$  в руде.

### Задание.

Месторождение апатита Коашва (Хибины) представлено толщей апатит-нефелиновых пород, залегающих среди уртитов. Общая мощность толщи колеблется от 100 до 300 м и в среднем равна 200 м. Падение рудного тела на север-северо-запад 30—40°.

Среди продуктивной толщи выделяются три пласта рядовых руд (содержание  $P_2O_5$  более 12%), имеющих среднюю мощность, соответственно 27, 32 и 40 м. Между пластами рядовых руд располагаются массивные неравномернoзернистые уртиты, средняя мощность которых между первым и вторым рудными телами составляет 60 м, а между вторым и третьим — 40 м. Переходы между рудными пластами и уртитами постепенные. В контакте с рудными телами, а иногда в некотором удалении от них уртиты содержат равномерную вкрапленность апатита и прослой апатитовых руд. Среди уртитов выделяются пластообразные тела забалансовых бедных (содержание  $P_2O_5$  8—12%) и убогих руд (содержание  $P_2O_5$  4—8%). Общая мощность бедных руд 12 м убогих 30 м. Подсчитанные запасы апатитовых руд на месторождении зависят от бортового содержания  $P_2O_5$  в руде и составляют (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Бортовое содержание $P_2O_5$ , %	Среднее содержание $P_2O_5$ , %	Запасы руды, млн. т	Пустые породы в рудной зоне, %
12	17,1	128	58
8	15,6	153	48
4	12,5	219	36

Разубоживание руды 5%. Обогащение методом флотации позволяет получить концентрат с содержанием  $P_2O_5$  39,4% при извлечении  $P_2O_5$  93,5% независимо от содержания  $P_2O_5$  в исходной руде. Себестоимость обогащения 1 т руды также не зависит от содержания  $P_2O_5$  и составляет 1,32 руб.

Технико-экономические данные эксплуатации месторождения приведены в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Бортовое содержание $P_2O_5$ , %	Открытые работы		Подземные работы	
	Себестоимость добычи 1 т руды, руб.	Удельные капитальные затраты на 1 т руды, руб.	Себестоимость добычи 1 т руды, руб.	Удельные капитальные затраты на 1 т руды, руб.
12	2,30	5,46	2,00	6,11
8	2,11	5,46	1,90	6,21
4	1,86	5,46	1,74	6,21

Оптовая цена 1 т апатитового концентрата 12,5 руб. Годовой объем концентрата, как и запасы руды, зависит от бортового содержания и составляет соответственно: I вариант 2,36, II вариант 2,65 и III вариант 2,75 млн. т.

Требуется определить:

1. Себестоимость 1т апатитового концентрата по каждому варианту бортового содержания.
2. Рентабельность освоения месторождения по концентрату.
3. Годовую прибыль предприятия.
4. Общую прибыль за весь срок эксплуатации месторождения.

5. Наиболее оптимальный вариант бортового содержания  $P_2O_5$  в руде и, соответственно, для подсчета запасов апатита.

#### *Ход решения*

1. Себестоимость 1т апатитового концентрата рассчитываем по формуле:

$$Q_k = (Q_d + Q_o) \cdot q, \dots \dots \dots (1)$$

где  $Q_d$  – себестоимость добычи 1т руды;

$Q_o$  – себестоимость обогащения (передела) 1т руды;

$q$  – расход руды в тоннах на получение 1т конечного продукта (концентрата).

Расход руды находится из формулы:

$$q = C_k / (C_p \cdot K_n \cdot K_r) \quad (2)$$

где:  $C_k$  – содержание  $P_2O_5$  в концентрате,  
 $C_p$  – среднее содержание  $P_2O_5$  в руде,  
 $K_n$  – коэффициент извлечения  $P_2O_5$  при обогащении,  
 $K_r$  – коэффициент разубоживания руды.

Содержание полезного компонента в руде принимается по данным разведочных работ, содержание полезного компонента в концентрате и коэффициент извлечения – по данным технологических испытаний, коэффициент разубоживания – по данным пробной эксплуатации либо по аналогии.

Согласно выполненным расчетам по соответствующим формулам, оптимальное бортовое содержание  $P_2O_5$  принимается равным 8%. Себестоимость при таком содержании: на открытой добыче будет равна 9,74 руб/т, на подземной добыче – 9,14 руб/т. Рентабельность по концентрату, соответственно, на открытой добыче – 146,68 млн руб, на подземной добыче – 181,0 млн руб. Годовая прибыль предприятия, соответственно, на открытой добыче – 7,31 млн руб, на подземной добыче – 8.90 млн руб. Общая прибыль от разработки месторождения за 20 лет его эксплуатации составит, соответственно, на открытой добыче – 83,76 млн руб, на подземной добыче – 101.98 млн руб.

### **Занятие 2. Определение корреляционной зависимости между компонентами.**

Как известно, железистые кварциты являются первоклассной железной рудой. В России сосредоточено более четверти мировых запасов таких руд (>26%). Значительная их часть сосредоточена в европейской части страны. Четырнадцать разрабатываемых уникальных и крупных месторождений заключают более половины разведанных запасов и обеспечивают более 88 процентов добычи сырых железных руд

Сырьевая база Мурманской области сосредоточена в 13-ти месторождениях и рудопроявлениях кремнисто-железорудной формации Оленегорского типа. Добыча руды производится открытым способом на пяти карьерах: Оленегорский, Кировогорский, Бауманский, им. XV-летия Октября, Комсомольский.

Результаты опробования дают большой материал для изучения изменчивости оруденения, изучения многочисленных зависимостей между различными показателями качества. Для обработки результатов опробования применяются приемы математической статистики: вычисление среднего арифметического ( $\bar{x}$ ), дисперсии ( $\sigma_x^2$ ), среднеквадратического отклонения ( $\sigma_x$ ), коэффициента вариации ( $V_x$ ) и др. Качество полезного ископаемого подвержено не только случайной изменчивости, характеризуемой значениями  $\sigma_x$  и  $V_x$ , но и закономерной изменчивости, для выявления которой предложено много методов, в том числе один из наиболее распространенных – метод П.Л. Каллистова, заключающийся в многократном сглаживании упорядоченного ряда исходных данных методом скользящего окна.

В качестве объекта наших исследований выбран Северный участок месторождения Куркенпахк Оленегорского железорудного района. На отмеченном участке выбраны 19 рудных скважин, в которых в одних и тех же рудных интервалах выполнены определения содержаний главных компонентов железной руды - содержаний железа магнетитового ( $Fe_{\text{магн}}$ ) и железа общего ( $Fe_{\text{общ}}$ ).

Общеизвестно, что плотность руды напрямую связана с содержанием в ней тех или иных рудных компонентов. Поэтому в первую очередь попытаемся выяснить существует ли корреляционная связь между плотностью ( $d$ ) и содержанием  $Fe_{\text{общ}}$ .

В выбранных скважинах сопоставление указанных параметров выполнено по 178 пробам.

#### План:

Необходимо аналитическим путем последовательно рассчитать:

1. средние значения плотности руды;
2. средние содержания общего железа;
3. найти дисперсию;
4. коэффициент корреляции между величиной плотности руды и  $Fe_{\text{общ}}$ ;
5. вывести уравнение регрессии.

*Литература:* [доп. 5, с. 232-238], [доп. 7, с. 21-29]

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основные положения регрессионного анализа.
2. Как рассчитывается среднее арифметическое?
3. Как вычисляют дисперсию?
4. По какой формуле определяют среднеквадратическое отклонение?
5. Как рассчитывается коэффициент вариации?
6. Как строится график зависимости содержания магнетитового железа от содержания железа общего?
7. С помощью какой таблицы ведется расчет линейной зависимости между случайными величинами?
8. Как находится корреляционный момент случайных величин?
9. Как определяется коэффициент корреляции между случайными величинами?
10. Каким образом составляют уравнение линейной корреляционной зависимости (уравнение регрессии) одной случайной величины  $y$  от другой  $x$ ?
11. Как вычисляется погрешность уравнения?
12. Как с помощью уравнения регрессии по известному содержанию железа общего  $x$  без химического анализа рассчитать содержание магнетитового железа  $y$  в отдельных пробах с погрешностью  $\pm 5,12\%$ ?

#### *Задание для самостоятельной работы*

**Задание 1.** Выведите уравнение регрессии, используя параметры, рассчитанные в таблице 3.

**Задание 2.** Постройте график линейной зависимости между случайными величинами  $y$  и  $x$  (см. доп. 7 с. 21-29).

Таблица 3

№ пп.	Содержание общего железа, % $x$	Содержание маг- нетитового железа, % $y$	$x - \bar{x}$	$y - \bar{y}$	$(x - \bar{x})^2$	$(y - \bar{y})^2$	$\frac{(x - \bar{x})}{(y - \bar{y})}$
1	52,04	45,72	15,82	17,30	250,27	299,29	273,69
2	49,36	45,41	13,14	16,99	172,66	288,66	223,25
3	34,51	28,42	-1,71	0,00	2,92	0,00	0,00
4	41,92	36,58	5,70	8,16	32,49	66,59	46,51
5	17,53	7,68	-18,69	-20,74	349,32	430,15	387,63
6	36,52	22,09	0,30	-6,33	0,09	40,07	-1,90
7	22,67	9,96	-13,55	-18,46	183,60	340,77	250,13
8	42,33	27,54	6,11	-0,88	37,33	0,77	-5,38
9	20,55	10,30	-15,67	-18,12	245,55	328,33	283,94
10	23,90	17,31	-12,32	-11,11	151,78	123,43	136,88
11	23,85	15,98	-12,37	-12,44	153,02	154,75	153,88
12	33,17	23,80	-3,05	-4,62	9,30	21,34	14,09
13	14,52	7,51	-21,70	-20,91	470,89	437,23	453,75
14	61,80	55,77	25,58	27,35	654,34	748,02	699,61
15	63,66	57,27	27,44	28,85	752,95	832,32	791,64
16	61,31	55,70	25,09	27,28	629,51	744,20	684,46
17	22,11	15,24	-14,11	13,18	199,09	173,71	185,97
18	50,03	45,72	13,81	17,30	190,72	299,29	238,91
19	56,29	52,14	20,07	23,72	402,80	562,64	476,06
20	43,44	35,40	7,22	6,98	52,13	48,72	50,40
21	32,61	26,49	-3,61	-1,93	13,03	3,72	6,97
22	36,97	29,55	0,75	1,13	0,56	1,28	0,85
23	28,59	20,70	-7,63	-7,72	58,22	59,60	58,90
24	16,64	8,61	-19,58	-19,81	383,38	392,44	387,88
25	23,50	13,36	-12,72	-15,06	161,80	226,80	191,56
26	32,00	24,70	4,22	-3,72	17,81	13,84	15,70
Сумма	941,82	738,95	0,10	0,03	5575,56	6637,96	6005,38
Среднее	36,22	28,42	—	—	214,44	255,31	230,08

### Занятие 3. Анализ и оценка точности измерений.

При решении ряда практических задач зачастую возникает необходимость анализа исходных данных (результатов наблюдений, замеров, определений и т.п.). При этом вычисляют основные характеристики, отражающие наиболее существенные особенности распределения анализируемых данных. К этим характеристикам относятся: среднее арифметическое, математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратическое отклонение (стандарт), медиана, мода, коэффициент вариации, показатели асимметрии и эксцесса. Все перечисленные показатели выражаются соответствующими формулами.

#### **План:**

1. Расчет основных характеристик анализируемых данных.
2. Классификация погрешностей и меры точности измерений.
3. Выявление систематических погрешностей.
4. Выражение погрешностей измерений в относительных единицах.
5. Оценка точности косвенных измерений.
6. Определение погрешностей неравноточных измерений.
7. Вычисление с приближенными числами.

*Литература:* [доп. 5, с. 92-94], [доп. 7, с. 21-29, 36-42], [доп. 9, с. 59-86],

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. С чем связано возникновение неизбежных погрешностей?
2. Какие определенные закономерности изучают в теории погрешностей измерений?
3. Что называют косвенным измерением?
4. Дайте определение зависимым и независимым, равноточным и неравноточным измерениям.
5. Какие погрешности относятся к грубым?
6. Что из себя представляют систематические погрешности измерений?
7. Свойства случайных погрешностей и критерии их оценки.
8. Основные правила выполнения вычислений.

*Задание для самостоятельной работы*

Обычно точность результатов многократных измерений одной и той же величины оценивают в следующей последовательности:

1. Находят вероятнейшее (наиболее точное для данных условий) значение измеренной величины по формуле арифметической середины

$$x = [l]/n.$$

2. Вычисляют отклонения  $\delta_i = l_i - x$  каждого значения измеренной величины  $l_1, l_2, \dots, l_n$  от значения арифметической середины. Контроль вычислений:  $[\delta] = 0$ .

3. По формуле Бесселя  $m = \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}}$  вычисляют среднюю квадратическую погрешность одного измерения.

4. По формуле  $M = m/\sqrt{n}$ , вычисляют среднюю квадратическую погрешность арифметической середины.

5. Если измеряют линейную величину, то подсчитывают относительную среднюю квадратическую погрешность каждого измерения и арифметической середины.

6. При необходимости подсчитывают предельную погрешность одного измерения, которая может служить допустимым значением погрешностей аналогичных измерений.

Таблица 1

№ п/п	$l, \text{ м}$	$\delta, \text{ см}$	$\delta,^2 \text{ см}^2$	Вычисления
1	121,75			$m_i =$ $M =$ $m_i/l =$ $M/l =$ $\Delta_{\text{пр}} =$
2	121,81			
3	121,77			
4	121,70			
5	121,73			
6	121,79			
Среднее	121,76			

Таблица 2

№ п/п	Время измерения, ч	$t_1, \text{ C}^\circ$	$t_2, \text{ C}^\circ$	$t_{\text{ср}} = (t_1 + t_2)/2$	$d = t_1 - t_2$	$d^2$	Вычисления
1	0	12,4	12,6				$m_i =$ $M_{t_{\text{ср}}} =$
2	2	11,7	12,0				
3	4	12,0	12,0				
4	6	15,1	14,7				
5	8	16,0	15,8				
6	10	20,5	20,6				
7	12	24,9	25,2				
8	14	25,2	25,2				
9	16	24,4	24,2				
10	18	20,1	20,0				
11	20	16,1	16,4				
12	22	13,5	13,4				

**Задание 1.** Длина линии местности измерена шесть раз. Требуется определить вероятнейшее значение длины линии и оценить точность выполненных измерений. Результаты измерений и вычислений записать по форме, приведенной в таблице 1.

**Задание 2.** На метеостанции температура воздуха измерялась в разное время суток двумя одинаковыми термометрами.

Требуется определить среднюю квадратическую погрешность измерения температуры воздуха одним термометром и среднего значения из одновременных измерений двумя термометрами. Значения измеренных температур воздуха и оценку точности измерений записать по форме, приведенной в таблице 2.

### Ход решения

Оценку точности по разностям двукратных измерений произвести в такой последовательности:

1. Вычисляют среднее значение из двукратных измерений.
2. Вычисляют разности двукратных измерений.

3. По формуле  $m = \sqrt{\frac{[d^2]}{2n}}$  вычисляют среднюю квадратическую погрешность одного измерения.

4. По формуле  $M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d^2]}{n}}$  вычисляют среднюю квадратическую погрешность среднего результата из двух измерений.

### **Занятие 4. Применение проекций с числовыми отметками.**

При создании геометрической модели месторождения или модели его разработки применяются различные способы изображения. При этом наиболее широко используются проекции с числовыми отметками. В данном случае характерные точки изображаемых пространственных объектов ортогонально проецируют на основную плоскость проекций. На практике чаще всего выбирают горизонтальную плоскость. Все объекты, изображаемые на планах и графиках, характеризуются такими элементами, как точки и прямые, плоскости и поверхности.

Ортогональная проекция точки может быть обозначена символом точки с индексом ее числовой отметки (например,  $A_8$ ,  $B_{12}$ ), проекция прямой - как минимум двумя точками с соответствующими числовыми отметками (например,  $A_8$ ,  $B_{12}$ ). Плоскости и поверхности на планах изображаются в изолиниях. Изолинии - это линии, соединяющие на плане точки с одинаковыми значениями числовых отметок. В качестве числовых отметок могут быть использованы значения какого-либо признака, показателя и др. На планах применяются: для обозначения рельефа - изолинии (горизонтали), абсолютных высот пространственных горно-геологических объектов - изогипсы, мощностей - изомощности, содержаний - изосодержания и т.п.

Для построения таких поверхностей горно-геологических показателей необходимо знать такие основные понятия как высота сечения, заложение, интерполирование изолиний, основные формы поверхностей.

Высотой сечения изолиний называют разность числовых отметок двух соседних изолиний, заложением - расстояние между двумя соседними изолиниями на карте или плане. Интерполирование изолиний заключается в установлении их расположения между двумя и более точками с разными высотными отметками. К основным формам топоповерхностей относят: гору (холм), котловину, хребет, ложину, седловину.

Изолинии подписывают цифрами, обозначающими их числовые отметки, и снабжают бергштрихами, указывающими направление ската. Точка, лежащая на изолинии, имеет отметку самой изолинии. Если она расположена между изолиниями, её отметку можно рассчитать по формулам:

$$H_i = H_A + (ac/d_n) \cdot h_n;$$

$$H_i = H_B - (bc/d_n) \cdot h_n,$$

где  $H_i$  - высота точки с искомой отметкой,  $H_A$  и  $H_B$  - отметки изолиний соответственно меньшего и большего значений, т.е. двух изолиний, между которыми расположена точка с искомой отметкой;  $ac$  и  $bc$  - расстояние соответственно между точкой и изолинией с меньшей отметкой, между точкой и изолинией с большей отметкой;  $h_n$  - высота сечения изолиний рельефа;  $d_n$  - заложение изолиний (расстояние между ними на плане).

### **План:**

1. Указать на плане искомую точку.

2. Определить высоту сечения рельефа.
3. Провести через искомую точку кратчайшую прямую линию (перпендикуляр) между соседними горизонталями.
4. Определить высоту искомой точки.

*Литература:* [доп. 5, с. 410-412], [доп. 8, с. 572-587], [доп. 9, с. 27-31]

*Вопросы для самоконтроля*

1. Что такое проекции с числовыми отметками?
2. Какие применяются геометрические модели при изображении месторождений?
3. Что такое изолинии?
4. Как определить высоту сечения рельефа?
5. Как найти заложение рельефа?
6. Какие Вы знаете основные формы рельефа?
7. Как образуются соляные купола?
8. Какие различают элементы складок?
9. Как выполняется интерполирование изолиний?
10. Что на изолиниях указывают бергштрихи?
11. Как определить высоту точки, лежащей на изолинии не имеющей оцифровку?

*Задание для самостоятельной работы*

**Задание 1.** Определите на рисунке 1 изображение холма, хребта, лощины, котловины.

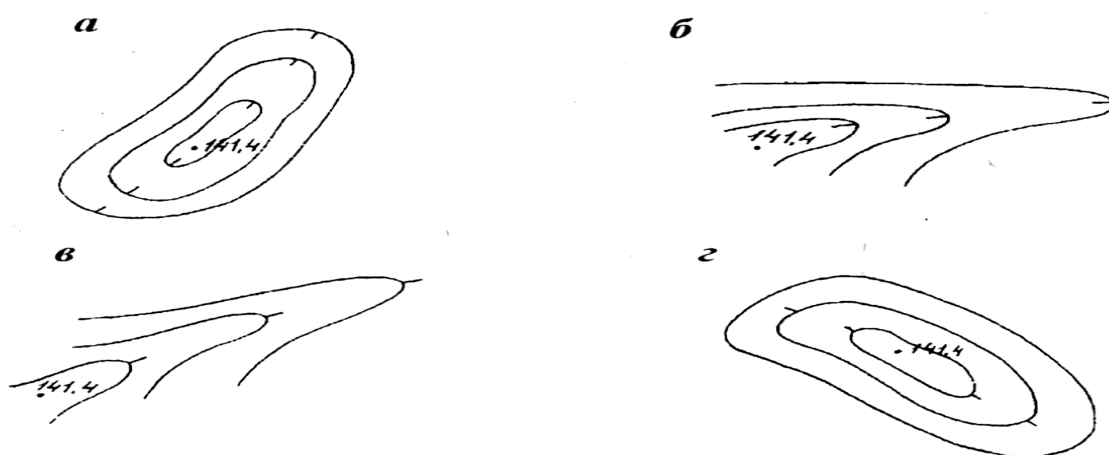


Рисунок 1. Основные формы рельефа.

**Задание 2.** Определите на рисунке 2 высоту точки С, если  $h = 1$  м;  $H_a = 5,0$  м;  $H_b = 6,0$  м;  $ab = 20$  мм;  $ac = 14$  мм;  $bc = 6$  мм.

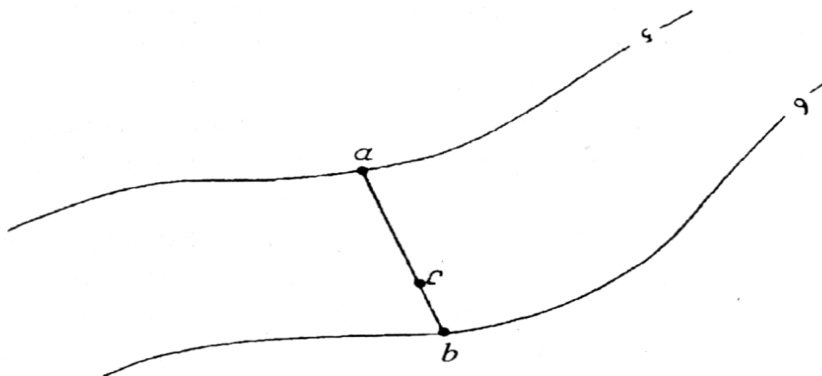


Рисунок 2. Схема к определению высоты точки С.



**Задание 3.** Определите на рисунке 3 высоту точки А, если высота сечения рельефа 1 м.

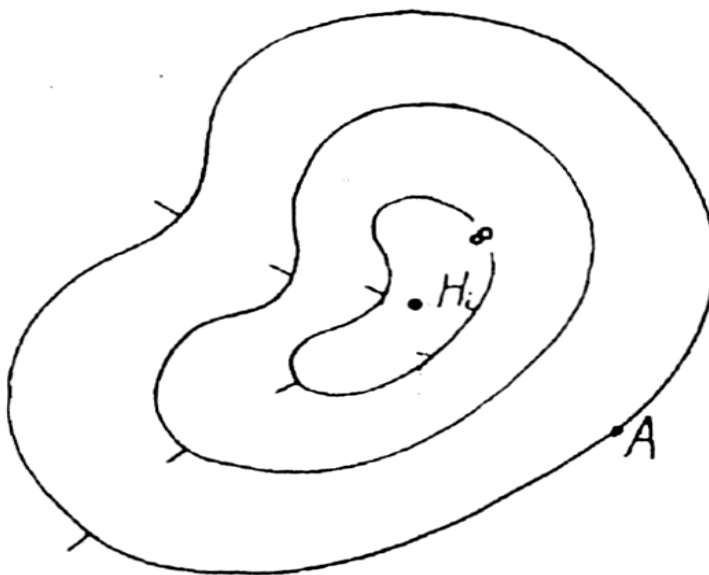


Рисунок 3. Схема к определению высоты точки А.

### **Занятие 5. Подсчет запасов руд и учёт их движения на действующем руднике.**

Подсчет запасов и оценку прогнозных ресурсов осуществляют по каждому виду твердых полезных ископаемых на каждой стадии разведки и разработки месторождения. Он является заключительным этапом проведения геолого-разведочных работ.

Запасы полезных ископаемых подсчитывают по наличию их в недрах без учета потерь при добыче, обогащении, переработки. Состав и свойства полезного ископаемого определяют в их природном состоянии.

Запасы руды, угля выражают в тоннах; запасы естественных строительных материалов – в кубических метрах. Для руд черных металлов кроме их весового количества указывают также и среднее содержание в них металла. Для руд цветных металлов кроме запасов руд подсчитывают и запасы металла в тоннах. Запасы благородных металлов – золота, серебра, платины выражают в килограммах.

Важнейшим условием нормальной деятельности горного предприятия является наличие достаточного количества вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов.

Учет состояния и движения запасов полезного ископаемого при разработке месторождения является одной из основных задач геологической службы действующего горного предприятия. Его осуществляют с целью:

1. контроля обеспечения предприятия балансовыми и промышленными запасами и готовности их к выемке;
2. установления изменений запасов в результате разработки месторождения;
3. контроля полноты извлечения полезного ископаемого из недр;
4. оценки состояния вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов и обоснования перспективного, текущего и оперативного планирования горных работ.

Подсчет запасов складывается из целого комплекса операций, позволяющих определить с необходимой степенью точности количество и качество полезного ископаемого, условия его залегания и наиболее целесообразные методы его эксплуатации и переработки.

#### **План:**

1. Классификация запасов по степени разведанности и подготовленности их к добыче.

2. Основные параметры для подсчета запасов.
3. Оконтуривание рудных тел.
4. Способы подсчета объемов и запасов руд.
5. Вычисление среднего состава руд в отдельных блоках и залежах.
6. Погрешность подсчета запасов.
7. Текущий учет запасов на руднике.

*Литература:* [доп. 5, с. 377-417]

*Вопросы для самоконтроля*

1. На какие группы разделяются природные ресурсы Земли?
2. Дайте определение балансовых и забалансовых запасов.
3. Какие показатели входят в состав кондиций на металлические полезные ископаемые и горно-химическое сырье?
4. Как рассчитывается производственная мощность горнодобывающего предприятия?
5. Какие запасы относятся к категориям А, В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>?
6. На какие категории подразделяют прогнозные ресурсы?
7. Какие запасы относятся к промышленным?
8. Что такое вскрытые запасы?
9. Какие запасы считаются подготовленными?
10. По какому принципу подготовленные запасы подразделяют на активные и неактивные?
11. Какие запасы считаются готовыми к выемке?
12. Охарактеризуйте проектные, нормативные, плановые и эксплуатационные потери.
13. Как происходит разубоживание полезного ископаемого?
14. Какие запасы относятся к погашенным?
15. Как ведется учет состояния и движения запасов полезного ископаемого на руднике?

*Задание для самостоятельной работы*

Определите по способу проф. В.И. Баумана объем элементарного блока, находящегося на выклинивании пластовой рудной залежи, изображенной на рисунке 4.

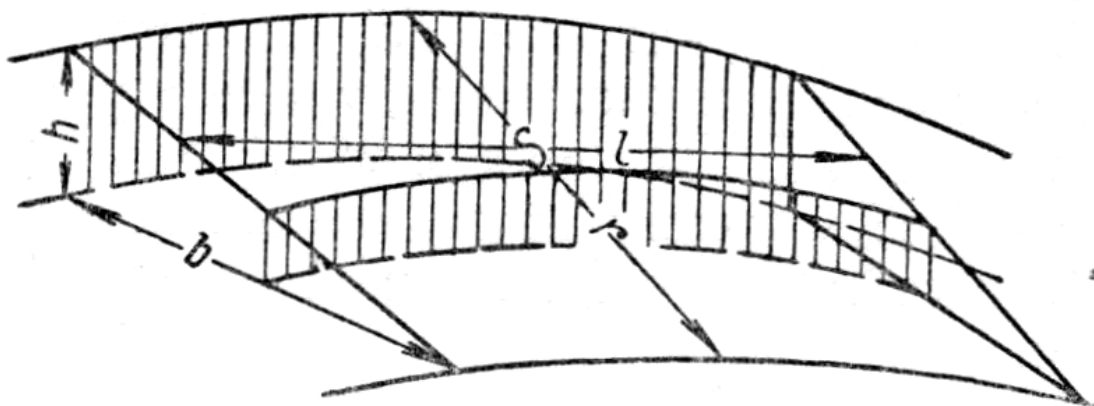


Рисунок 4. Элементарная площадка  $S$  при подсчете запасов по способу В.И. Баумана (способ изогипс).

$h$  – мощность рудной залежи на внешней изогипсе блока;  $b$  – заложение между внешней и нулевой изогипсами;  $r$  – истинная ширина выделенной для подсчета элементарной

площадки;  $l$  – длина изогипсы или средней линии между соседними изогипсами, измеряемая непосредственно на плане.

(*Изогипса* – это линия равных абсолютных отметок поверхности пласта).

*Ход решения*

1. Определить на аксонометрической проекции среднюю мощность рудной залежи в элементарном блоке по формуле:  $m_{\text{cp}}=0,5 \cdot (m_1+m_2)$ ,

где  $m_1=0,5 \cdot h_1$ ,  $m_2=0,5 \cdot h_2$ . (При малых углах падения  $m_{\text{cp}} \approx m_{\text{ист}}$ ).

2. Найти истинное значение площади элементарной площадки по формуле:

$S = l r_{\text{cp}}$ ; где  $r_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (r_1+r_2)$ ;  $r_1 = \sqrt{h_1^2 + b_1^2}$ ;  $r_2 = \sqrt{h_2^2 + b_2^2}$ .

3. Вычислить объем блока полезного ископаемого по формуле:

$$V = m_{\text{cp}} S$$