

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. РАЗЗАКОВА

Кыргызский горно-металлургический институт им. академика У. Асаналиева

Кафедра «Открытые горные работы и взрывное дело»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор КГ-МИ им. акад. У. Асаналиева
М. О. Маралбаев
уч. О. Маралбаев

« ____ » _____ 2022 г.

ДЛЯ СПРАВОК



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО ДИСЦИПЛИНЕ

М.2.В.1. МОДЕЛИ И МЕТОДЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

| | |
|--------------------------------------|--|
| <u>Направление:</u> | 630300 «Горное дело» |
| <u>Профиль:</u> | Геоинформационные технологии в горном деле |
| <u>Академическая степень:</u> | магистр |
| <u>Форма обучения:</u> | очная |

Бишкек, 2022 г.

Лист согласования

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых» разработан в соответствии с требованиями ГОС ВПО по подготовки магистров и предназначен для студентов, обучающихся по специальности: **630300 «Горное дело»**, профиль: «**Геоинформационные технологии в горном деле»**
 Автор (составитель): **к.т.н., доцент кафедры «ОГР и ВД» Абдиев А.Р.**

| Процесс рассмотрения и утверждения УМКД | № протокола | Подписи (печать) |
|---|--|--|
| Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры «Открытые горные работы и взрывное дело» <hr/> <small>(наименование учебного подразделения)</small> | протокол № _____ от « _____ » _____ г. | Зав. кафедрой: <hr/> <small>(подпись)</small> <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/> |
| *Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры _____ <hr/> <small>(наименование учебного подразделения)</small> | протокол № _____ от « _____ » _____ г. | Зав. кафедрой: <hr/> <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/> |
| Учебно-методический комплекс дисциплины одобрен руководителем ООП по направлению _____ <hr/> <small>(наименование учебного подразделения)</small> | Дата: | Руководитель ООП: <hr/> <small>(подпись)</small> <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/> |
| Учебно-методический комплекс дисциплины согласован на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института _____ <hr/> <small>(наименование учебного подразделения)</small> | протокол № _____ от « _____ » _____ г., | Председатель УМК: <hr/> <small>(подпись)</small> <u>Ф.И.О.</u> <hr/> |
| **Учебно-методический комплекс дисциплины согласован (или обсуждался/рецензирован) <hr/> <small>(указать наименование предприятия/учреждения/организации)</small> | Дата: согласования/ обсуждения/ рецензия | <u>(должность)</u> <hr/> <small>(подпись)</small> <u>Ф.И.О.</u> <hr/> |

*УМК дисциплины непрофилирующей кафедры обязательно согласовывается с выпускающей кафедрой, реализующей соответствующее направление/специальность

**УМК должен пройти согласование или обсуждение на соответствие требованиям заинтересованных сторон (отраслевой совет, «круглый стол», совещание, заседание кафедры/методический совет с представителями производства, рецензирование (рецензия должна быть приложена) и др.)

Содержание УМКД

| | |
|---|-----|
| Раздел 1. Пояснительная записка..... | 5 |
| Раздел 2. Рабочая программа учебной дисциплины..... | 9 |
| Раздел 3. Силлабус (Syllabus) | 16 |
| Раздел 4. Глоссарий | 17 |
| Раздел 5. Лекционные материалы | 24 |
| Раздел 6. Учебные и учебно-методические материалы (УММ)..... | 81 |
| Раздел 8. Методические указания по организации и выполнению курсовых проектов (работ)..... | 81 |
| Раздел 9. Фонд оценочных средств | 826 |
| Раздел 10. Электронные образовательные ресурсы | 83 |
| Раздел 11. Перечень сопровождающих занятия материалов..... | 83 |
| Раздел 12. Перечень используемых при изучении дисциплины специализированных аудиторий, кабинетов и лабораторий, учебно-лабораторного оборудования | 83 |
| Раздел 13. Применяемые методы преподавания учебной дисциплины | 84 |
| Раздел 14. Методические рекомендации для преподавателя и студента | 84 |

Раздел 1. Пояснительная записка

Дисциплина «**Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых**» изучается магистрантами на II курсе, обучающихся по специальности **630300 «Горное дело»** специализация «**Геоинформационные технологии в горном деле**».

По итогам дисциплины студенты сдают **ЭКЗАМЕН**. Текущий контроль и самоконтроль усвоения курса осуществляется посредством выполнения студентами практических работ, промежуточного контроля и итогового контроля.

1.1. Модуль дисциплины

| | |
|-----------------------------------|--|
| Код дисциплины | М.2.В.1. |
| Название дисциплины | Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых |
| Кредит | 5 (150 ч) |
| Количество часов по видам занятий | лк.16 пр.32 |
| Название семестра | 3, Осенний |
| Статус дисциплины | Очная |
| Цель и задачи курса | <p>Цель изучения дисциплины формирование навыков геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых при внедрении современных технологий и механизации горных работ.</p> <p>Задачи дисциплины - изучение методов экономического анализа при комплексной оценке и разработке месторождений полезных ископаемых; приобретение опыта планирования горных работ на основе компьютерного моделирования условий залегания месторождений полезных ископаемых. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защиты магистерской диссертации, и при решении научно-исследовательских, проектных, производственно-технологических, организационно-управленческих и научно-педагогических задач в будущей профессиональной деятельности.</p> <p>В результате освоения дисциплины студент должен:</p> <p><u>знать</u>: основы компьютерного моделирования месторождений твердых полезных ископаемых; методы оценки геологических запасов месторождений твердых полезных ископаемых с учетом комплексного освоения недр и их дифференцирования.</p> <p><u>уметь</u>: использовать методы экономического анализа при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов; принимать на основе горно-геологической информации месторождений технические решения при составлении ТЭО на этапе проектирования горных предприятий.</p> <p><u>владеть</u>: навыками использования программных продуктов моделирования месторождений твердых полезных ископаемых для определения границ горных отводов и планирования горных работ при проектировании; формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности; использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом; изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности.</p> |
| Пререквизиты | - Специализированные геоинформационные системы в горном деле. - Горно-геологическая информационная система для планирования и управления данными. |
| Постреквизиты | - Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых. |

| | |
|-------------------------------------|---|
| | - Подготовка и сдача государственного экзамена, подготовка магистерской диссертации и защита. |
| Длительность обучения | 1 семестр |
| Составляющие оценки знаний | М 1. Лк-15б., пр-15б., $\Sigma=30б$ (8 неделя) М 2. Лк-15б., пр-15б., $\Sigma=30б$ (16 неделя) Итоговый контроль (экзамен)-40б; Сумма 100б |
| Форма экзамена | Компьютерное тестирование, бланочное тестирование. |
| Краткое содержание курса | Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запаса-сов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. |
| Применяемые технологии при изучении | Off-line, On-line обучение, платформы WhatsApp, ZOOM, AVN Портал. |
| Список используемой литературы | Основная литература: 1. Ермолов В.А. Геология: Учебник для вузов в 3-х частях/Часть 2; разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: изд-во МГТУ, 2010. 2. Астахов А.С. Экономика для геологов и горняков. Учебное пособие для вузов. –М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2004. Дополнительная литература: 3. Беленьков А.Ф. Геологоразведочные работы, основы технологии, экономики, организации и рационального природопользования: Учебное пособие. Новосибирск: Сибирское соглашение, 2006. 4. Милютин А. Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. - Учебное пособие. Электронное издание. М.: МГОУ, 2003. Информационные ресурсы: Научно-техническая библиотека КГТУ им. И. Раззакова – https://lib.kstu.kg/ Библиотека КРСУ им. Б.Н. Ельцина – http://lib.krsu.edu.kg/ |

| | |
|--|---|
| | <p>Научная электронная библиотека elibrary.ru – http://elibrary.ru/defaultx.asp</p> <p>Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России – http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa.html</p> <p>Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН – http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html</p> |
|--|---|

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМ. И. РАЗЗАКОВА

Кыргызский горно-металлургический институт им. академика У. Асаналиева

Кафедра «Открытые горные работы и взрывное дело»

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор КГ-МИ им. акад. У. Асаналиева
А. О. Маралбаев

« _____ » _____ 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых

| | | |
|-------------------------------|--|--------|
| Направление: | 630300 «Горное дело» | |
| Профиль: | Геоинформационные технологии в горном деле | |
| Академическая степень: | магистр | |
| Форма обучения: | очная | |
| Семестр | 3 (осенний) | |
| Всего кредитов | 5 кр | 150 ч. |
| Аудиторных, из них: | 1,6 кр. | 48 ч. |
| Лекции | 0,54 кр. | 16 ч. |
| Практические | 1,06 кр. | 32 ч. |
| СРС | 3,4 кр. | 102 ч. |
| Форма отчетности | Экзамен | |

Бишкек 2022 г.

Раздел 2. Рабочая программа учебной дисциплины

1. Аннотация дисциплины

Управление полнотой и качеством извлечения полезных ископаемых при добыче является одним из основных направлений исследований в новой горной науке, сформировавшейся в последнее десятилетие в результате обширных научных и практических исследований, проводившихся рядом крупных научных организаций, а также виднейшими учеными и специалистами в области маркшейдерского дела и геометрии недр. Объединяет такие традиционные направления исследований, как модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых; рациональное и комплексное использование недр; экономическая оценка месторождений полезных ископаемых на стадиях разведки, проектирования и эксплуатации; методы комплексного изучения качества полезных ископаемых; управление качеством полезных ископаемых при недропользовании.

2. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины формирование навыков геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых при внедрении современных технологий и механизации горных работ.

Задачи дисциплины

- изучение методов экономического анализа при комплексной оценке и разработке месторождений полезных ископаемых;
- приобретение опыта планирования горных работ на основе компьютерного моделирования условий залегания месторождений полезных ископаемых. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защиты магистерской диссертации, и при решении научно-исследовательских, проектных, производственно-технологических, организационно-управленческих и научно-педагогических задач в будущей профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основы компьютерного моделирования месторождений твердых полезных ископаемых; методы оценки геологических запасов месторождений твердых полезных ископаемых с учетом комплексного освоения недр и их дифференцирования.

уметь: использовать методы экономического анализа при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов; принимать на основе горно-геологической информации месторождений технические решения при составлении ТЭО на этапе проектирования горных предприятий.

владеть: навыками использования программных продуктов моделирования месторождений твердых полезных ископаемых для определения границ горных отводов и планирования горных работ при проектировании; формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности; использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом; изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности.

3. Пререквизиты и постреквизиты

Пререквизиты:

- Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых.
- Специализированные геоинформационные системы в горном деле.

Постреквизиты:

- Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых.
- Подготовка и сдача государственного экзамена, подготовка магистерской диссертации и защита.

4. Перечень компетенций, которыми должен овладеть студент при изучении дисциплины

Объектами профессиональной деятельности выпускников являются предприятия горнодобывающей промышленности, проектные центры, отраслевые научно-исследовательские институты, высшие учебные заведения, государственные органы контроля и надзора в промышленности, недропользовании, экологии.

Магистрант, по завершению изучения дисциплины «Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых» должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способен использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов, и продемонстрировать использование компьютеров как средства обработки и управления источниками данных (ПК-2);

- использовать нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии и продемонстрировать навыки при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых и подземных объектов и разработки планов мероприятий по снижению техногенной нагрузки производства на окружающую среду (ПК-8).

- владеть методами геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых, выполнять маркетинговые исследования, проводить экономический анализ затрат для реализации технологических процессов и производства в целом (ПК-11).

- использовать технические средства опытно-промышленных испытаний оборудования и технологий при эксплуатационной разведке, добыче, переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов (ПК-17).

Таблица 2.1

5. Лекционные занятия

| № | Тема лекций | Кол-во часов (очно) | Примечание |
|-----------------|--|---------------------|---|
| 1 модуль | | | |
| 1 | Общие положения по геолого-экономической оценке месторождений. Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. | 2 | Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий. |
| 2 | Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. | 2 | |
| 3 | Геологоразведочные работы. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. | 2 | |
| 4 | Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запасов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. | 2 | |
| 2 модуль | | | |
| 5 | Проектирование горного предприятия, его строительство и освоение проектной мощности. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. | 2 | Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается |
| 6 | Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. | 2 | |
| 7 | Геолого-экономическая оценка месторождения, разработка кондиций и оценка стоимости минерально-сырьевого объекта | 2 | |

| | | | |
|--------------|---|-----------|--|
| | Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения гео-лого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. | | студентам в ходе групповых лекционных занятий. |
| 8 | Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. | 2 | |
| Итого | | 16 | |

Таблица 2.2

6. Практические занятия

| № | Название темы | Кол-во часов | Примечание |
|------------------|--|--------------|------------|
| Модуль 1 | | | |
| 1 | Методика расчета основных и косвенных показателей экономической эффективности затрат на геологоразведочные работы. | 6 | |
| 2 | Учет рисков при геолого-экономической и стоимостной оценке месторождений. | 4 | |
| 3 | Кондиции на минеральное сырье для промышленной оценки месторождений. | 6 | |
| Модуль II | | | |
| 4 | Геолого-экономическая оценка при геологическом изучении. | 4 | |
| 5 | Геолого-экономическая оценка для промышленного освоения. | 6 | |
| 6 | Цифровые модели геолого-экономической оценки. | 6 | |
| Итого: | | 32 | |

Таблица 2.3

7. Самостоятельная работа

| № | Темы занятий | Задания на СРС | Цель и содерж. заданий | Реком. литер. (стр.) | Форма конт. | Сроки сдачи | Макс. балл |
|---|--|----------------|---|----------------------|---|-------------|------------|
| 1 | Общие положения, по геолого-экономической оценке, месторождений. Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. | Индивидуально | Раскрыть тему; введение; основная часть; заключение | [1], 51-108 | Один реферат или презентация по выбору студента | До марта | 5 |
| 2 | Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. | | | [1], 115-126 | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|--------------|---|--------|---|
| 3 | Геологоразведочные работы. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. | | | [1], 154 | | | |
| 4 | Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запасов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. | | | [3], 214-238 | | | |
| 5 | Проектирование горного предприятия, его строительство и освоение проектной мощности. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. | | | [3], 238-266 | | | |
| 6 | Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. | | | [3], 187-210 | | | |
| 7 | Геолого-экономическая оценка месторождения, разработка кондиций и оценка стоимости минерально-сырьевого объекта Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. | | | [4], 41 | Один реферат или презентация по выбору студента | До мая | 5 |

| | | | | | | | |
|---|---|--|--|----------|--|--|-----------|
| | Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. | | | | | | |
| 8 | Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. | | | [5], 153 | | | |
| | Итого: 102 ч | | | | | | 10 |

8. Контрольные вопросы к экзамену по дисциплине

1. Этапы и стадии геологоразведочных работ.
2. Геологическая документация.
3. Методы отбора и обработка проб.
4. Подсчет запасов полезных ископаемых.
5. Оценка месторождений на стадии разведки.
6. Оценка запасов при эксплуатационной разведке.
7. Кондиции на минеральное сырье.
8. Состав и содержание ТЭО.
9. Техническое задание на разработку проекта месторождения.
10. Состав и содержание проекта на разработку месторождения.
11. Особенности строительства горного предприятия.
12. Освоение проектной мощности предприятия.
13. Ухудшение горных работ и экономических показателей в процессе эксплуатации месторождения.
14. Реконструкция – как радикальное проведение комплексных технических решений.
15. Вторичные минеральные ресурсы.
16. Принципы оценки месторождений полезных ископаемых.
17. Показатели оценки месторождений.
18. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождения.
19. Определение оценочных показателей.
20. Основные принципы оценки месторождений полезных ископаемых.
21. Система показателей оценки месторождений полезных ископаемых.
22. Какими факторами определяется промышленная ценность месторождения?
23. Методики определения оценочных показателей.
24. Цели и задачи геологоразведочных работ.
25. Стадии геологоразведочных работ.
26. Геолого-экономическая оценка на стадии поисковых работ.
27. Категории запасов месторождения.
28. Для чего необходимы кондиции на минеральное сырье?
29. Геолого-экономическая оценка при предварительной разведке.
30. Что является целью предварительной разведки?
31. Состав и содержание технико-экономического доклада.
32. Геолого-экономическая оценка при детальной разведке.
33. Состав ТЭО как первого этапа проектирования.
34. Что представляет собой техническое задание на разработку проекта?
35. Цель разработки проекта?

36. В чем заключается авторский контроль проектировщиков за ходом строительства?
37. В чем заключается специфика строительства горного предприятия?
38. Что понимается под актом сдачи предприятия?
39. Что является целью эксплуатации горного предприятия?
40. Почему ухудшаются экономические показатели по мере углубления горных работ?
41. Поясните необходимость регулярных технических решений для поддержания мощности предприятия в период его эксплуатации?
42. Цель реконструкции горного предприятия?
43. Цель переработки добытого минерального сырья?
44. Попутные и вторичные (техногенные) минеральные ресурсы.
45. Цель проведения стоимостной оценки месторождения.

9.Карта рейтинг контроля

| № модуля | Объем модуля в часах | Оценка в баллах | | Сроки |
|--------------------------|----------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| | | мин. | макс. | |
| <i>Текущий контроль</i> | | | | |
| М. 1 | Лк – 8 час. | 8 | 10 | 9 неделя |
| | Пр – 16 час. | 8 | 10 | |
| | СРС – 52 час. | 2,5 | 5 | |
| | Посещаемость | 2,5 | 5 | |
| | Сумма баллов: | 21 | 30 | |
| М. 2 | Лк – 8 час. | 8 | 10 | 16 неделя |
| | Пр – 16 час. | 8 | 10 | |
| | СРС – 50 час. | 2,5 | 5 | |
| | Посещаемость | 2,5 | 5 | |
| | Сумма баллов: | 21 | 30 | |
| <i>Итоговый контроль</i> | | | | |
| | Всего баллов: | 19 | 40 | по расписанию экзаменов |

На основании полученной студентом суммы баллов за семестр выставляется оценка, в соответствии с приведенной ниже таблицей.

Информация по оценке

| Рейтинг (баллы) | Оценка по буквенной системе | Цифровой эквивалент оценки | Оценка по традиционной системе (4-х бальной) |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|--|
| 87 - 100 | A | 4,0 | Отлично |
| 80 - 86 | B | 3,33 | Хорошо |
| 74 - 79 | C | 3,0 | |
| 68 - 73 | D | 2,33 | Удовлетворительно |
| 61 - 67 | E | 2,0 | |
| 41 - 60 | FX | 0 | Неудовлетворительно |
| 0 - 40 | F | 0 | |

Кроме указанных, используются также следующие буквенные обозначения, не использующихся при вычислении GPA:

- W** – Студент покинул курс без штрафа;
- X** – студент отчислен с курса преподавателем;
- I** – не завершен;
- P** – сдал на кредит на условии «сдал/не сдал»;
- AU** – аудит.

10. Литература, рекомендуемая для самостоятельного изучения

1. Ермолов В.А. Геология: Учебник для вузов в 3-х частях/Часть 2; разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: изд-во МГТУ, 2010.
2. Астахов А.С. Экономика для геологов и горняков. Учебное пособие для вузов. –М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2004.

Дополнительная литература:

3. Беленьков А.Ф. Геологоразведочные работы, основы технологии, экономики, организации и рационального природопользования: Учебное пособие. Новосибирск: Сибирское соглашение, 2006.
4. Милютин А. Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. - Учебное пособие. Электронное изда-ние. М.: МГОУ, 2003.

Информационные ресурсы:

Научно-техническая библиотека КГТУ им. И. Раззакова – <https://lib.kstu.kg/>

Библиотека КРСУ им. Б.Н. Ельцина – <http://lib.krsu.edu.kg/>

Научная электронная библиотека eLibrary.ru – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России – <http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa.html>

Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН – <http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html>

Раздел 3. Силлабус (Syllabus)

| | | | |
|---|--|-----------------------------|--|
| <p><u>Название и код дисциплины</u></p> | <p style="text-align: center;">Дисциплина «Модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых» М.2.В.1</p> | | <p style="text-align: center;">Учебный год, семестр ОС 2023-24 уч. год, 3 семестр</p> |
| <p>Трудоемкость курса</p> | <p>5 кр. Всего -150 ч.</p> | <p>Структура занятий</p> | <p>Лекции- 16 ч. Пр. раб. – 32 ч. СРС – 102 ч.</p> |
| <p>Данные о преподавателе</p> | <p style="text-align: center;">Абдиев Арстанбек Раимбекович тел.: +996 312 61-07-79, Email: ogr.kaf@mail.ru</p> | | |
| <p>Цель и задачи дисциплины</p> | <p>Цель изучения дисциплины формирование навыков геолого-промышленной оценки месторождений полезных ископаемых при внедрении современных технологий и механизации горных работ.</p> <p>Задачи дисциплины - изучение методов экономического анализа при комплексной оценке и разработке месторождений полезных ископаемых; приобретение опыта планирования горных работ на основе компьютерного моделирования условий залегания месторождений полезных ископаемых. Полученные знания необходимы студентам при подготовке, выполнении и защиты магистерской диссертации, и при решении научно-исследовательских, проектных, производственно-технологических, организационно-управленческих и научно-педагогических задач в будущей профессиональной деятельности.</p> <p>В результате освоения дисциплины студент должен:</p> <p>знать: основы компьютерного моделирования месторождений твердых полезных ископаемых; методы оценки геологических запасов месторождений твердых полезных ископаемых с учетом комплексного освоения недр и их дифференцирования.</p> <p>уметь: использовать методы экономического анализа при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов; принимать на основе горно-геологической информации месторождений технические решения при составлении ТЭО на этапе проектирования горных предприятий.</p> <p>владеть: навыками использования программных продуктов моделирования месторождений твердых полезных ископаемых для определения границ горных отводов и планирования горных работ при проектировании; формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности; использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом; изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности.</p> | | |
| <p>Описание курса</p> | <p>Управление полнотой и качеством извлечения полезных ископаемых при добыче является одним из основных направлений исследований в новой горной науке, сформировавшейся в последнее десятилетие в результате обширных научных и практических исследований, проводившихся рядом крупных научных организаций, а также виднейшими учеными и специалистами в области маркшейдерского дела и геометрии недр. Объединяет такие традиционные направления исследований, как модели и методы количественной оценки качества полезных ископаемых; рациональное и комплексное использование недр; экономическая оценка месторождений полезных ископаемых на стадиях разведки, проектирования и эксплуатации; методы комплексного изучения качества полезных ископаемых; управление качеством полезных ископаемых при недропользовании.</p> | | |
| <p><u>Пререквизиты</u></p> | <p>Специализированные геоинформационные системы в горном деле. Горно-геологическая информационная система для планирования и управления данными.</p> | <p><u>Постреквизиты</u></p> | <p>Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых. Подготовка и сдача государственного экзамена, подготовка магистерской диссертации и защита.</p> |
| <p>Краткое содержание дисциплины</p> | <p>Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки.</p> <p>Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запа-сов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. Разработка проекта. Использование в проекте единиц,</p> | | |

| | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------|------------|
| | <p>типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта.</p> | | |
| Основная литература | <p>1. Ермолов В.А. Геология: Учебник для вузов в 3-х частях/Часть 2; разведка и геолого-промышленная оценка месторождений полезных ископаемых. – М.: изд-во МГТУ, 2010. 2. Астахов А.С. Экономика для геологов и горняков. Учебное пособие для вузов. –М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2004.</p> | | |
| Дополнительная литература | <p>3. Беленьков А.Ф. Геологоразведочные работы, основы технологии, экономики, организации и рационального природопользования: Учебное пособие. Новосибирск: Сибирское соглашение, 2006. 4. Милютин А. Г. Разведка и геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых. - Учебное пособие. Электронное изда-ние. М.: МГОУ, 2003.</p> | | |
| Политика выставления баллов | <p>М 1. Лк-10 б., лаб-10 б., СРС-5б., Пос.-5б. Σ=30б (9 неделя) М 2. Лк-10б., лаб-10б., СРС-5б., Пос.-5б. Σ=30б (16 неделя)</p> | Итоговый контроль (экзамен)-40б | Сумма 100б |
| Политика курса | <p>Обязательное посещение лекционных и практических занятий без опозданий (допускается опоздание на 5-6 минут). В случае пропуска занятия, они отрабатываются в специально оговоренное время (если причина уважительная). По лекциям предоставляется конспект лекции. По практическим занятиям предварительная подготовка, получение допуска, затем выполнение практической работы с последующей сдачей ее преподавателю. -Во время проведения контрольных работ, тестирования не разрешается использовать учебную литературу, кроме разрешенных таблиц с данными для расчета, тетрадей по лабораторным работам.</p> | | |
| Права студента | <p>-В случае несогласия студента с действиями или оценкой преподавателя, студент имеет право обратиться к заведующему кафедрой, в директорат, в учебное управление.</p> | | |

Лекционные занятия экционные занятия

| № | Тема лекций | Кол-во часов (очно) | Примечание |
|-----------------|--|---------------------|---|
| 1 модуль | | | |
| 1 | Общие положения по геолого-экономической оценке месторождений. Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. | 2 | Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. |
| 2 | Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. | 2 | Основная теоретическая информация |
| 3 | Геологоразведочные работы. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. | 2 | дисциплин дается студентам в ходе |
| 4 | Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запасов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. | 2 | групповых лекционных занятий. |
| 2 модуль | | | |

| | | | |
|--------------|--|-----------|---|
| 5 | Проектирование горного предприятия, его строительство и освоение проектной мощности. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. | 2 | Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий. |
| 6 | Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. | 2 | |
| 7 | Геолого-экономическая оценка месторождения, разработка условий и оценка стоимости минерально-сырьевого объекта Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Условия на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в условия. | 2 | |
| 8 | Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. | 2 | |
| Итого | | 16 | |

Практические занятия

| № | Название темы | Кол-во часов | Примечание |
|------------------|--|--------------|------------|
| Модуль I | | | |
| 1 | Методика расчета основных и косвенных показателей экономической эффективности затрат на геологоразведочные работы. | 6 | |
| 2 | Учет рисков при геолого-экономической и стоимостной оценке месторождений. | 4 | |
| 3 | Условия на минеральное сырье для промышленной оценки месторождений. | 6 | |
| Модуль II | | | |
| 4 | Геолого-экономическая оценка при геологическом изучении. | 4 | |
| 5 | Геолого-экономическая оценка для промышленного освоения. | 6 | |
| 6 | Цифровые модели геолого-экономической оценки. | 6 | |
| Итого: | | 32 | |

Самостоятельная работа

| № | Темы занятий | Задания на СРС | Цель и содерж. заданий | Реком. литер. (стр.) | Форма конт. | Сроки сдачи | Макс. балл |
|---|--|----------------|------------------------|----------------------|--|-------------|------------|
| 1 | Общие положения, по геолого-экономической оценке, месторождений. Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система | Индивидуально | | [1], 51-108 | Один реферат или презентация по выбору | До марта | 5 |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|--------------|--------------------------|--------|---|
| | показателей оценки месторождения. | | Раскрыть тему; | | студента | | |
| 2 | Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. | | введение; основная часть; заключение | [1], 115-126 | | | |
| 3 | Геологоразведочные работы. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. | | | [1], 154 | | | |
| 4 | Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запасов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. | | | [3], 214-238 | | | |
| 5 | Проектирование горного предприятия, его строительство и освоение проектной мощности. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. | | | [3], 238-266 | | | |
| 6 | Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. | | | [3], 187-210 | | | |
| 7 | Геолого-экономическая оценка месторождения, разработка кондиций и оценка стоимости | | | [4], 41 | Один реферат или презент | До мая | 5 |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|----------|-------------------------|--|-----------|
| | минерально-сырьевого объекта Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. | | | | ация по выбору студента | | |
| 8 | Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. | | | [5], 153 | | | |
| | Итого: 102 ч | | | | | | 10 |

Раздел 4. Глоссарий

Проектирование горных предприятий изучает теоретические, методические и организационные основы проектирования шахт и их технологических элементов, методы определения оптимальных параметров развития шахт, при которых гармоничное взаимодействие очистных и подготовительных забоев, транспорта и подъёма, вентиляции и энергоснабжения, аппарата управления, ремонтных служб и материального снабжения приводит к высокоэффективной работе всего предприятия.

Проект - это полный комплект технической и экономической документации, которая содержит все необходимые технологические, объёмно-планировочные, конструктивные, организационно-экономические и другие решения, обеспечивающие строительство объекта и его эффективное функционирование с заданными параметрами, а также определяет сметную стоимость строительства и технико-экономические показатели эксплуатации в конкретных условиях.

Проектирование - разработка проектов.

ТЭО - технико-экономическое обоснование хозяйственной необходимости и экономической целесообразности проектирования и строительства крупных и сложных объектов.

ТЭР - технико-экономический расчёт того же по другим объектам.

СНиП - строительные нормы и правила, содержат организационно-методические требования к уровню качества строительной продукции.

ГОСТ - государственный отраслевой стандарт.

СПДС - система проектной документации для строительства.

ЕСКД - единая система конструкторской документации.

САПР - система автоматизированного проектирования горных предприятий.

Инвестор - заказчик создания проектов.

Генеральный подрядчик - строительная организация, возводящая объект.

Генеральный проектировщик - отраслевой проектный институт, разрабатывающий проекты зданий и сооружений, возводимых в отдельных отраслях народного хозяйства, например в угольной промышленности.

Субподрядчик - организация, выполняющая отдельные проектные, изыскательские или строительные работы.

Головной проектный институт с целью осуществления единой технической политики берёт на себя информационное обеспечение проектных организаций родственного профиля (разработка нормативных и методических материалов, изучение и распространение отечественного и зарубежного опыта проектирования, строительства и эксплуатации предприятий), составляет типовые проекты, а в ряде случаев осуществляют исследовательские и экспериментальные работы. Главный инженер проекта - это лицо, которое координирует разработку всех частей проекта, выдаёт задания отделам и смежным организациям, принимает выполненную работу, отвечает за проект в целом и сметную стоимость строительства; увязывает отдельные части проекта, обеспечивает соответствие его прогрессивным технологическим направлениям; докладывает заказчику и согласовывает с ним проект, защищает его в утверждающих инстанциях.

Управление проектом - непрерывный интегрированный процесс на протяжении всего инвестиционного цикла, включая технико-экономическое исследование, проектирование, планирование, строительство, материально-техническое обеспечение, финансирование и кредитование, ввод объектов в эксплуатацию.

Новое строительство - возведение комплекса объектов вновь создаваемых предприятий на новых площадках в целях получения новой производственной мощности.

Расширение действующих предприятий - строительство дополнительных производств на действующем предприятии, обеспечивающих прирост его мощности.

Реконструкция действующих предприятий - это переустройство существующих цехов и объектов, как правило, без расширения их в связи с совершенствованием производства и повышением его технико-экономического уровня, улучшением качества, изменением номенклатуры продукции, улучшением условий труда и охраны окружающей среды.

Техническое перевооружение - комплекс работ на действующих горизонтах с установкой более производительного оборудования, внедрения более прогрессивных систем разработки и др., обеспечивающих прирост мощности, улучшение технико-экономических показателей предприятия, условий труда, совершенствование действующего производства.

Поддержание действующих мощностей - это возобновление выбывающих в процессе производственной деятельности основных фондов без изменения установленной мощности.

Прекращение эксплуатации шахт (рудников) - консервация, закрытие или ликвидация.

Предынвестиционная фаза - изучают необходимость, возможность и эффективность осуществления будущего проекта, анализируют рынок, условия конкуренции, спрос, технические характеристики намечаемого проекта, имеющиеся ресурсы, механизм государственного регулирования инвестиций (налоговую, кредитно-денежную политику), заказчик принимает решение о целесообразности инвестирования проекта.

Инвестиционная фаза - выбирают генерального проектировщика и разрабатывают проектную документацию; выбирают генерального подрядчика и субподрядчиков, ведут строительные и монтажные работы в соответствии с проектно-сметной документацией.

Производственная фаза - обеспечение освоения, предприятием проектных показателей и выход на проектную мощность.

Бизнес-план - деловой план, важный стартовый этап проектирования предприятий, позволяет оценить текущее положение дел, определить ближайшие и перспективные задачи проекта и на этой основе спланировать стратегию развития горного производства.

Задание на проектирование содержит наименование и местоположение объекта, основание для его проектирования, вид строительства, характеристики запасов основных и попутных полезных ископаемых, данные о районе, пункте и площадке строительства, объёме номенклатуры продукции, технологической схеме и организации производства, режиме работы предприятия.

Лицензия - это документ, удостоверяющий право её владельца на пользование участком недр.

База данных - упорядоченная совокупность взаимосвязанных, хранящихся вместе данных, которая допускает их оперативное использование многими потребителями и обеспечивает выполнение функций поиска и актуализации этих данных (их обновления, включения или удаления).

Система управления базой данных - это совокупность языковых и программных средств, предназначенных для создания, ведения и совместного использования базы данных многими пользователями.

АРМ - автоматизированное рабочее место.

Качественные параметры указывают на конструктивные, организационные и технические стороны технологии разработки.

Количественные параметры характеризуют шахту (рудник), производственные процессы, технологическую схему, горногеологические и горнотехнические условия с количественной стороны, имеют количественную меру измерения.

Этап проектирования - это период времени, в течение которого вырабатывают определённую, достаточно большую часть шахтного поля.

Метод последовательной оптимизации - логическая последовательность, позволяющая упростить и сделать реально приемлемой процедуру оптимизации при поэтапном проектировании.

Балансовые коэффициенты - это показатели, которыми принято оценивать структуру капитала.

Критерий оптимальности - средство, с помощью которого устанавливают степень технической, экономической и социальной целесообразности того или иного решения на шахтах (рудниках).

Точность оптимальных параметров шахт - степень соответствия принятых в проекте качественных и количественных параметров тем объективно существующим параметрам, при которых критерии оптимальности, эффективности работы действующей шахты принимают наивыгоднейшие значения.

Надёжность проектных решений и параметров шахты - это их способность сохранять своё функциональное значение и величину при определённых условиях эксплуатации в течение времени.

Принятие решений в полной определённости - когда все необходимые показатели деятельности объекта управления и все факторы, способные оказать на них влияние, известны и количественно определены.

Принятие решений в условиях статистической определённости - это когда количественные характеристики, отдельные показатели и их зависимости имеют стохастический характер.

Принятие решений в условиях неопределённости - когда лицу, принимающему решение, не может быть представлена полная информация обо всех факторах, которые оказывают существенное влияние на это решение.

Принятие решений в условиях противодействия - это когда исход зависит от выбора стратегии разумным противником, интересы которого находятся в противоречии с интересами лица, принимающего решение.

Область компромиссов - область целесообразных вариантов.

Статическая задача принятия решений - это такая задача, в которой переменные не зависят явно от времени.

Динамическая задача принятия решений - задача, в которой переменные явно зависят от времени, т.е. связанная с проектированием и управлением тех или иных процессов, объектов, развивающихся во времени.

Метод линейного программирования - аппарат решения линейных функций путём выполнения некоторой программы логических и вычислительных операций, направленной на получение конечных наилучших результатов.

Метод динамического программирования - аппарат, используемый для решения задач, охватывающих развитие соответствующих объёмов.

Теория графов - раздел математики, позволяющий исследовать объекты и процессы, имеющие многовариантные сетевые структуры, а также находить оптимальные сочетания вариантов, составляющие единые цепи, пути, схемы и т.д.

Метод сравнения вариантов - самый распространённый метод в практике выбора наилучших из известных решений.

Переменные параметры - величины, оптимальное значение которых требуется найти в процессе исследования математических моделей.

Постоянные параметры - это величины, остающиеся неизменными в процессе всего решения.

Целевая функция - функция, связывающая критерий оптимальности (показатель эффективности) с переменными и постоянными параметрами.

Ограничения - область возможных значений оптимизируемых величин.

Метод математического моделирования - предусматривает разработку математических и логических выражений зависимости критерия оптимальности от качественных и количественных параметров шахты и производственных процессов.

Методы предпочтения и ранга - для определения важности отдельных показателей.

Метод нормы вектора - для интегральной оценки (оптимизации) варианта объекта.

Метод многокритериального предпочтения - для выделения предпочтительных вариантов, не требует расчёта критериев, оценки решений, допускает сопоставление как количественных, так и качественных решений.

Метод моделирования - основан на изготовлении моделей и изучении на них основных вопросов проектирования.

Метод аналогии. Аналогия - это сходство нетождественных объектов в некоторых качествах, отношениях, сторонах.

Метод логических рассуждений - по сути, это метод экспертных оценок.

Метод наименьших квадратов - основан на отыскании минимума суммы квадратов отклонения реальных, фактических значений от теоретических (расчётных).

Метод прогнозирования - применяют для определения основных направлений технического процесса, изменения производственной мощности рудника и других возможных изменений техники, технологии рудников в будущем.

НСИ - нормативно-справочная информация.

ИПС - информационно-поисковая система.

МГТС - модульная горно-технологическая структура.

ЛЕКЦИЯ 1

План лекции

1. Масштаб месторождения.
2. Классификация месторождений по количеству запасов полезных ископаемых.
3. Морфология тел полезных ископаемых (плитообразные, изометричные, трубо- и столбообразные тела и тела сложной формы).
4. Условия залегания и мощности рудных тел и залежей.
5. Показатели качества полезного ископаемого.
6. Классификация руд по содержанию полезных компонентов.

1.1. Масштаб месторождения

Промышленное значение месторождения в значительной степени определяется его размером, количеством запасов полезного ископаемого.

1.2. Классификация месторождений по количеству запасов полезных ископаемых

По масштабам и промышленному значению обычно выделяют крупные, средние и мелкие месторождения (табл. 1.1.). Иногда выделяют уникальные месторождения, которые имеют мировое значение (КМА по железу, Никопольское и Чиатурское по марганцу, Витватерсранд по золоту и урану, Клаймекс по молибдену и т.д.).

1.3. Морфология тел полезных ископаемых

Каждое тело полезного ископаемого имеет три измерения в пространстве. В зависимости от этих величин выделяют: плитообразные, изометричные, трубо- и столбообразные, а так же тела сложной формы.

Плитообразные тела имеют форму, вытянутую в двух направлениях - пласт, пластообразная и плащеобразная залежь, линза, жила.

Изометричные тела имеют приблизительно одинаковые измерения в различных направлениях. К ним относятся штоки, штокверки, гнезда и подобные им тела.

Таблица 1.1.

Размерность месторождений полезных ископаемых

| Полезное ископаемое | Масштаб месторождений по запасам | | |
|----------------------------------|----------------------------------|----------|--------|
| | Крупные | Средние | Мелкие |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Миллионы тонн | | | |
| Уголь бурый | 1000 | 1000-100 | 100 |
| энергетический | 500 | 500-50 | 50 |
| коксуемый | 300 | 300-50 | 50 |
| Железная руда | 300 | 300-50 | 50 |
| Марганцевая руда | 30 | 30-3 | 3 |
| Хромитовая руда | 10 | 10-1 | 1 |
| Бокситы | 50 | 50-5 | 5 |
| Титан – коренное | 10 | 10-3 | 3 |
| россыпи (рутил) | 1 | 1-0.1 | 0.1 |
| россыпи (ильменит) | 5 | 5-0.5 | 0.5 |
| Фосфориты | 30 | 30-10 | 10 |
| Апатиты | 50 | 50-10 | 10 |
| Калийные соли (K ₂ O) | 500 | 500-100 | 100 |
| Тысячи тонн | | | |
| Медь | 1000 | 1000-100 | 100 |
| Никель | 200 | 200-30 | 30 |
| Свинец | 1000 | 1000-100 | 100 |
| Цинк | 1000 | 1000-100 | 100 |
| Сурьма | 100 | 100-10 | 10 |
| Олово – коренное | 50 | 50-5 | 5 |
| россыпи | 10 | 10-1 | 1 |
| Тонны | | | |
| Золото - коренное | 50 | 50-5 | 5 |
| россыпи | 3 | 3-0.5 | 0.5 |

Трубо- и столбообразные тела имеют форму неправильного цилиндра, вытянутого по падению и являются достаточно распространенной формой рудных проявлений.

Тела сложной формы представлены многообразными ступенчатыми или лестничными жилами, сложными жилами и залежами.

1.4. Условия залегания и мощности рудных тел и залежей

По величине угла падения рудных тел различают: горизонтальное (до 5°), пологое (до 25°), наклонное (25-45°), крутое (более 45°) залегание.

По мощности залежей обычно выделяют: 1) тонкие - до 1-1,5 м; 2) средние - от 1-1,5 до 3-4 м; 3) мощные - от 3-4 до 8-10 м; 4) весьма мощные - от 10 до 50 м. Иногда выделяют сверхмощные - более 50 м.

1.5. Показатели качества полезного ископаемого

Свойства полезного ископаемого, определяющие его промышленную ценность и возможности их использования объединяются общим понятием - **качество** полезного ископаемого. Показатели качества весьма разнообразны для каждого минерального вида сырья. К ним относятся химический и минеральный состав, текстурно-структурные особенности, физические и технологические свойства.

Химический состав - важнейшая характеристика качества для большинства руд черных, цветных, редких и благородных металлов, так как качество руд характеризуется прежде всего их химическим составом - содержанием ценных компонентов и вредных примесей.

Химические элементы, входящие в состав полезного ископаемого делятся на главные и попутные компоненты. **Главные** компоненты определяют промышленное значение месторождения, по содержанию главных компонентов проводят контуры рудных тел и промышленных сортов руд. Среди главных компонентов выделяют полезные и вредные (например, в железных рудах полезным компонентом является железо, а вредными - сера и фосфор). Так, богатую серой железную руду перед плавкой необходимо предварительно подвергнуть обогащению или обжигу (агломерации) для удаления серы.

В то же время следует иметь в виду, что сами по себе сера и фосфор являются полезными компонентами, и если их отделить, то они составят дополнительную ценность. Так, при содержании фосфора (более 5 %) в железной руде при томасовском процессе выплавки получают высокосортную сталь и томасовские шлаки - ценное фосфатное удобрение.

В большинстве случаев руда, кроме главных, содержит попутные компоненты. Попутные компоненты делятся на две группы: образующие собственные минералы (так, в магнетитовых рудах сера и медь образуют сульфиды и могут быть выделены в пиритный и медный концентраты); не образующие собственных минералов (например, ванадий входит изоморфно в состав магнетита и извлекается при выплавке стали из мартеновских шлаков). К этой же группе относятся рассеянные элементы: кадмий, индий, торий, галлий, германий, рений и др. При содержании в рудах попутных компонентов - руды называются **комплексными**.

Во многих случаях на качество руд влияет минералогический состав, их структура и текстура. Например, железо, входящее в магнетит, извлекается из руд почти полностью, а находящиеся в силикатных минералах практически не поддаются извлечению. В рудах олова: касситерит - легко извлекается при обогащении, а руды содержащие станнин - практически не поддается обогащению.

От текстурно-структурных особенностей в большой степени зависят технологические свойства руд: мелкодисперсные руды, характеризующиеся

тонким взаимным проращением отдельных минералов отличаются трудной обогатимостью. Некоторые руды алюминиевого сырья сложенные тонкозернистыми агрегатами вообще не поддаются обогащению (так называемые "упорные" бокситы).

Различия в качестве руд требуют выделения на месторождениях участков, сложенных разными рудами, что должно отражаться на геологической документации.

Руды, в которых рудных минералов больше 80 % обычно называют *сплошными* или *массивными*, если рудных минералов меньше 80 % (при вкрапленной текстуре), то руды называются *вкрапленными*. Различают вкрапленность густую (до 50 %), среднюю (до 30 %) и бедную или убогую (менее 30 %).

Содержание полезных компонентов для разных полезных ископаемых выражается: в процентах, в граммах на тонну, в граммах на кубический метр. Для одних полезных ископаемых определяется содержание элементов, для других - содержание оксидов или минералов. Согласно "Положения о порядке учета запасов полезных ископаемых, постановке их на баланс и списания с баланса" на государственном балансе учитываются в виде металлов (элементов): медь, свинец, цинк, золото, платиноиды, молибден, уран, сурьма, ртуть, фтор, рассеянные элементы (галлий, гафний, германий, индий, рений, рубидий, селен, скандий, таллий, теллур, цезий); в виде оксидов: MgO , Nb_2O_5 , TiO_2 , Ta_2O_5 , K_2O , ZrO_2 , LiO_2 , V_2O_5 ; редкоземельные металлы (сумма TR_2O_3); в виде минералов: асбест, флюорит, гранат, корунд, алмаз, мусковит. Ряд полезных ископаемых (хром, железо, марганец, бокситовые и нефелиновые руды и др.) государственным балансом учитываются только в виде руд, качество которых определяется требованиями ГОСТов, стандартов и технических условий.

1.6. Классификация руд по содержанию полезных компонентов

Руды по содержанию полезных компонентов делятся на: *богатые, рядовые (средние) и бедные (убогие)*. Для ориентировки в оценке качества руд в таблице 1.2. приведены примерные характеристики некоторых полезных ископаемых по содержанию полезных компонентов.

Таблица 1.2.

Примерные характеристики некоторых руд по качеству

| Полезное ископаемое | Ед. изм | Содержание полезного компонента | | |
|---|-------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------|
| | | Богатые | Средние (рядовые) | Бедные (убогие) |
| Железная руда (содержание железа) | % | >50 | 50-30 | <30 |
| Медная руда (содержание меди) | " | >3 | 1-3 | <1 |
| Полиметаллические руды (содержание свинец+цинк) | " | >5 | 5-15 | <5 |
| Олово: жильные месторождения | " | >3 | 1-3 | <1 |
| крупные штокверки | " | >1 | 0,3-1 | <0.3 |
| россыпи | кг/м ³ | >10 | 1-10 | <1 |
| Золото: коренное | г/т | >10 | 5-10 | <5 |
| россыпи | г/м ³ | >5 | 1-5 | <1 |
| Уран (зарубежные данные) | % | >0.3 | 0.1-0.3 | <0.1 |
| Фосфориты (содержание P ₂ O ₅) | " | >20 | 10-20 | 6-10 |

ЛЕКЦИЯ 2

План лекции

1. Классификация ресурсов и запасов полезного ископаемого
2. Прогнозные ресурсы категории P_1 , P_2 и P_3
3. Группировка месторождений по сложности геологического строения
4. Запасы категорий A , B , C_1 и C_2
5. Классификация запасов по экономическому значению

2.1. Классификация ресурсов и запасов полезного ископаемого

В Российской Федерации приняты единые принципы подсчета, оценки и государственного учета запасов и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых.

Запасы полезных ископаемых подсчитываются в недрах без введения поправок на потери и разубоживание при добыче, обогащении и переработке. Подсчет и учет запасов полезных ископаемых производится по объектам (месторождениям) в единицах массы или объема.

2.2. Прогнозные ресурсы категории P_1 , P_2 и P_3

Прогнозные ресурсы по степени их обоснованности подразделяются на категории P_1 , P_2 и P_3 .

Прогнозные ресурсы категории P_1 учитывают возможность выявления новых рудных тел полезного ископаемого на рудопроявлениях, разведанных и разведываемых месторождениях. Для количественной оценки ресурсов этой категории используются геологически обоснованные представления о размерах и условиях залегания известных тел.

Оценка ресурсов основывается на результатах геологических, геофизических и геохимических исследований площадей возможного нахождения полезного ископаемого, а также на материалах одиночных структурных и поисковых скважин и геологической экстраполяции структурных, литологических, стратиграфических и других особенностей, установленных на более изученной части месторождения и определяющих площади и глубину распространения полезного ископаемого, представляющего промышленный интерес.

Прогнозные ресурсы категории P_2 учитывают возможность обнаружения в бассейне, рудном районе, узле, поле новых месторождений полезных ископаемых, предполагаемое количество которых основывается на положительной оценке выявленных при крупномасштабной геологической съемке и поисковых работах проявлений полезного ископаемого, а также геофизических и геохимических аномалий, природа и возможная перспективность которых установлены единичными выработками. Количественная оценка ресурсов, представления о размерах предполагаемых месторождений, минеральном составе и качестве руд основываются на аналогиях с известными месторождениями того же формационного (генетического) типа. Прогнозные ресурсы оцениваются до глубин, доступных для эксплуатации при современном и возможном в ближайшей перспективе уровне техники и технологии разработки месторождений. Возможное изменение параметров кондиций по сравнению с аналогичными месторождениями должно иметь соответствующее обоснование.

Прогнозные ресурсы категории P_3 учитывают лишь потенциальную возможность открытия месторождений того или иного вида полезного ископаемого на основании благоприятных магматических, стратиграфических, литологических, тектонических и палеогеографических предпосылок, выявленных в оцениваемом районе при средне- и мелкомасштабном региональном геологическом изучении недр, дешифрировании космических снимков, а также при анализе результатов геофизических и геохимических исследований. Количественная оценка ресурсов этой категории производится без привязки к конкретным объектам по предположительным параметрам на основе аналогии с более изученными районами, площадями, бассейнами, где имеются разведанные месторождения того же генетического типа.

2.3. Группировка месторождений по сложности геологического строения

В зависимости от сложности геологического строения месторождения подразделяются на следующие группы:

1-я группа. Месторождения (участки) простого геологического строения с крупными и весьма крупными, реже средними по размерам телами полезных ископаемых с ненарушенным или слабонарушенным залеганием, характеризующимися устойчивыми мощностью и внутренним строением, выдержанным качеством полезного ископаемого, равномерным распределением основных ценных компонентов.

Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий *A*, *B*, *C₁* и *C₂* (будут охарактеризованы ниже).

2-я группа. Месторождения (участки) сложного геологического строения с крупными и средними по размерам телами с нарушенным залеганием, характеризующимися неустойчивыми мощностью и внутренним строением, либо невыдержанным качеством полезного ископаемого и неравномерным распределением основных ценных компонентов. Ко второй группе относятся также месторождения углей, ископаемых солей и других полезных ископаемых простого геологического строения, но со сложными или очень сложными горно-геологическими условиями разработки.

Особенности строения месторождений (участков) определяют возможность выявления в процессе разведки запасов категорий *B*, *C₁* и *C₂*.

3-я группа. Месторождения (участки) очень сложного геологического строения со средними и мелкими по размерам телами полезных ископаемых с интенсивно нарушенным залеганием, характеризующимися очень изменчивыми мощностью и внутренним строением либо значительно невыдержанным качеством полезного ископаемого и очень неравномерным распределением основных ценных компонентов.

Запасы месторождений этой группы разведываются преимущественно по категориям *C₁* и *C₂*.

4-я группа. Месторождения (участки) с мелкими, реже средними по размерам телами с чрезвычайно нарушенным залеганием либо характеризующиеся резкой изменчивостью мощности и внутреннего строения, крайне неравномерным качеством полезного ископаемого и прерывистым гнездовым распределением основных ценных компонентов. Запасы месторождений этой группы разведываются преимущественно по категории *C₂*.

При отнесении месторождений к той или иной группе могут использоваться количественные показатели оценки изменчивости основных свойств оруденения, характерные для каждого конкретного вида полезного ископаемого.

2.4. Запасы категорий *A*, *B*, *C*₁ и *C*₂

Запасы твердых полезных ископаемых *по степени их разведанности* подразделяются на категории *A*, *B*, *C*₁ и *C*₂.

Запасы категории *A* выделяются на участках детализации месторождений 1-й группы сложности и должны удовлетворять следующим требованиям:

- установлены размеры, форма и условия залегания тел полезных ископаемых, изучены характер и закономерности изменчивости их морфологии и внутреннего строения, выделены и оконтурены безрудные и некондиционные участки внутри тел полезного ископаемого, при наличии разрывных нарушений установлены их положение и амплитуда смещения;

- определены природные разновидности, выделены и оконтурены промышленные (технологические) типы и сорта полезного ископаемого, установлены состав и свойства; качество их охарактеризовано по всем предусмотренным промышленностью параметрам;

- изучены распределение и формы нахождения в минералах и продуктах переделов полезного ископаемого ценных и вредных компонентов;

- контур запасов определен в соответствии с требованиями кондиций по скважинам и горным выработкам по результатам их детального опробования.

Отнесение запасов к категории *A* практически означает, что в пределах каждого подсчетного блока детальность выяснения морфологических особенностей и строения залежей должны обеспечивать только один, единственно правильный вариант увязки разведочных данных по смежным горным выработкам и скважинам. Оконтуривание запасов категории *A* производится по предельно густой сети разведочных выработок только путем интерполяции данных между смежными пересечениями.

Запасы категории *B* выделяются на участках детализации месторождений 1-й и 2-й групп сложности геологического строения и должны удовлетворять следующим требованиям:

- установлены размеры, основные особенности и изменчивость формы и внутреннего строения, условия залегания тел полезного ископаемого, пространственное размещение внутренних безрудных и некондиционных участков; при наличии крупных разрывных нарушений установлены их положение и амплитуды смещений, охарактеризована возможная степень развития малоамплитудных нарушений;

- определены природные разновидности, выделены и при возможности, оконтурены промышленные (технологические) типы полезного ископаемого; при невозможности оконтуривания установлены закономерности пространственного распределения и количественного соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями параметрам;

- определены 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 включением в него ограниченной зоны экстраполяции, обоснованной геологическими критериями, данными геофизических и геохимических исследований.

Запасы категории C_1 составляют основную часть запасов разведываемых месторождений 1-й, 2-й и 3-й групп, а также выделяются на участках детализации месторождений 4-й группы сложности и должны удовлетворять следующим основным 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, а для пластовых месторождений и месторождений строительного и облицовочного камня также наличие площадей развития малоамплитудных тектонических нарушений;

- определены природные разновидности и промышленные (технологические) типы полезного ископаемого, установлены общие закономерности их пространственного распространения и количественные соотношения промышленных (технологических) типов и сортов полезного ископаемого, минеральные формы нахождения полезных и вредных компонентов; качество выделенных промышленных (технологических) типов и сортов охарактеризовано по всем предусмотренным кондициями параметрам;

- контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций по результатам опробования скважин и горных выработок, с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологически обоснованной экстраполяции.

Запасы категории C_2 выделяются при разведке месторождений всех групп сложности, а на месторождениях 4-й группы составляют основную часть запасов и должны удовлетворять следующим требованиям:

- размеры, форма, внутреннее строение тел полезного ископаемого и условия их залегания оценены по геологическим и геофизическим данным и подтверждены вскрытием полезного ископаемого ограниченным количеством скважин и горных выработок;

- качество и технологические свойства полезного ископаемого определено либо по единичным лабораторным пробам, либо по аналогии с более изученными участками того же или аналогичного месторождения;

- контур запасов полезного ископаемого определен в соответствии с требованиями кондиций на основании опробования ограниченного количества скважин, горных выработок, естественных обнажений или по их совокупности, с учетом данных геофизических и геохимических исследований и геологических построений, а также путем геологически обоснованной экстрапо-

ляции параметров, определенных при подсчете запасов более высоких категорий.

При разделении запасов полезных ископаемых по категориям в качестве дополнительного классификационного показателя могут использоваться количественные и вероятностные оценки точности и достоверности определения основных подсчетных параметров.

2.5. Классификация запасов по экономическому значению

Запасы твердых полезных ископаемых по их *экономическому* значению подразделяются на две основные группы, подлежащие раздельному подсчету и учету:

балансовые (экономические);

забалансовые (потенциально экономические)

Балансовые (экономические) запасы подразделяются:

а) на запасы, извлечение которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически эффективно в условиях конкурентного рынка при использовании техники и технологии добычи и переработки сырья, обеспечивающих соблюдение требований по рациональному использованию недр и охране окружающей среды;

б) на запасы, извлечение которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам не обеспечивает экономически приемлемую эффективность их разработки в условиях конкурентного рынка из-за низких технико-экономических показателей, но освоение которых становится экономически возможным при осуществлении со стороны государства специальной поддержки недропользователя в виде налоговых льгот, субсидий и т.п. (гранично экономические или пограничные запасы).

Забалансовые (потенциально экономические) запасы. К ним относятся:

а) запасы, отвечающие требованиям, предъявляемым к балансовым запасам, но использование которых на момент оценки невозможно по горно-техническим, правовым, экологическим и другим обстоятельствам;

б) запасы, извлечение которых на момент оценки согласно технико-экономическим расчетам экономически нецелесообразно вследствие низкого содержания полезного компонента, малой мощности тел полезного ископаемого или особой сложности условий их разработки или переработки, но использование которых в ближайшем будущем может стать экономически эффективным в результате повышения цен на минерально-сырьевые ресурсы, или при техническом прогрессе, обеспечивающим снижение издержек производства.

Забалансовые запасы подсчитываются и учитываются в случае, если технико-экономическими расчетами установлена возможность их сохранения

в недрах для последующего извлечения или целесообразность попутного извлечения, складирования и сохранения для использования в будущем.

При подсчете забалансовых запасов производится их подразделение в зависимости от причин отнесения к забалансовым (экономических, технологических, горнотехнических, экологических и т.п.).

Оценка балансовой принадлежности запасов полезных ископаемых производится на основании специальных технико-экономических обоснований, подтвержденных государственной экспертизой. В этих обоснованиях должны быть предусмотрены наиболее эффективные способы разработки месторождений, дана их стоимостная оценка и предложены параметры кондиций, обеспечивающие максимально полное и комплексное использование запасов с учетом требований природоохранительного законодательства.

Месторождения полезных ископаемых по степени их *изученности* подразделяются на:

- разведанные;
- оцененные.

К *разведанным* относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горно-геологические условия разработки изучены по скважинам и горным выработкам с полнотой, достаточной для технико-экономического обоснования решения о порядке и условиях их вовлечения в промышленное освоение, а также о проектировании строительства или реконструкции на их базе горнодобывающего предприятия. Разведанные месторождения по степени изученности должны обеспечивать возможность квалификации запасов по категориям, соответствующим группе сложности геологического строения месторождения.

К *оцененным* относятся месторождения, запасы которых, их качество, технологические свойства, гидрогеологические и горно-геологические условия разработки изучены в степени, позволяющей обосновать целесообразность дальнейшей разведки и разработки.

Оцененные месторождения по степени изученности должны обеспечивать возможность квалификации всех или большей части запасов по категории C_2 .

ЛЕКЦИЯ 3

План лекции

1. Принципы изучения недр:

- последовательных приближений;
- аналогии;
- выборочной детализации;
- полноты исследования;
- равномерности;
- наименьших трудовых затрат;
- наименьших материальных затрат;
- наименьших затрат времени;

2. Стадийность геологоразведочных работ:

- работы общегеологического и минерагенического назначения;
- поиски и оценка месторождений;
- разведка и освоение месторождений.

3.1. Принципы изучения недр

Земные недра в полном объеме недоступны для непосредственного наблюдения и поэтому познаются преимущественно выборочным путем по сети пространственно разобщенных естественных обнажений и (или) системы горных выработок. Полнота и достоверность представлений о строении, составе недр и содержащихся в них залежей полезных ископаемых зависят, прежде всего, от густоты сети наблюдений, характера и степени неоднородности изучаемых объектов. Чем меньше размеры и выше изменчивость (прерывистость) свойств месторождений, тем более плотная сеть наблюдений требуется для получения достоверных данных о его составе и строении.

Геологоразведочный процесс, несмотря на большое разнообразие месторождений, имеет в конечном итоге одну и ту же задачу – выявление и оценку запасов залегающих в недрах полезных ископаемых. В связи с этим, в основу поисков и разведки любого месторождения могут быть заложены одни и те же принципы. А.Б.Каждан (1984) считает, что методологические подходы к изучению недр определяют три основных положения: 1) принцип последовательных приближений; 2) принцип аналогии; 3) принцип выборочной детализации наблюдений.

Согласно *принципу последовательных приближений*, изучение недр производится от общего к частному. При поисках и разведке полезных ископаемых оно начинается с выявления крупных рудоносных площадей (металлогенических провинций и зон, рудных районов) и отбраковки прилегающих к ним заведомо неперспективных территорий. После этого производится более детальное изучение выявленных рудоносных площадей с последователь-

ным выделением внутри них наиболее продуктивных структур и участков, отвечающих рангам рудных узлов и полей. Завершается процесс обнаружением и разведкой месторождений полезных ископаемых с целью подсчета запасов минерального сырья и геолого-экономической оценки значимости их. Реализация принципа последовательных приближений, таким образом, происходит путем разделения геологоразведочного процесса на ряд стадий, в каждой из которых последовательно сужаются границы объектов исследований, а сами объекты изучаются со всевозрастающей детальностью. Стадии геологоразведочных работ по сути дела и создают цепь последовательных приближений в познании месторождений полезных ископаемых как конечного продукта геологоразведочного процесса.

Принцип аналогии базируется на чертах сходства условий залегания, строения, состава и масштаба месторождений, сформированных в близких геологических условиях. Так, общими свойствами характеризуются месторождения, относящиеся к определенному геолого-промышленному типу (колчеданный медный и полиметаллический, плутоногенный гидротермальный медно-порфировый, стратиформный свинцово-цинковый и др.) или единой рудной формации (кварц-касситеритовая, формация медистых песчаников и т.д.). Степень подобия месторождений всегда выше у близко расположенных объектов единого геолого-промышленного типа. Еще большим подобием обладают рудные залежи конкретного месторождения, особенно смежные участки их. С позиции принципа аналогии создание соизмеримых эталонов-аналогов необходимо при решении любых прогнозно-металлогенических, поисковых и разведочных задач.

Принцип выборочной детализации предусматривает сочетание геологоразведочных работ в объеме всего объекта изучения с выборочными, более детальными работами на отдельных его участках. Важно правильно выбрать эталонные участки и обеспечить рационально сочетание объемов общих детализационных работ и оптимальную степень геологических наблюдений. Участки детализационных работ, как эталоны-аналоги, должны быть представительными для изучаемого объема недр. При проведении поисков опережающие детализационные работы проводятся на рудопроявлениях, геофизических и геохимических аномалиях, а при разведке – на типичных участках месторождений, рудных зон или залежей. На эксплуатируемых объектах в качестве эталонов-аналогов используются типовые отработанные участки месторождений.

В.М. Крейтер (1961) основными положениями разведки считал: 1) принцип полноты исследования; 2) принцип последовательных приближений; 3) принцип равномерности (равной достоверности); 4) принцип наименьших трудовых и материальных затрат; 5) принцип наименьших затрат времени.

Принцип полноты исследования базируется на необходимости относительно полного и всестороннего освещения объекта работ. Он включает в себя следующие требования: 1) оконтуривание всего месторождения, всех составляющих его залежей полезного ископаемого; 2) полное пересечение по-

лезного ископаемого или рудной зоны разведочными выработками; 3) полное и всестороннее изучение качества основного полезного ископаемого и сопутствующих ему полезных минеральных скоплений; 4) использование всех данных, полученных с помощью разведочных выработок и других наблюдений, для выяснения гидрогеологических, инженеро-геологических и горнотехнических особенностей месторождения.

Второй принцип разведки по В.М. Крейтеру (*принцип последовательных приближений*) аналогичен первому принципу А.Б.Каждана. Принцип равномерности (*равной достоверности*) вытекает из необходимости более или менее равномерного освещения всего разведываемого месторождения. Он предполагает выполнение следующих требований: 1) равномерное освещение разведочными выработками всего месторождения или отдельных его участков, находящихся в одной и той же стадии разведки; 2) равномерное распределение пунктов опробования в пределах разведочной выработки или участка месторождения; 3) применение на разных участках месторождения технических разведочных средств, дающих соизмеримые результаты; 4) применение равнозначных и равноточных методик исследования вещества.

Принцип наименьших трудовых и материальных затрат предполагает, что количество разведочных выработок, количество проб и объемы всех видов исследований должны быть минимальными, но достаточными для решения задач разведки. Этот принцип предостерегает геолога от возможностей “переразведки” месторождения.

Принцип наименьших затрат времени выражается в необходимости проводить поиски и разведку в кратчайшие сроки, не нарушая других принципов геологоразведочного процесса.

3.2. Стадийность геологоразведочных работ (ГРР)

При проведении геологических исследований придерживаются стадийности геологоразведочных работ, заключающейся в последовательности детализации изучения площадей при одновременном уменьшении размеров изучаемых участков согласно принципу последовательных приближений в изучении недр. Общие положения такого подхода к проведению геологоразведочных работ основаны В.М. Крейтером. В дальнейшем эти идеи получили свое развитие в работах А.Б. Каждана, который первоначально выделил четыре стадии: геологопрогнозную, поисковую, разведочную и геологоразведочные работы в условиях действующего предприятия. Первые три стадии геологоразведочных работ были подразделены на подстадии. В.А. Ларичкин весь процесс геологоразведочных исследований подразделил на 6 стадий, заканчивающихся эксплуатационной разведкой. Эта схема стадийности была использована в учебнике Е.О. Погребницкого с соавторами (1977). Труды этих и других геологов сыграли основную роль в создании единой схемы, отражен-

ной в приказе Министерства геологии СССР о стадийности геологоразведочных работ (приказ № 161 от 20 апреля 1984 г.), методических указаниях ВИ-ЭМС о проведении геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые по стадиям (1984 г.) и в учебнике А.Б. Каждана (1984г.)

3 февраля 1998 г. распоряжением № 16-Р Министерства природных ресурсов Российской Федерации утверждено новое временное положение о порядке проведения геологоразведочных работ по этапам и стадиям на твердые полезные ископаемые, которое действует по настоящее время. В зависимости от целей процесс геологического изучения недр подразделяется на 3 этапа и 5 стадий:

Этап I. Работы общегеологического назначения.

Стадия 1. региональное геологическое изучение недр.

Этап II. Поиски и оценка месторождений.

Стадия 2. Поисковые работы.

Стадия 3. Оценка месторождений.

Этап III. Разведка и освоение месторождения.

Стадия 4. разведка месторождения.

Стадия 5. Эксплуатационная разведка.

Разделение геологоразведочных работ на стадии, цели и результаты работ по стадиям приведены ниже (табл. 3.1).

ЛЕКЦИЯ 4

План лекции

1. Характер и степень изменчивости свойств месторождений полезных ископаемых.
2. Количественные характеристики основных свойств оруденения (коэффициент рудоносности, показатель сложности, коэффициент вариации мощности и содержания).
3. Системы разведочных работ
4. Группа буровых систем
5. Группа горных систем
6. Группа горно-буровых систем

11.1. Характер и степень изменчивости свойств МПИ

Форма и размеры рудных тел, элементы их залегания, качественная характеристика полезного ископаемого и другие показатели в различных частях месторождения могут принимать разные значения, обусловленные теми или иными геологическими причинами. В понятии «изменчивость» показателя признака следует различать ее характер и степень, или интенсивность.

Под характером изменчивости понимается общая тенденция изменений признака: возрастающая или убывающая, волнообразная и скачкообразная. Степень изменчивости обычно характеризуется размахом колебаний. Обе эти составляющие изменчивости имеют большое значение для методики разведки, т.к., чем больше изменчивость и чем на меньших интервалах она проявлена, тем больше и чаще необходимо иметь точек наблюдений, чтобы получить правильное представление о характере изменчивости и среднем значении изменяющегося признака. Следовательно, изменчивость основных свойств месторождения предопределяет количество необходимых точек наблюдения и расстояния между ними.

11.2. Количественные характеристики основных свойств оруденения

В качестве основных количественных показателей сложности строения рудных тел используются: коэффициент рудоносности (K_p); показатель сложности (q); и коэффициенты вариации мощности (V_m) и содержания (V_c) в рудных пересечениях (табл.11.1).

Коэффициент рудоносности (K_p) обычно выражается как отношение линейных величин - длины рудных интервалов по скважинам или горным вы-

работкам (l_p) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны (в границах промышленного оруденения - l_o):

$$K_p = \frac{l_p}{l_o},$$

Таблица 11.1
Количественные характеристики основных свойств оруденения

| Группы месторождений по сложности геологического строения | Показатели изменчивости объектов разведки | | | |
|---|---|---------|-----------|-------------------------|
| | Изменчивость формы | | | Изменчивость содержания |
| | K_p | q | $V_m, \%$ | $V_c, \%$ |
| Вторая группа | 0,7-0,9 | 0,6-0,8 | 40-100 | 40-100 |
| Третья группа | 0,4-0,7 | 0,4-0,6 | 100-150 | 100-150 |
| Четвертая группа | <0,4 | <0,4 | >150 | >150 |

Примечание. K_p - коэффициент рудоносности; q - показатель сложности; V_m и V_c - коэффициенты вариации мощности и содержания.

Показатель сложности рассчитывается по отношению числа рудных пересечений (N_p) к сумме всех разведочных пересечений (рудных, безрудных внутриконтурных ($N_в$) и законтурных ($N_з$), обрисовывающих общую границу сложного объекта):

$$q = \frac{N_p}{N_p + N_в + N_з},$$

Коэффициент вариации - наиболее широко используемый в практике геологоразведочных работ количественный показатель сложности (изменчивости) месторождения. В разведочной практике обычно используют Коэффициент вариации мощности (V_m) и содержания (V_c)

$$V_m = \frac{S_m}{m_{cp}};$$

$$V_c = \frac{S_c}{C_{cp}},$$

где S_m и S_c - соответственно среднеквадратичные отклонения мощности единичных рудных пересечений и содержания в них полезного компонента от их среднеарифметических значений m_{cp} и C_{cp}

Коэффициент корреляции. В практике геологоразведочных работ известны случаи прямой или обратной зависимости различных признаков, например мощности и содержания, двух полезных компонентов, объемной массы руд и содержанием в них полезных компонентов. Для характеристики этой корреляционной связи используется коэффициент корреляции r . Его значения могут изменяться от 0 (связь отсутствует) до 1 (полная связь). Коэффициент корреляции может быть положительным, когда зависимость прямая, и отрицательным, когда зависимость обратная. Для вычисления коэффициента корреляции применяется формула

$$r = \pm \frac{\sum A_x A_y}{\sqrt{\sum A_x^2 \sum A_y^2}},$$

где A_x и A_y - отклонения частных значений измерений от их средней величины для одного и другого параметров.

Корреляционный анализ играет важную роль при подсчете запасов. Например, рассеянные (попутные) элементы не определяются в каждой пробе, а устанавливаются по корреляции с содержанием основного компонента. Корреляционные зависимости используются также для определения объемной массы руды.

11.3. Системы разведочных работ

Под системой разведочных работ понимается такое пространственное размещение разведочных выработок, которое дает возможность построить намеченные разрезы и провести необходимое опробование для подсчета запасов полезного ископаемого. Выделяются три основные группы:

1. Группа буровых систем.
2. Группа горных систем.
3. Группа горно-буровых систем.

На основании анализа более, чем 2000 месторождений твердых полезных ископаемых, установлено, что преобладающими системами разведки (55 %) являются горно-буровые, буровыми системами разведано 33 %, а горными - 12 % всех месторождений.

11.4. Группа буровых систем

Группа буровых систем, являясь самой универсальной и экономичной, обеспечивает получение достаточно полной и представительной разведочной информации на месторождениях 1-й группы сложности. Буровые системы

применяются также для разведки части месторождений 2-й группы - штокверков, массивов вкрапленных руд и строительных камней, россыпных месторождений.

Система вертикальных разрезов *мелкими* вертикальными скважинами применяется для разведки пологих и горизонтальных неглубоко залегающих тел полезных ископаемых: озерно-болотных железных руд, месторождений кор выветривания, глин, песков, сильно обводненных долинных россыпей золота, элювиально-делювиальных россыпей олова, вольфрама и др. Вертикальные буровые скважины располагаются на разведочных линиях, ориентированных поперек рудоносной структуры (долины), изометричные пластообразные месторождения разведываются, как правило, квадратной сетью буровых скважин. Глубина скважин составляет 10-15 м, реже 20-30 м.

Система вертикальных разрезов *глубокими* вертикальными скважинами используется для разведки глубоко залегающих пологих пластообразных тел и месторождений изометричной формы: бокситов, медистых песчаников, штокверковых месторождений цветных и редких металлов, крупных погребенных россыпей, нерудных полезных ископаемых. Расположение скважин производится как и в предыдущей системе, по квадратной (или прямоугольной сети), глубина скважин от 100 до 1000 м и более.

Система вертикальных разрезов *наклонными* скважинами разной глубины применяется при разведке крутопадающих уплощенных тел полезных ископаемых - пластовых, жилообразных, линзообразных. Бурение наклонных скважин определяется необходимостью увеличения угла встречи (не менее 30°) рудного тела со скважиной. Глубина скважины находится в тех же пределах, как и в предыдущей системе. Наклонные скважины большой глубины часто неэффективны из-за произвольных отклонений от проектного положения.

11.5. Группа горных систем

Горные системы, применяемые для разведки сложных месторождений, имеют ограниченное применение в разведочной практике, прежде всего из-за высокой стоимости горных подземных выработок. Несмотря на то, что горные системы разведки дают наиболее достоверные результаты, их применение ограничивается наиболее сложными месторождениями, когда разведка неизбежно совмещается с проведением эксплуатационно-разведочных работ, подготовкой к отработке или с самой эксплуатацией. Горными системами разведываются небольшие месторождения сложных форм: трубообразные и ветвящиеся залежи, гнездообразные и подобные скопления ценных компонентов (рис. 11.1).

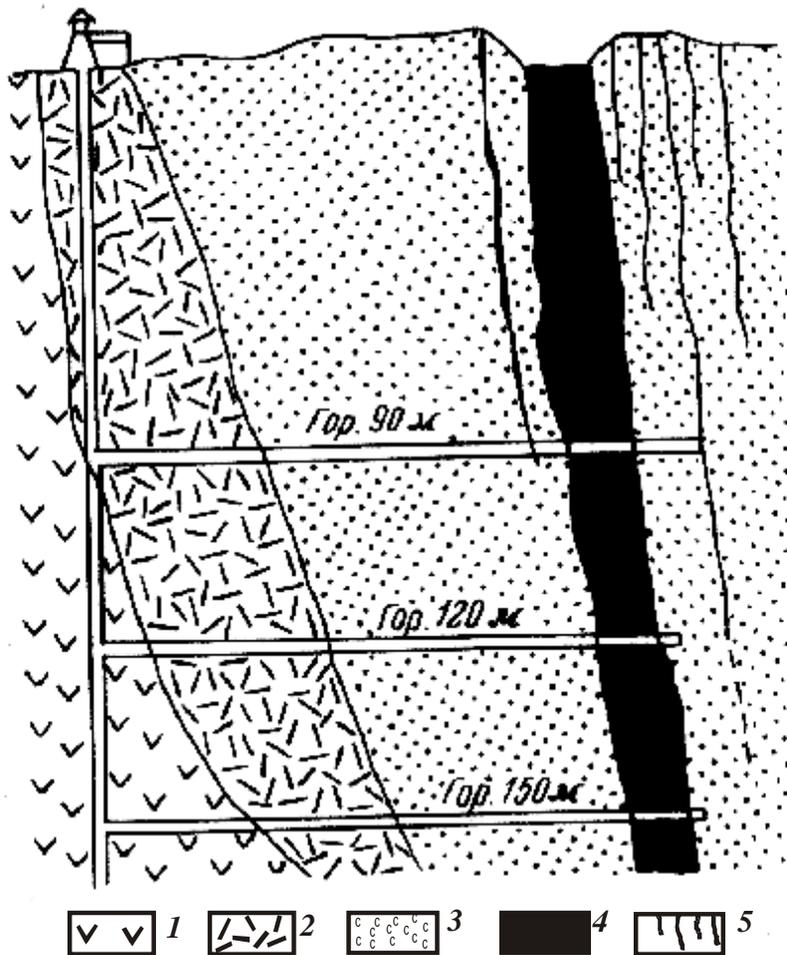


Рис. 11.1. Система разведки шахтой с кваршлагами и штреками (разрез месторождения Мойхук, Южная Африка): 1 – нориты; 2 – пироксениты; 3 – оливиновые дуниты; 4 – горнлито-дунитовая «трубка»; 5 – дайка горнлитового дунита.

Прежде всего, это руды золота, кобальта, вольфрама, сурьмы, молибдена, ртути, редких элементов, оптических минералов, драгоценных камней; россыпи алмазов, золота, платины и др.

Система вертикальных разрезов *канавами* возможна, когда полезной ископаемое залегает на поверхности земли в виде рыхлого плащеобразного покрытия и целесообразна для маломощных (3-4 м) россыпей. При системе разведки канавами вся толща разрезается поперечными канавами по разведочным линиям, что позволяет проводить крупнообъемное опробование и получать достоверные сведения, особенно когда концентрации полезного компонента очень малы.

Система вертикальных *шурфов* применяется для разведки пологих близповерхностных залежей, обладающих сильной изменчивостью качества и сложным внутренним строением (месторождения кор выветривания, россыпи и т.п.). Глубина шурфов составляет обычно 15-20 м реже 30 м, часто из шур-

фов проходят рассечки или квершлагги, что позволяет получить вертикальные разведочные разрезы.

Системы разведочных *штолен* применяются в условиях резко расчлененного рельефа местности. Сущность разведки штольнями состоит в создании серии горизонтальных сечений (разрезов) тела полезного ископаемого. Если поперечные разрезы тела полезного ископаемого превышают габариты штольни или если месторождение представлено серией параллельных тел, то из штольни проходятся рассечки - орты до пересечения контакта залежи или продуктивной зоны с вмещающими породами. Расстояние между рассечками зависит от изменчивости оруденения, а расстояние между разведочными штольнями по вертикали зависит от вероятной высоты этажа при будущей эксплуатации месторождения, и принимается, обычно, равной двойной или тройной высоте эксплуатационного этажа.

Система вертикальных и наклонных шахт оказывается рациональной, когда другим, более дешевым путем невозможно разведать месторождение. Сама шахта не является разведочной выработкой, она предназначается лишь для вскрытия месторождения. Основное разведочное назначение выполняют выработки, задаваемые из шахты. Глубины разведочных шахт обычно не превышают 150-200 м, в отдельных случаях - 300 м. Система вертикальных разведочных шахт с квершлаггами достаточно широко распространена в практике (см. рис. 11.1). Система наклонных шахт осуществляется путем проведения последних по направлению падения тела полезного ископаемого. От шахты на различных горизонтах проходятся разведочные подземные выработки.

11.6. Группа горно-буровых систем

Большинство месторождений черных, цветных, редких и драгоценных металлов и многие месторождения неметаллических полезных ископаемых разведываются с помощью буровых и горных разведочных выработок. Горно-буровые разведочные системы, представляющие собой рациональное сочетание тех или иных горных и буровых выработок, наиболее широко распространены в разведочной практике. В зависимости от степени изменчивости свойств полезного ископаемого в одних системах преобладают горные выработки, в других - буровые скважины, при этом отношение горных и буровых выработок (в пог.м.) изменяется от 1:30 до 1:1.

Системы мелких вертикальных скважин с контрольными шурфами применяются для разведки россыпей, месторождений кор выветривания и других, когда буровые скважины не обеспечивают получения надежных результатов из-за значительных погрешностей определения мощностей или содержаний полезных компонентов.

Системы разведочных штолен и буровых скважин чаще всего применяются на месторождениях, погружающихся на значительные глубины, когда

верхняя часть месторождения разведывается штольнями, а нижняя - буровыми скважинами, задаваемых с поверхности или с горизонта штольни (рис. 11.2. *а*).

Система разведочных шахт и буровых скважин, задаваемых как с поверхности (рис. 11.2. *б*), так и из подземных выработок), характерна для разведки уходящих на большие глубины продуктивных зон, рудных тел. Проходка очень глубоких шахт, для разведочных целей слишком высокочатратна, а разведка только буровыми скважинами для многих месторождений ненадежна. Поэтому часто верхняя часть месторождения разведывается системой горных выработок из разведочной шахты, а нижняя - буровыми скважинами.

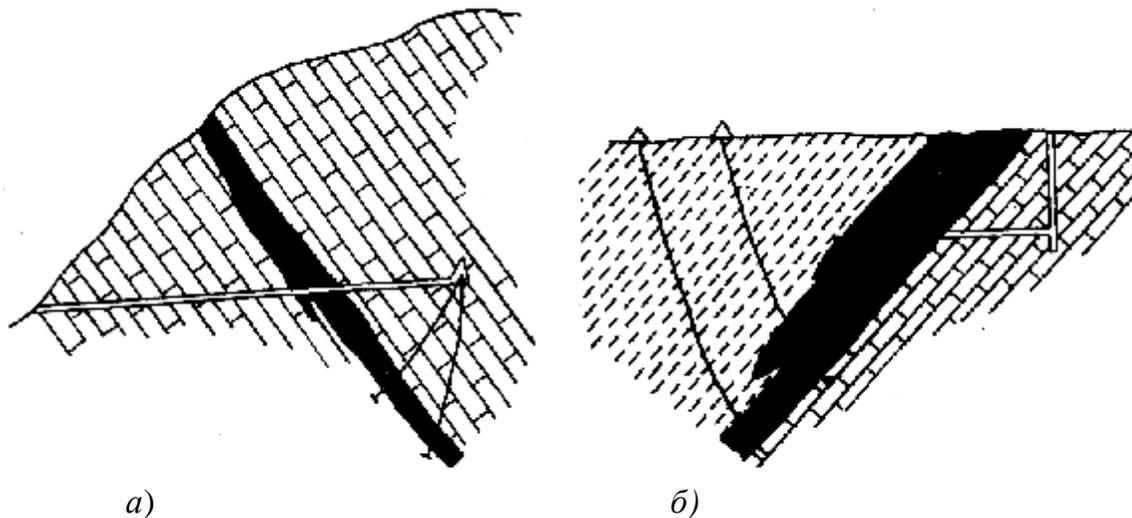


Рис. 11. 2. Сочетание штольни и подземных буровых скважин (*а*) и разведочной шахты с буровыми скважинами (*б*)

Кроме перечисленных, основных систем разведочных работ, существуют различные комбинации подземных горных выработок с буровыми скважинами.

ЛЕКЦИЯ 5

План лекции

1. Плотность разведочной сети и достоверность результатов разведки.
2. Факторы, определяющие выбор системы разведки.
3. Разведочная сеть.
4. Методы определения рациональной разведочной сети.
5. Содержание и порядок проектирования геологоразведочных работ.

12.1. Плотность разведочной сети и достоверность результатов разведки

В зависимости от геологических особенностей месторождения, а так же от решаемых задач применяются те или иные расстояния между разрезами и выработками, определяющие соответствующую плотность разведочной сети. Плотность разведочной сети - это площадь тела полезного ископаемого, приходящаяся на одну разведочную выработку, пересекающее тело (S_o):

$$S_o = \frac{S}{n},$$

где S - площадь тела полезного ископаемого, n - число выработок, пересекающих тело полезного ископаемого.

Плотность сети выражается как величиной площади S_o , так и расстояниями между разведочными выработками. Среди многих вопросов методики разведки важное значение имеет выбор плотности сети разведочных выработок и сети опробования, влекущей большие или меньшие затраты средств.

12.2. Факторы, определяющие выбор системы разведки

На выбор технических средств разведки и системы разведочных работ оказывают влияние геологические, горно-технические и географо-экономические.

Геологические факторы отражают условия формирования, состав и строение полезных ископаемых, закономерности их локализации в конкретных геологических структурах и условия эрозионного среза месторождений. Из них определяющее значение имеют характер связи залежей полезных ископаемых с элементами геологического строения, условия их залегания, устойчивость формы рудных тел, характер распределения ценного компонента.

Из *горно-технических факторов* наиболее существенное влияние на выбор технических средств и методов разведочных работ оказывают предполагаемые способы вскрытия и разработки месторождения, гидрогеологические условия, горнотехнические свойства полезного ископаемого и вмещающих пород.

Географо-экономические факторы в большинстве случаев не играют определяющей роли, но, в отдельных случаях, могут оказать существенное влияние как на выбор системы разработки, так и на выбор технических средств. Из этой группы факторов главнейшими являются транспортные воз-

возможности, энергетическая база, водные ресурсы, наличие крепежного леса, климат.

12.3. Разведочная сеть

Серия разведочных выработок, по которым можно построить разрез, обычно располагается вдоль некоторой разведочной линии, образующейся в пересечении плоскости разреза с дневной поверхностью или с плоскостью, в которой лежит тело полезного ископаемого. Разведочные линии обычно проходят вкрест простирания продуктивных свит, рудных зон или отдельных тел полезного ископаемого. При резком изменении простирания продуктивных толщ или зон ориентировка разведочных линий также соответственно меняется.

Применяются две основные формы размещения разведочных выработок: а) по геометрической сети - квадратной, прямоугольной, ромбической и б) линиям и рядам, вытянутым в определенных направлениях. Выбор той или иной формы размещения разведочных выработок определяется, главным образом, структурными особенностями месторождения.

12.4. Методы определения рациональной разведочной сети

Для определения рациональной формы и плотности разведочной сети применяются различные методы и способы: метод аналогии, сопоставление данных разведки и разработки, способ разряжения разведочной сети, аналитический и др.

Метод аналогии. Наиболее распространен для определения плотности разведочной сети и обобщен в "Инструкциях", "Методических указаниях" ГКЗ по применению классификации запасов для месторождений различных полезных ископаемых. В Инструкциях ГКЗ для каждого геолого-промышленного типа месторождений по каждому виду полезных ископаемых даются рекомендации, предусматривающие вид сети и расстояние между выработками для отнесения разведанных запасов к категориям *A*, *B* и *C₁*. При проектировании разведки месторождение относят на основании имеющихся данных к той или иной группе и в соответствии с геологическим заданием определяют плотность разведочной сети.

Способ разряжения разведочной сети представляет собой серию сопоставлений величин запасов полезного ископаемого, площадей и средних мощностей, средних содержаний, средних объемных масс, вычисленных по разведочным сетям различной плотности. При этом самые густые сети, выполненные при подготовке рудных тел к отработке (горноподготовительные, эксплуатационно-разведочные, нарезные работы), принимаются за эталон,

Выясненные таким образом погрешности при сетях различной плотности позволяют уточнить (выбрать) наиболее подходящую сеть.

Аналитический способ основан на применении элементарных формул математической статистики, которая используется для определения необходимого числа разведочных пересечений при заданном значении погрешности

$$N = \left(\frac{V_c}{p}\right)^2,$$

где n - необходимое число пересечений, V_c - коэффициент вариации содержания, p - значение погрешности.

Вводя в формулу еще один множитель, коэффициент вероятности t , который соответствует вероятности того, что в определенном числе случаев погрешность не будет превышать рассчитанного значения, то формула принимает вид:

$$N = \left(\frac{V_{ct}}{p}\right)^2,$$

Зная число необходимых разведочных пересечений и площадь объекта разведки можно ориентировочно определить плотность разведочной сети, в то же время следует помнить, что выборки по разведочным данным не всегда подчиняются закону нормального распределения, что не позволяет способом математической статистики надежно определять рациональную разведочную сеть.

Разведочная сеть выносится на местности с помощью *топогеодезических и маркшейдерских работ*. Эти данные являются графической основой для составления крупномасштабных геологических карт, геологоразведочных разрезов и планов.

При разведке месторождений проводится изучение *гидрогеологических и инженерно-геологических* условий, которые должны выполняться в соответствии с требованиями соответствующих инструкций.

12.5. Содержание и порядок проектирования геологоразведочных работ

Основой проведения любых геологоразведочных работ является **проект**.

В соответствии с Законом "О недрах" с 1.01.94 г. взамен ранее действующих нормативных документов по составлению проектно-сметной доку-

ментации на геологоразведочные работы были введены в действие: - справочники сметных норм (ССН-92);

- справочники норм основных расходов (СНОР-93);
- "Инструкция по составлению проектов и смет на геологоразведочные работы", 1993.

Инструкцией предусмотрено: на каждый объект геологического задания составляется единая проектно-сметная документация, предусматривающая все необходимые виды геологоразведочных и сопутствующих им работ. Основным документом, определяющим состав и объем проектируемых геологоразведочных работ, является геологическое задание на объект исследований. Порядок выдачи геологического задания зависит от стадии геологоразведочного процесса и собственника финансовых средств на выполнение работ.

Заказчиком на региональные и специальные работы, на поисковые и оценочные работы, выполняемые за счет средств федерального бюджета; разведочные работы, выполняемые за счет средств федерального бюджета для государственных нужд (для создания федерального резерва месторождений полезных ископаемых) является Министерство природных ресурсов. Геологические задания на объекты выставляются на конкурс со стартовыми ценами. На проведение поисковых и оценочных работ на общераспространенные полезные ископаемые Заказчиком может являться администрация региона.

Заказчиком на разведочные работы, выполняемые за счет средств организации, получившей лицензии на эксплуатацию месторождений, является владелец лицензии.

Организация-заказчик проектно-сметной документации направляет ее на экспертизу (в случае необходимости), а затем утверждает. В настоящее время проектно-сметная документация на геологоразведочные работы вместо документа, в первую очередь обеспечивающего финансирование работ, должна обеспечить решение поставленной задачи с минимальными затратами при фиксированной договорной цене (с учетом индексации сметных цен).

Геологическое задание. В геологическом задании должно быть указано, какая новая информация об объекте (по его конкретным параметрам) должна быть получена в результате выполнения проектируемых работ. Предусмотрены обязательные разделы геологического задания на объект:

- целевое назначение работ, пространственные границы объекта и основные оценочные параметры;
- геологические задачи, последовательность и сроки их выполнения, основные методы их решения, перечень инструкций и технических требований, обязательных при выполнении работ;
- формы и тираж отчетной документации, сроки завершения работ.

Геологическое задание на объект является неотъемлемой частью договора на производство работ.

Методическая часть проекта состоит из разделов:

- общие сведения об объекте работ;
- общая характеристика геологической изученности объекта;

- методика проектируемых работ; сводный перечень проектируемых работ.

К проекту прилагаются разрешительные и согласительные документы, контролирующих и государственных органов, договорная документация на выполнение геологических исследований и работ подрядными организациями и графические материалы, обосновывающие проектируемые работы и иллюстрирующие основные положения, развиваемые в проекте.

При разработке методической части проекта должны соблюдаться требования нормативных документов, определяющих содержание, методику и технологию всех видов геологоразведочных работ, с учетом требований охраны недр и окружающей среды. При наличии альтернативных проектных решений оптимальность выбранной методики устанавливается заказчиком.

В разделе "Общие сведения об объекте работ" приводятся: административное положение района работ, характер рельефа, климатические условия, гидрографическая сеть, залесенность, удаленность от железных дорог и водных путей и другие сведения, влияющие на организацию и стоимость работ.

В разделе "Общая характеристика геологической изученности объекта" приводятся:

- геологическая, гидрогеологическая, геохимическая, геофизическая и др. изученность территории. Краткий обзор и критический анализ ранее выполненных работ, а также рекомендации предыдущих исследователей по дальнейшему направлению работ;

- прогнозные ресурсы и запасы полезных ископаемых;
- обеспеченность объекта работ топокартами, аэро-, фото- и космическими снимками с указанием их масштабов и степени дешифрируемости;
- краткие сведения по стратиграфии, тектонике, магматизму, полезным ископаемым и гидрогеологии территории работ;
- данные, влияющие на выбор того или иного комплекса методов;
- прогноз экономических, экологических и других последствий возможных вариантов решения поставленных задач.

Методика проектируемых работ. На основе анализа особенностей объекта с учетом рекомендаций предыдущих исследований определяется объем недостающей информации для выполнения геологического задания и обосновывается рациональный комплекс работ (исследований), определяются места проектируемых работ (заложения геологоразведочных выработок, пунктов наблюдений, точек, площадей и пр.) с указанием последовательности их отработки.

Принятая методика проектируемых геологоразведочных работ должна учитывать в полном объеме требования утвержденных отраслевых инструкций по проведению отдельных видов геологических работ (исследований). Требования к качеству и объему отчетной документации должны быть отражены в проекте.

Методика работ должна быть изложена в порядке номенклатуры сборников:

Работы геологического содержания.
 Геоэкологические работы.
 Геофизические работы.
 Горно-разведочные работы.
 Разведочное бурение.
 Лабораторные исследования полезных ископаемых и горных пород.
 Топо-геодезические и маркшейдерские работы.

Из разделов методика работ составляется сводный перечень проектируемых работ по следующей форме (табл. 12.1):

Таблица 12.1

Сводный перечень проектируемых работ

| Виды, методы, способы, масштабы работ, условия производства (категории сложности, сечения выработок, категории пород и т.д.) | Номер нормы времени (выработки) по ССН-92 | Единица работ | Проектируемый объем |
|--|---|---------------|---------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |

Работы, не учтенные ССН-92, обосновываются в соответствующих разделах методики работ и включаются в сводный перечень дополнительно.

Производственная часть проекта должна содержать в себе организационные условия производства геологоразведочных работ, расчет времени, затрат труда и расхода материальных ценностей (в номенклатуре) на все виды геологических исследований и геологоразведочных работ, объемы которых определены в методической части проекта.

Исходя из календарного плана выполнения работ, составленного с учетом организационных условий производства, определяются необходимые трудовые и материальные ресурсы по годам. Обосновывается объем производственного и бытового строительства и количество необходимых материалов по годам. Составляется схема перевозки грузов и транспортировки персонала, рассчитывается необходимое количество грузов по видам транспорта и затрат времени на транспортировку персонала.

Обосновываются затраты на прочие сопутствующие работы (производственные командировки, полевое довольствие, доплаты и др.).

Определение стоимости и составление смет на геологоразведочные работы. Смета составляется на весь объем геологоразведочных работ и затрат, предусмотренных проектом. Сметная стоимость работ складывается из основных расходов, накладных расходов, плановых накоплений, компенсируемых затрат, подрядных работ и резерва на непредвиденные расходы. Нормы накладных расходов и плановых накоплений устанавливаются заказчиком проектно-сметной документации.

ЛЕКЦИЯ 6

План лекции

1. Геолого-экономическая оценка промышленного значения МПИ
2. Кондиции на минеральное сырье
3. Методика определения кондиций
4. Разведочные и эксплуатационные кондиции.

13. 1. Геолого-экономическая оценка промышленного значения МПИ

Геолого-экономическая оценка промышленного значения месторождений полезных ископаемых является важнейшей составной частью геологоразведочного процесса и представляет собой анализ влияния горно-геологических параметров месторождения на технико-экономические показатели его разработки, на основе этого анализа - выбор оптимального варианта разработки месторождения, обеспечивающего максимальные экономические выгоды и удовлетворение существующих потребностей в минеральном сырье, минимальные его потери и ущерб окружающей среде.

Геолого-экономическая оценка промышленного значения месторождения осуществляется в соответствии с Законом РФ "О недрах", другими законодательными и правительственными актами по рациональному и комплексному использованию недр и охране окружающей среды, действующего законодательства в области экологии и окружающей среды на основе всех запасов категорий $A+B+C_1+C_2$. В случае, когда основное количество запасов составляют запасы категории C_2 , достоверность данных о геологическом строении, условиях залегания и морфологии рудных тел полезного ископаемого, а также информация о качестве запасов должна быть подтверждена на участке детализации.

Геолого-экономическая оценка осуществляется без учета налогов, отчислений и платежей (базовый вариант), и с учетом налогов, отчислений и платежей, существующих на момент проведения оценки, которая отражает экономическую эффективность их разработки (коммерческий вариант).

На основе базовой оценки определяются общие геологические (потенциальные) запасы месторождения, в то время как коммерческая оценка позволяет определить ту их часть, которая в данный момент может быть отработана с приемлемым экономическим эффектом (балансовые запасы). Сопоставление этих запасов позволяет выявить необходимость и характер мер государственной поддержки недропользователя (налоговые и иные льготы), обеспечивающих возможность наиболее рационального и комплексного использования запасов месторождения.

13.2. Кондиции на минеральное сырье

Кондиции представляют собой совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их разработки, обеспечивающих наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения.

Бортовое содержание - это наименьшее содержание полезных компонентов в пробах, включаемых в подсчет запасов при оконтуривании тела полезного ископаемого по мощности (пересечению разведочной выработкой) в случае отсутствия его четких геологических границ. Бортовое содержание выражается содержанием полезного компонента, а в месторождениях комплексных руд - суммой имеющих промышленное значение содержаний полезных компонентов, приведенных к содержанию условного компонента, имеющего максимальную извлекаемую ценность.

Минимальное промышленное содержание полезного компонента в подсчетном блоке базового варианта - это такое содержание, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат на получение товарной продукции при нулевой рентабельности

Минимальные запасы изолированных (обособленных) тел (участков) полезных ископаемых. При наличии на месторождении, подлежащем подземной разработке, изолированных рудных тел (участков), отстоящих на значительном расстоянии от основных рудных тел и требующих проходки дополнительных выработок, в кондициях должны быть регламентированы условия отнесения запасов таких рудных тел (участков) к балансовым.

Минимальный коэффициент рудоносности в подсчетном блоке. Коэффициент рудоносности применяется в случае невозможности выделить и оконтурить в процессе геологоразведочных работ отдельные рудные тела. Минимальная величина коэффициента рудоносности устанавливается для подсчетного блока. При этом должны быть обоснованы условия выделения рудоносной зоны (залежи, тела), а также возможность и целесообразность селективного способа разработки рудных обособлений, учитываемых с помощью коэффициента рудоносности. Следует иметь в виду, что использование коэффициента рудоносности требует дополнительных затрат при эксплуатации месторождения, связанных с оконтуриванием безрудных или некондиционных участков и их селективной отработкой.

Минимальная мощность тел полезных ископаемых - это наименьшая мощность, которая должна учитываться при подсчете запасов. Минимальная мощность устанавливается, исходя из способа и системы разработки, условий залегания, крепости и устойчивости руд и вмещающих пород. Предельным значением мощности крутопадающих рудных тел, обеспечивающих возможность подземной разработки без подрыва вмещающих пород, является обычно 0,5-0,7 м. Для пологозалегающих рудных тел минимальная мощность для

подземной разработки принимается равной 1,4-1,5 м, что обеспечивает минимальную высоту очистного пространства. При открытой разработке минимальная мощность для селективной выемки зависит от принятой высоты уступа и применяемой техники (экскаваторов, скреперов и др.). Обычно минимальную мощность рудного тела, включаемую в подсчет запасов, принимают равной высоте или половине высоты уступа.

Оконтуривание маломощных рудных тел с повышенным содержанием определяется по *метропроценту (метрограмму)* с использованием формулы:

$$C_{\phi}M_{\phi} \geq C_{\sigma}M_{\sigma},$$

где C_{ϕ} и C_{σ} - фактическое и бортовое (или минимальное по пересечению) содержание полезного компонента; M_{ϕ} и M_{σ} - фактическая и минимальная (по кондициям) мощность рудного тела, м.

Максимально допустимая мощность прослоев пустых пород и некондиционных полезных ископаемых, включаемых в подсчетный контур. Действующая классификация запасов месторождений предусматривает, что запасы подсчитываются по наличию их в недрах без введения поправок на потери и разубоживание при добыче и обогащении, то есть без учета потерь и независимо от возможного разубоживания при добыче. Исходя из этого, прослои и участки пустых пород или некондиционных по содержанию руд не должны включаться в контуры балансовых запасов.

Однако практически это не всегда удается из-за сложного распределения кондиционных и некондиционных руд и невозможности их отдельного подсчета. Во многих случаях прослои пустых пород (некондиционных) руд из-за малой их мощности не могут быть селективно отработаны. Исключение этих прослоев из подсчета приводит к искусственному завышению содержания полезных компонентов в балансовых рудах. В связи с этим при разработке кондиций приходится определять допустимые мощности прослоев пустых пород (некондиционных руд), включаемых в подсчет балансовых запасов.

Следует отметить, что от размеров (мощности) включаемых прослоев пустых пород зависит морфология рудных тел, что оказывает влияние на контуры, количество и качество балансовых запасов.

Увеличение максимальной мощности пустых пород и некондиционных руд, включаемых в контур запасов, позволяет, как правило, использовать более производительную систему разработки, упрощает и удешевляет добычу руды, увеличивает запасы, но одновременно снижает качество руды, что ведет к снижению извлечения ценных компонентов и удорожает обогащение.

В случае сложного строения рудных тел, когда рудные интервалы чередуются с безрудными, максимальную мощность прослоев пустых пород и некондиционных полезных ископаемых следует устанавливать, исходя из условий соблюдения (при включении этих пород) требований промышленности к

качеству добываемого минерального сырья. В этих целях производятся расчеты качества добываемого сырья при различном соотношении мощностей полезных ископаемых и некондиционных прослоев и на их основе устанавливается предельная мощность прослоя, при которой еще возможно получение товарной продукции требуемого качества.

Коэффициенты для приведения содержаний полезных компонентов комплексных руд к содержанию условного компонента. В комплексных рудах минимальное промышленное содержание определяется обычно для всех компонентов, приведенное к одному из основных компонентов. Единое минимальное промышленное содержание рассчитывается на условный компонент. Приведение содержаний полезных компонентов комплексных руд к содержанию условного компонента осуществляется при помощи *переводных* коэффициентов.

Максимально допустимое содержание вредных примесей в подсчетном блоке, по выработке или пробе. В минеральном сырье кроме полезных компонентов нередко присутствуют вредные примеси, например, сера и фосфор в железных рудах; мышьяк и сера в ртутных рудах; сера и диоксид титана в бокситах; железо в керамическом сырье и стекольных песках и т.п. По полезным ископаемым, используемым без обогащения, максимальное содержание вредных примесей устанавливается в пробе или интервале разведочной выработки в соответствии с требованиями промышленности (ГОСТ, ТУ). Если при отработке месторождения предусматривается усреднение добытого минерального сырья, максимально допустимое содержание вредных примесей может устанавливаться для подсчетного блока.

Коэффициент вскрыши и максимальная глубина подсчета запасов.

Предельно допустимый коэффициент вскрыши или максимально допустимое соотношение мощностей вскрышных пород и полезного ископаемого устанавливается для каждого подсчетного блока (например, по россыпным месторождениям золота, олова и др.). Для глубоких карьеров в связи с невозможностью определения коэффициента вскрыши по каждому из подсчетных блоков, кондиции устанавливают коэффициент вскрыши для оптимального варианта контура карьера.

Коэффициент вскрыши для различных полезных ископаемых изменяется в широких пределах, в зависимости от ценности полезного ископаемого существуют приближенные показатели допустимых соотношений объемов вскрышных пород и руды. Например, для железных руд допустимый коэффициент вскрыши обычно менее 10, для цветных металлов до 15 и для редких металлов до 20. Расходы на вскрышу учитываются при определении минимального промышленного содержания. Поэтому в кондициях указывается предельный коэффициент вскрыши, который учтен в расчетах.

Максимальная глубина подсчета запасов для открытого способа разработки определяется предельными коэффициентами вскрыши, а для подземного - глубиной подземной разработки на основе прямых технико-экономических расчетов по вариантам глубины и добычи.

13.3. Методика определения кондиций

Бортовое содержание, как правило, определяется на основе повариантных технико-экономических расчетов. В качестве исходного варианта целесообразно применять бортовое содержание месторождения-аналога.

Варианты с более высоким или низким бортовым содержанием следует подбирать таким образом, чтобы разница в запасах различных вариантов составляла не менее 10% от общих запасов ближайшего варианта. Количество вариантов обычно 3 (не более 5). Верхний предел бортового содержания не должен быть выше минимального промышленного, а нижний - ниже содержания в хвостах, то есть уровня содержаний, при котором полезный компонент не извлекается в товарную продукцию. Критерием для оценки и выбора величины бортового содержания при разработке ТЭО разведочных кондиций являются показатели дохода и прибыльности за весь период разработки.

Минимальное промышленное содержание определяется по формуле:

$$C_{\text{мин.п.баз.}} = \frac{(Z_{\text{д}} + Z_{\text{о}})}{C_{\text{мк}} I_{\text{о}} (1 - P)} 100\% ,$$

где $Z_{\text{д}}$ и $Z_{\text{о}}$ - полные эксплуатационные затраты на добычу и обогащение руды, т. руб; $C_{\text{мк}}$ - цена 1 т полезного компонента в концентрате без НДС; $I_{\text{о}}$ - коэффициент извлечения при обогащении, доли единицы; P - разубоживание при добыче, доли единицы.

Минимальное промышленное содержание для *коммерческого* варианта оценки - обеспечивает возмещение всех затрат (с уплатой налогов, платежей)

$$C_{\text{мин.п.ком.}} = \frac{(Z_{\text{уп}} + H_{\text{у}})}{C_{\text{мк}} I_{\text{о}} (1 - P)} 100\% ,$$

где $Z_{\text{уп}}$ - полные эксплуатационные затраты с учетом налогов, которые входят в структуру эксплуатационных затрат, в т.ч. налог на право пользования недрами; $H_{\text{у}}$ - налоги, не входящие в структуру эксплуатационных затрат.

Минимальное промышленное содержание с учетом коэффициента рудоносности определяется по формуле:

$$C_{\text{к_мин}} = C_{\text{мин}} + C_{\text{д}} = \frac{(Z + Z_{\text{кр}})}{C_{\text{ИР}}} ,$$

где $C_{мин}$ - минимальное промышленное содержание, рассчитанное без учета дополнительных затрат на коэффициент рудоносности; $C_{д}$ - дополнительное содержание, на которое должно быть повышено минимальное промышленное содержание с учетом затрат на коэффициент рудоносности; Z - затраты на добычу и переработку 1 т руды; $Z_{кр}$ - дополнительные затраты, связанные с коэффициентом рудоносности.

Величина коэффициента рудоносности для различных месторождений изменяется от 0,9-0,8 до 0,4-0,5, а на ртутных месторождениях до 0,1.

Минимальное количество запасов. При определении целесообразности промышленного освоения (безубыточной добычи) изолированных рудных тел (участков) рекомендуется руководствоваться формулой:

$$Q_{мин} = \frac{Z_{доп} + P}{(C_u - Z_n) \Pi},$$

где $Q_{мин}$ - минимальные геологические запасы рудного тела; $Z_{доп}$ - дополнительные затраты, связанные с вскрытием и отработкой рудного тела (участка), руб; C_u - извлекаемая ценность всех полезных компонентов в расчете на 1 т добытой руды, руб; Z_n - эксплуатационные расходы на добычу и переработку 1 т руды оцениваемого (изолированного) рудного тела без учета $Z_{доп}$, руб; Π и P - коэффициенты, учитывающие эксплуатационные потери и разубоживание руды, доли единиц.

Извлекаемая ценность 1 т руды: если конечным продуктом горнорудного предприятия является руда, то цена является одновременно ее ценностью; если конечным продуктом является концентрат, то извлекаемая ценность (C_u) определяется по формуле:

$$C_u = C_k \delta,$$

где C_k - цена 1т концентрата; δ - выход концентрата из 1т руды.

$$d = \frac{C_p K_u K_p}{C_k},$$

где C_p - содержание металла в руде; K_u - коэффициент извлечения металла в концентрат; K_p - коэффициент качества (разубоживания); C_k - содержание металла в концентрате.

Переводной коэффициент. Расчетная формула для приведения содержания i -го компонента к содержанию главного (1-го) компонента имеет следующий вид:

$$K_{пер} = \frac{C_{i(n)} I_{i(n)}}{C_{1(o)} I_{1(o)}},$$

где C_i - цена единицы товарного металла из i -го компонента руды, руб;
 C_1 - цена единицы товарного металла главного компонента, руб; I_i - сквозное извлечение i -го компонента при обогащении (доли единицы); I_1 - сквозное извлечение главного компонента при обогащении (доли единицы).

13.4. Разведочные и эксплуатационные кондиции

Кондиции в соответствии с этапами изучения и освоения месторождений разделяются на *разведочные и эксплуатационные*.

Разведочные кондиции разрабатываются по результатам разведки и геолого-экономической оценки месторождений, для оконтуривания и подсчета запасов полезных ископаемых и определения их промышленной ценности. Разведочные кондиции разрабатываются в результате технико-экономического обоснования. ТЭО разведочных кондиций должны содержать в себе геологическое, горнотехническое, технологическое, экологическое и экономическое обоснования.

Эксплуатационные кондиции разрабатываются в процессе отработки месторождения при необходимости уточнения граничных требований к качеству полезного ископаемого и условиям его залегания применительно к частям месторождения: этажам, подэтажам, эксплуатационным блокам, панелям, выемочным участкам и др., существенно отличающимся по условиям отработки от средних показателей, принятых при обосновании разведочных кондиций, а также - при резком изменении рыночной конъюнктуры на минеральное сырье, продукты его переработки и цен на энергоресурсы.

Эксплуатационные кондиции могут обосновывать новые по сравнению с разведочными кондициями величины минимального промышленного и бортового содержания, а также другие параметры, относимые к конкретным выемочным единицам. В эксплуатационных кондициях в качестве основных параметров могут устанавливаться:

- предельно допустимое качество запасов на контуре выемочного участка; этот параметр является аналогом бортового содержания и в зависимости от конкретных условий может быть большим или меньшим величины, установленной разведочными кондициями;

- предельно допустимое качество запасов в целом по эксплуатационному блоку и его части. Этот параметр является аналогом минимального промышленного содержания в блоке, рассчитываемый по предстоящим затратам;
- минимальная выемочная мощность тела полезного ископаемого;
- минимальные запасы обособленного тела полезного ископаемого, целесообразные к отработке, исходя из окупаемости предстоящих затрат;
- максимальная длина безрудного участка залежи, включаемая в выемочный контур и др.

Согласно технологии горных работ, дополнительная информация появляется при переходе разведанных запасов в категорию вскрытых, последних – в подготовленные, затем - в готовые к выемке, отбитые и, наконец, выданные на поверхность. Это позволяет на каждом из выделенных уровней уточнять количество и качество запасов, горнотехнические условия отработки выемочных единиц или участков, и поэтому предельные показатели качества полезных ископаемых рассчитываются именно для этих уровней.

ЛЕКЦИЯ 7.1

План лекции

1. Оконтуривание рудных тел для подсчета запасов
2. Способы и основные принципы оконтуривания рудных тел.
3. Определение параметров подсчета запасов полезных ископаемых
4. Средние значения подсчетных параметров m , c и d

14.1. Оконтуривание рудных тел для подсчета запасов

Для подсчета запасов необходимо очертить площадь тела полезного ископаемого или площади сечений этого тела на топографических или маркшейдерских планах, разрезах, либо - на продольной проекции. Такая операция называется оконтуриванием. Для оконтуривания необходимо иметь утвержденные кондиции, которыми определяются принципы оконтуривания рудных тел.

Оконтуривание запасов по результатам разведочных работ производится последовательно - сначала по разведочным пересечениям (выработкам), затем по совокупности разведочных выработок (разрезах) и после этого - в продольных проекциях рудных залежей или зон.

Плоские тела - жилы, линзы, пласты - при пологом (менее 45°) залегании оконтуриваются в плане, при крутом – в проекции на вертикальную плоскость. Наклонные тела (при углах падения близких к 45°) - в их собственной плоскости. Трубообразные тела также оконтуриваются в плане (поло-

гие) и в вертикальной проекции (крутые). Изометричные тела оконтуриваются в плане.

14.2. Способы и основные принципы оконтуривания рудных тел

В порядке убывания точности построения контуров различают три способа оконтуривания: непрерывного прослеживания, интерполяции и экстраполяции.

Непрерывное прослеживание контактов выполняется, когда мощность тела полезного ископаемого меньше размеров прослеживающей выработки (штрека, восстающего, канавы и др.) или же эта выработка проходит непосредственно по контакту тела полезного ископаемого с вмещающими породами. Обычно с помощью этого способа удается построить только часть контура тела полезного ископаемого.

Интерполяция заключается в проведении контура через непосредственно установленные точки контакта полезного ископаемого с вмещающими породами (на разрезах) или через точки пересечения разведочными выработками полезного ископаемого (при построении контура на проекциях).

Экстраполяция представляет собой оконтуривание за пределами выработок, встретивших полезное ископаемое, т.е. данным способом отстраивается только внешний контур. Существуют два вида экстраполяции: ограниченная и неограниченная. *Ограниченная экстраполяция* – это проведение контура между выработками, одна из которых пересекла полезное ископаемое, а другая – нет. Конкретное положение опорной точки и, следовательно, контура определяются либо по формальным признакам – на половину, треть, четверть расстояния между этими выработками, либо на основании геологических закономерностей.

При неограниченной экстраполяции контур отстраивают за пределами выработок, подсекших полезное ископаемое, т.е. в этом случае установленных пределов экстраполяции нет, но положение опорных точек контура, как и при ограниченной экстраполяции, выявляется либо по формальным признакам – на четверть, половину, целое, удвоенное или другое расстояние между разведочными выработками, либо по геологическим признакам. Естественно, *наиболее достоверным будет положение контура, когда определение пределов экстраполяции основывалось на геологических закономерностях.*

Оконтуривание в пределах выработок. При равномерном распределении полезного компонента в тех случаях, когда границы рудного тела достаточно четкие и подсчетные контуры совпадают с геологическими, в задачу оконтуривания входит только проверка соответствия установленным условиям. Для маломощных рудных тел промышленный характер рудного пересечения определяется метропроцентом.

При неравномерном распределении полезного компонента в рудном теле, внешние границы рудного тела устанавливаются по результатам опробования.

Оконтуривание рудных тел по совокупности разведочных выработок.

При наличии четких геологических границ опорные точки наносятся на планы, разрезы или проекции по данным непосредственных замеров в выработках. Сложнее определяется контур на месторождениях, когда рудные тела не имеют четких границ с вмещающими породами. При оконтуривании тел полезных ископаемых различают различные виды контуров (рис. 14.1).

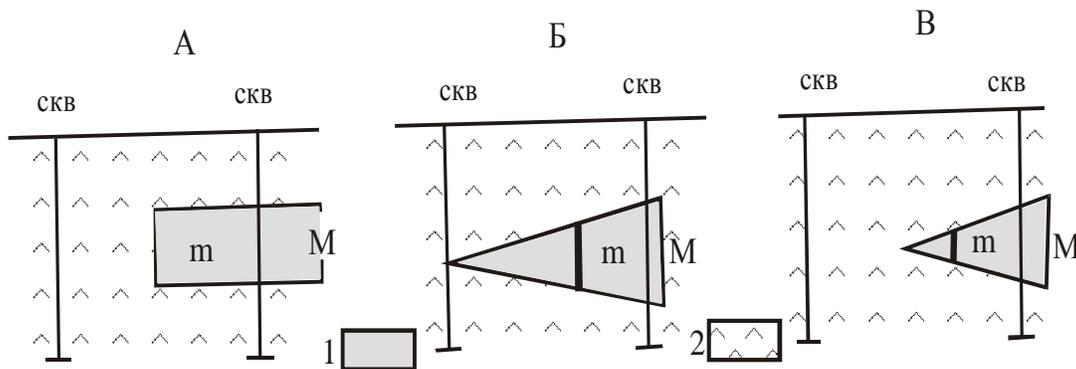


Рис. 14.1. Схема проведения контура тела полезного ископаемого (по В.В. Шевелеву) (на разрезе) при резком (А), постепенном его выклинивании между двумя выработками, одна из которых, не вскрывшая тело, принимается лежащей на нулевом контуре (Б) и контуре, проведенном через середину расстояния между выработками (В): 1 – тело полезного ископаемого; 2 – вмещающие породы; M – вскрытая мощность; m – минимальная кондиционная мощность тела полезного ископаемого.

При этом выделяются:

- внутренний контур интерполяции, проведенный через крайние разведочные выработки, вскрывшие (пересекшие) полезные ископаемые;
- внешний контур, проведенный за пределами крайних выработок; при этом различают: а) внешний контур ограниченный экстраполяцией, если за пределами рудных выработок имеются выработки безрудные, и б) внешний контур неограниченный экстраполяцией, если за рудными выработками безрудных выработок нет.

В случае неограниченной экстраполяции задача проведения внешнего контура становится наименее определенной и обычно многовариантной (рис. 14.2).

В практике часто применяются следующие формальные приемы неограниченной экстраполяции:

- 1) проведение внешнего контура параллельно внутреннему на расстоянии, равном расстоянию между разведочными выработками или половине

среднего расстояния между ними (для морфологически неустойчивых тел полезного ископаемого);

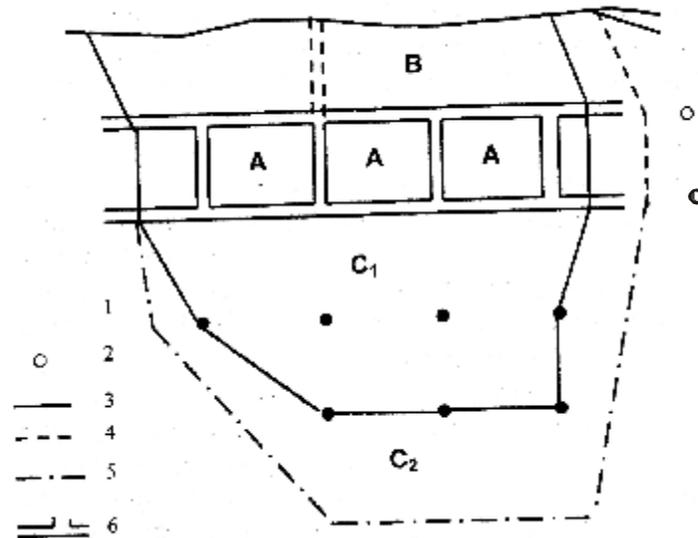


Рис. 14.2. Оконтуривание кругопадающего тела полезного ископаемого в проекции на вертикальную плоскость (по В.В. Шевелеву): 1 – проекция точки пересечения скважины с осевой поверхностью тела полезного ископаемого на вертикальную плоскость; 2 – скважины не вскрывшие рудного тела; 3 – внутренний контур интерполяции; 4 – внешний контур ограниченной экстраполяции; 5 – внешний контур неограниченной экстраполяции; 6 – горные выработки

2) проведение внешнего контура в зависимости от линейных размеров тела полезного ископаемого. По этому приему внешний контур образует треугольник, у которого высота принимается равной половине длины тела полезного ископаемого. Видоизменением этого приема является проведение внешнего контура по периметру прямоугольника с высотой, равной четверти длины тела полезного ископаемого;

3) проведение внешнего контура по поверхности конуса (для изометрических тел). Основанием этого конуса служит площадь сечения тела полезного ископаемого, ограниченная внутренним контуром, а высота равна половине среднего поперечного размера тела. Иногда на этом же основании строится полусфере.

Кондиционный состав и свойства полезного ископаемого являются показателями, на основе которых проводят рабочий (кондиционный) контур залежи, определяют ее форму и мощность.

Для достоверного определения мощности рудного тела на разрезе важна правильная увязка рудных интервалов выделенных по отдельным горным выработкам и скважинам (рис. 14.3).

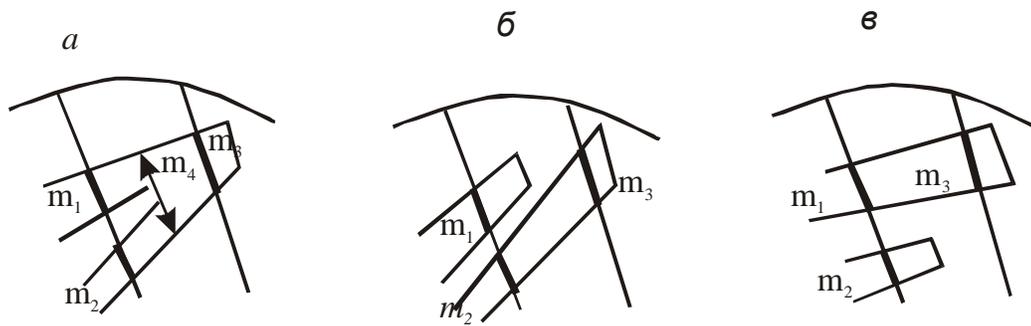


Рис. 14.3. Оконтуривание рудного тела в разрезе между двумя выработками (по В.В. Шевелеву): *a* – неправильный прием оконтуривания с завышением мощности рудного тела и запасов руды, *б* и *в* – варианты правильного оконтуривания; m_1, m_2, m_3 – стволовые мощности рудных тел по скважинам.

Таким образом, при установлении непрерывного или прерывистого залегания полезного ископаемого следует учитывать кондиции как по мощности, так и по качеству полезного ископаемого.

14.3. Определение параметров подсчета запасов полезных ископаемых

Параметрами подсчета называют определенные величины, дающие возможность вычислять запасы полезного ископаемого по месторождению или его части (блоку). кубических или в тоннах. В последнем случае они вычисляются как произведение объема V тела или его части (блока) на объемную массу полезного ископаемого d :

$$Q = Vd$$

Запасы полезного компонента P выражаются в тоннах или килограммах и представляют собой произведение запасов полезного ископаемого на среднее содержание заключенного в них полезного компонента c :

$$P = Qc$$

Для вычисления объема тела полезного ископаемого или его части (блока) принимается площадь в контуре уплощенного тела (в его плоскости или в проекции); штокообразные или изометричные тела характеризуются площадями горизонтальных или вертикальных сечений S . В качестве третьего измерения служит средняя мощность m уплощенного тела или расстояние между

параллельными разведочными сечениями. Объем тела или его части вычисляется из произведения этих двух величин:

$$V = Sm ,$$

Таким образом, подсчету запасов предшествуют:

- 1) вычисление или измерение на плане площади тела или площади поперечных сечений тела S ;
- 2) вычисление средней мощности тела или среднего расстояния между параллельными разведочными сечениями тела m ;
- 3) вычисление средней объемной массы полезного ископаемого d ;
- 4) вычисление среднего содержания полезного компонента c .

Площади тел или их сечений измеряются планиметром или палеткой, а в случае простых геометрических фигур - вычисляются по известным математическим выражениям. Обычно измерение площадей проводятся несколько раз, а в подсчете запасов участвуют средние их оценки, при условии, что частные замеры расходятся не более, чем на 3 -5%.

14.4. Средние значения подсчетных параметров m , c и d .

Вначале вычисляются средние значения параметров по отдельным разведочным пересечениям. Затем вычисляются средние значения по участкам (подсчетным блокам) на основании данных по разведочным пересечениям в пределах этого участка. И, наконец, средние величины m , c и d могут быть определены по месторождению в целом. В разведочной практике применяются два способа подсчета средних величин: 1) среднего арифметического и 2) среднего взвешенного.

Средняя мощность тела полезного ископаемого или его части обычно при небольшой изменчивости формы тел полезного ископаемого определяется способом среднеарифметического:

$$m_{cp} = \frac{\sum m_i}{n}$$

где n - число выработок (пересечений).

Если формы тела полезного ископаемого не выдержаны, а измеренные мощности сильно колеблются, средняя мощность определяется способом среднего взвешенного (на длину (l) или площадь влияния (S))

$$m_{cp} = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2 + \dots + m_n l_n}{\sum l},$$

$$m_{cp} = \frac{m_1 S_1 + m_2 S_2 + \dots + m_n S_n}{\sum S},$$

Средняя *объемная масса* также определяется по формуле среднего арифметического (при умеренной изменчивости мощности тела)

$$d_{cp} = \frac{\sum di}{n},$$

при неравномерных, изменчивых мощностях среднее значение объемной массы следует вычислять по формуле среднего взвешенного:

$$d_{cp} = \frac{d_1 m_1 + d_2 m_2 + \dots + d_n m_n}{\sum m},$$

При неравномерной разведочной сети и при значительных колебаниях объемной массы следует взвешивать и на площади влияния:

$$d_{cp} = \frac{d_1 m_1 S_1 + d_2 m_2 S_2 + \dots + d_n m_n S_n}{\sum m S},$$

где $d_1 \dots d_n$ - частные значения объемных масс; $m_1 \dots m_n$ - мощности, соответствующие этим значениям объемных масс; $S_1 \dots S_n$ - площади влияния отдельных разведочных выработок.

Содержание полезного компонента. При подсчете запасов большого числа металлических и неметаллических полезных ископаемых кроме запасов руды определяются также запасы ценных компонентов, для чего необходимо знать их содержание. Для таких полезных ископаемых как бокситы, железная и марганцевая руда и др., запасы ценных компонентов не подсчитываются, но характеристика сырья по содержанию их обязательна.

Среднее содержание полезного компонента почти всегда вычисляется как среднее взвешенное аналогичным образом:

$$C_{cp} = \frac{c_1 m_1 d_1 + c_2 m_2 d_2 + \dots + c_n m_n d_n}{\sum md}$$

В случаях, когда отсутствует корреляционная зависимость между содержанием и каким-либо другим параметром (мощностью, объемной массой, площадью или длиной влияния пробы) используют среднеарифметическую формулу. При подсчете среднеблочных содержаний часто встает задача правильного учета отдельных проб с резко выдающимися содержаниями полезных компонентов ("ураганных" проб). По рекомендации ГКЗ, к ураганным относятся отдельные пробы, превышающие средние содержания по разведочному пересечению более чем на 20 %, а по подсчетному блоку более, чем на 10 %. Их следует исключать из подсчета, а вместо них - принимать пробы с наиболее высоким содержанием из числа рядовых проб, по данному разведочному пересечению или блоку соответственно.

ЛЕКЦИЯ 7.2

План лекции

- 1. Способы (методы) подсчета запасов.**
- 2. Способ блоков.**
- 3. Способ разрезов (сечений).**
- 4. Статистический метод.**
- 5. Поправочные коэффициенты к подсчету запасов.**
- 6. Особенности подсчета запасов с использованием ЭВМ.**

15.1. Способы (методы) подсчета запасов

Несмотря на большое количество известных способов и методов подсчета запасов, в практике геологоразведочных широко используются два способа: способ блоков и способ разрезов. Реже используется статистический способ. В последние годы распространение получил компьютерный способ подсчета запасов с использованием блочных моделей.

Известно, что точность и достоверность запасов определяются главным образом геологической изученностью и фактическими данными разведки и гораздо меньше зависят от применяемых способов подсчета. Запасы почти всех разведанных месторождений могут быть надежно подсчитаны способом блоков либо разрезов. Оба способа позволяют использовать для оконтуривания подсчетных блоков всю совокупность выявленных разведкой геологических данных и не искажают представлений о природных морфологических особенностях залежей полезных ископаемых.

Учитывая, что понятие способ является по смыслу более широким, чем метод, можно выделить следующие методы:

Способ блоков:

- 1) метод среднего арифметического;
- 2) метод геологических блоков;
- 3) метод эксплуатационных блоков.

Способ разрезов (сечений):

- 1) метод вертикальных разрезов (сечений);
- 2) метод горизонтальных разрезов (сечений);
- 3) метод линейный.

15.2. Способ блоков

Метод среднего арифметического является упрощенным приемом и применяется на ранних стадиях геологоразведочных работ для ориентировочных оценок запасов. С этой целью вся залежь полезного ископаемого приравнивается к равновеликой фигуре - диску с высотой, равной средней мощности залежи, которая вычисляется по совокупности всех разведочных разрезов, вошедших в контур. Запасы подсчитываются по формулам:

$$V = Sm; \quad Q = Vd; \quad P = Q \frac{C}{100},$$

где V - объем залежи, м³; S - площадь залежи на проекции, м²; m - средняя горизонтальная (или вертикальная) мощность залежи, м; Q - запасы полезного ископаемого, т; d - объемная масса, т/м³; c - среднее содержание полезного компонента в залежи, %; P - запасы полезного компонента, т.

Достоинством среднеарифметического метода подсчета запасов является простота графических построений и вычислений. Недостатком его является невозможность выделения по результатам подсчета запасов отдельных сортов руды. Кроме того, этот метод применим только при равномерном распределении выработок и скважин, в противном случае конечные результаты подсчета будут искажены.

Метод геологических блоков является ведущим при подсчете запасов рудных и нерудных полезных ископаемых и, по существу, единственным при подсчете запасов угля. Основой метода является выделение и оконтуривание подсчетных блоков по степени изученности и близким значениям ведущих геолого-промышленных параметров (мощности, содержанию, условиям залегания), т.е. по различным геологическим признакам. Отсюда и название выделяемых блоков: "геологические блоки". Этот метод позволяет с максимальной обоснованностью для данной степени разведанности блока определить

средние значения подсчетных параметров и надежные пределы их интерполяции и экстраполяции (рис. 15.1).

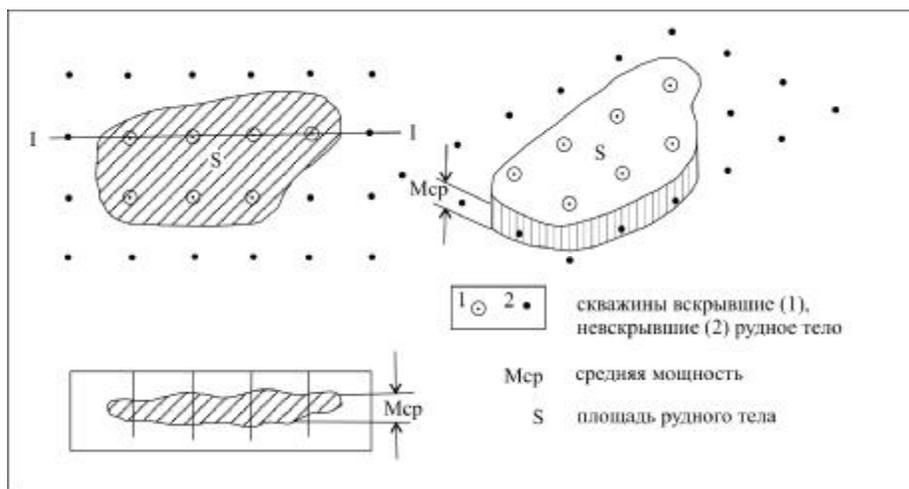


Рис. 15.1. Преобразование тела полезного ископаемого в геометрически правильную фигуру для целей подсчета запасов

Истинная сложная форма блока при этом заменяется формой плоского параллелепипеда, площадь основания которого равна площади блока, а высота - средней мощности залежи. Запасы руды и ценных компонентов по этому методу считаются с определением среднего взвешенного, если исходные данные по разведочным пересечениям существенно различны. Блоки оконтуриваются по следующим признакам:

- 1) выделяются площади разной степени разведанности для подсчета запасов по различным категориям;
- 2) выделяются площади разных типов и сортов полезного ископаемого;
- 3) выделяются площади с различными горно-техническими условиями эксплуатации.

Общие запасы полезного ископаемого подсчитываются суммированием запасов по всем блокам. Главным достоинством метода геологических блоков является его простота, а в случае геометризации неправильной разведочной сети он является единственным рациональным методом подсчета запасов.

Недостатками этого метода является то, что его подсчетные блоки (по крайней мере часть) обычно не соответствует эксплуатационным блокам, поэтому при проектировании разработки месторождения приходится пере-страивать подсчетные блоки и производить пересчет запасов. Этот метод не всегда может применяться для подсчета запасов складчатых и других сложно построенных залежей, формы которых резко искажаются при проектировании на плоскость.

Метод эксплуатационных блоков применяется для подсчета запасов месторождений рудных и неметаллических полезных ископаемых, разведанных горными выработками. Под эксплуатационными понимаются блоки,

оконтуренные горными выработками с двух, трех или четырех сторон и соответственно детально опробованные. Блокировку производят так, чтобы запасы можно было легко группировать по эксплуатационным блокам: этажам, уступам карьеров и т.п.

Графические построения сводятся к составлению продольных проекций залежей. Запасы полезного ископаемого по каждому эксплуатационному блоку определяют как произведение его площади на среднюю горизонтальную (или вертикальную) мощность и на среднюю объемную массу полезного ископаемого, а запасы полезного компонента - как произведение запасов полезного ископаемого на среднеблочное содержание полезного компонента.

15.3. Способ разрезов (сечений)

Применяется для подсчета запасов, главным образом, месторождений сложной формы, - разведанных системами разведочных выработок, на основании которых можно построить вертикальные геологические разрезы или погоризонтные планы. Сущность метода заключается в способе определения объема блока. В отличие от других методов он определяется не по площади залежи и ее мощности, а по площади сечений залежи (вертикальных - метод вертикальных сечений, или горизонтальных - метод горизонтальных сечений) и расстоянию между сечениями. Контуры рудных залежей или зон отстраиваются в плоскостях геологических разрезов, а границы подсчетных блоков совпадают с плоскостями разрезов. Запасы подсчитываются отдельно в каждом блоке, а затем суммируются (рис. 15.2.).

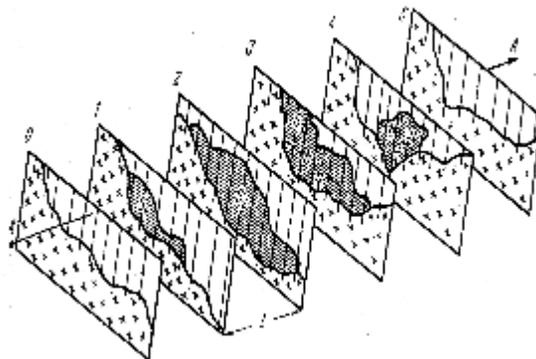


Рис. 15.2.Схема подсчета запасов способом разрезов (по В.В. Шевелеву).
Заштрихованы фактические площади сечений рудного тела в разведочных сечениях.

Способ разрезов обеспечивает наиболее правдоподобное преобразование объемов залежей, а совмещение подсчетных и геологических разрезов в одной плоскости способствует полному учету геологических особенностей месторождения при проведении контуров промышленной минерализации. В

случае, если разрезы не параллельны, вводятся поправки за непараллельность разрезов.

Для вычисления объемов блоков между разрезами, расположенными друг от друга на расстоянии l , в зависимости от форм и соотношения площадей продуктивных залежей S_1 и S_2 применяются формулы призмы (если площади обоих сечений примерно равновелики:

$$V = \frac{S_1 + S_2}{2} l$$

В зависимости от характера выклинивания крайних блоков, которые опираются лишь одной стороной на разведочный разрез, объем их вычисляется по формуле конуса или клина.

Площади залежей измеряются непосредственно на разрезах с помощью планиметра или палетки. Определение площади палеткой может применяться только для крупных блоков перекрываемых десятками точек. Для перехода от объема к запасу руды и запасу металла определяются средние показатели объемной массы и содержания по сечениям, на которые опираются блоки, а затем средние значения для блока.

Часто возникает необходимость разделения подсчетных блоков на более мелкие блоки, например, по категориям запасов, сортам и типам сырья. Для этого соответствующие частные блоки оконтуриваются по разведочным линиям и выделяются на разрезах, а объемы их вычисляются по указанным выше формулам. Способ разрезов на практике применяется очень широко, а для месторождений сложной формы он является наиболее рациональным.

Основные недостатки этого способа: при определении объема блока данные о контуре тела между сечениями не принимаются во внимание (предполагается, что площадь от одного сечения к другому изменяется линейно), а также не учитываются данные опробования между сечениями. Чем сложнее форма тела в плане и чем сложнее распределение ценного компонента, тем в большей степени приобретают отрицательное значение указанные недостатки рассматриваемого способа.

Линейный метод. Этот метод является разновидностью (вариантом) способа разрезов (сечений) и наиболее широко применяется на россыпных месторождениях. Известны две методики подсчета запасов: с опорой на одну линию, когда каждый блок опирается на один разрез, с экстраполяцией его данных в обе стороны от линии разреза; с опорой на две линии, когда блоки опираются на две линии, за исключением двух крайних блоков - правого и левого при вертикальных разрезах. Эти последние блоки опираются лишь одной стороной на разведочный разрез, с другой ограничиваются экстраполяционными поверхностями по геологическим или иным соображениям. При разведке россыпных месторождений чаще применяется второй вариант (с опорой

блока на две линии), т.к. в этом случае повышается степень достоверности определений запаса песков (горной массы) и полезного компонента за счет увеличения числа разведочных пересечений по каждому блоку.

Подсчет запасов линейным методом распадается на два этапа. Вначале подсчитываются так называемые линейные запасы в пределах условных пластин, соответствующих по площадям каждому разведочному разрезу толщиной 1 м; затем путем усреднения данных по разрезам, ограничивающих блоки, находятся значения подсчетных параметров для каждого блока.

Подсчет ведется в следующем порядке.

1. Определяются запасы участков, расположенных между двумя выработками на разведочной линии.

2. Запасы участков в пределах разведочной линии суммируются, что дает запасы в ленте шириной 1 м.

3. На основании данных о запасах в разрезах по разведочным линиям, определяются запасы в блоках.

Общие запасы определяются путем суммирования запасов по отдельным подсчетным блокам.

15.4. Статистический способ

Применяется для подсчета запасов месторождений с крайне неравномерным гнездовым распределением основных ценных компонентов, если обычные способы опробования и подсчета запасов не обеспечивают получения представительных данных. Сущность способа заключается в том, что по результатам разведочно-эксплуатационных работ определяется среднее количество ("выход") полезного компонента, приходящегося на единицу площади или объема залежи. Выход полезного компонента характеризует продуктивность изученного участка. Для подсчета запасов преимущественно по категории C_2 среднюю величину продуктивности распространяют на всю потенциально рудоносную площадь или объем. При подсчете статистическим способом определяются не геологические, а извлекаемые запасы полезного ископаемого, что не соответствует принципам учета и подсчета запасов в недрах. Для того, чтобы оценить запасы по их состоянию в недрах, к извлекаемым запасам нужно прибавить запасы, заключенные во всех видах потерь, которые определяются эксплуатационным путем.

Статистический способ подсчета запасов применяется как вынужденный прием, когда другие методы подсчета не обеспечивают надежных данных вследствие весьма малых размеров скоплений ценных компонентов, которые изолированы друг от друга и рассеяны в массе вмещающих пород (например, месторождений пьезокварца и др.), а также - при подсчете запасов отдельных сортов и типов руд и оценке прогнозных ресурсов категории P_1 .

15.5. Поправочные коэффициенты к подсчету запасов

При подсчете запасов нередко применяют поправочные коэффициенты, которые условно можно разделить на две группы: поправочные коэффициенты, учитывающие особенности геологического строения месторождения (коэффициент рудоносности, коэффициент валунистости, каменистости, льдистости россыпей, закарстованности карбонатных пород) и поправочные коэффициенты, связанные с низким качеством геологоразведочных работ и опробования. Эти коэффициенты неизбежны при подсчете запасов сложных месторождений, особенно по низким категориям, когда имеются немногие разведочные пересечения.

Коэффициент рудоносности является наиболее распространенным поправочным коэффициентом, выражающий собой отношение длины рудных интервалов по скважинам или горным выработкам (l_p) к общей длине пересечений в пределах продуктивной зоны - в границах промышленного оруденения (l_o):

$$K_p = \frac{l_p}{l_o}$$

Разновидностями коэффициента рудоносности (продуктивности) можно назвать коэффициенты: валунистости, каменистости, льдистости россыпей, а также коэффициент закарстованности карбонатных пород.

Коэффициент к определению содержания полезного компонента является следствием систематической погрешности результатов рядового опробования и определяется недостатками методики и техники разведочных работ (неточность анализов, избирательное истирание керна, занижение содержаний при разведке россыпей бурением и др.). Погрешности в определении содержаний устанавливаются контрольным опробованием или контрольными анализами. Величина коэффициента вычисляется по формуле:

$$K = \frac{C_k}{C_o}$$

где C_o - среднее содержание компонента по рядовым пробам, C_k - среднее содержание по контрольным пробам.

Коэффициент к определению мощности рудных тел. Этот коэффициент вводится на уточнение замеров мощности рудных тел при разведке бурением вследствие неполного выхода керна, неучтенного искривления сква-

жин и других причин. В этих случаях мощность уточняется по данным горных работ, а также, где это возможно, - по данным каротажа. Величина мощности рудного тела, определенного бурением, корректируется при помощи поправочного коэффициента, который может иметь величину как больше, так и меньше единицы.

Коэффициент к определению объемной массы применяется, когда установлена систематическая погрешность его определения лабораторным способом. Обычно контрольные определения объемной массы осуществляются на больших массах полезного ископаемого - по валовым пробам. Этот коэффициент определяется как отношение:

$$K = \frac{d_k}{d_l}$$

где d_k - объемная масса по контрольным измерениям; d_l - средняя объемная масса по лабораторным измерениям.

Поправочные коэффициенты должны вводиться в расчеты по каждой пробе из числа тех, которым оказалась свойственна погрешность соответствующих определений. Если же контрольные исследования проведены на участке, где имеются отклонения контрольных определений разного знака от первоначальных, то поправочный коэффициент должен вводиться для уточнения данных по группе проб, отобранных с данного участка, но не к каждой отдельной пробе.

15.6. Особенности подсчета запасов с использованием ЭВМ

В последнее время для целей подсчета запасов достаточно широко применяется ЭВМ. Наметилось два принципиально различных пути использования ЭВМ:

- разработка программ, механизмирующих расчетные операции на традиционной основе;
- создание полностью автоматизированных систем подсчета (АС).

Механизация подсчетных операций (выводы средних мощностей, средних содержаний и т.д.), не дает большого выигрыша во времени и дополнительной информации. Второй путь сложнее, но перспективней.

Подсчет запасов с использованием ЭВМ позволяет: оптимизировать выделение рудных интервалов, что улучшает качество оконтуривания, исключить многочисленные арифметические ошибки, резко сократить время на подсчет запасов. В то же время применение более сложных способов не сопровождается существенным увеличением точности, т.к. ЭВМ используется в данном

случае только как более совершенное техническое средство счета. В свою очередь обработка материалов внутреннего и внешнего контроля опробования, повариантный расчет бортового содержания, анализ разведочной сети, корреляционные связи с применением ЭВМ значительно сокращает время операций. При вычислении среднеблочных значений могут широко использоваться уравнения множественной регрессии или различные модификации крайгинга, применение которых невозможно без ЭВМ. Основная трудность перехода к автоматизированной системе подсчета запасов заключается в том, что некоторые операции (геометризация и блокировка запасов), не поддаются автоматизации и требуют обязательно вмешательства специалиста. Это, в свою очередь, приводит к нерациональному, прерывистому режиму работы ЭВМ. Кроме того, большие затраты времени и труда связаны не столько с подсчетами, сколько с подготовительными операциями. Поэтому для эффективного использования ЭВМ необходима широкая автоматизация всех стадий сбора и обработки первичной документации. Это предусматривают современные компьютерные системы обработки горно-геологической информации в частности: ДАТАМАЙН, МИКРОМАЙН, СЮРПЕК и др.

ЛЕКЦИЯ 8

План лекции

- 1. Техничко-экономическое обоснование (ТЭО) промышленного значения месторождения.**
- 2. Части ТЭО (геологическая, горнотехническая, технологическая, вопросы охраны окружающей среды, подсчет запасов, экономическая).**
- 3. Показатели эффективности освоения месторождения.**

16.1. Техничко-экономическое обоснование промышленного значения месторождения

Геолого-экономическая оценка включает разработку кондиций и выполняется в виде технико-экономического обоснования (ТЭО) промышленного значения месторождения, в состав которого входят обязательные части: геологическая; горнотехническая; технологическая; вопросы охраны окружающей среды; подсчет запасов; экономическая.

16.2. Части ТЭО

Геологическая часть включает разделы: географо-экономическая характеристика района; геологическое строение района; геологическое строение месторождения; методика геологоразведочных работ; методика и техника геофизических работ; принятая методика опробования; аналитические работы; гидрогеологические и инженерно-геологические условия. Содержания некоторых разделов ниже раскрыты более полно.

Методика геологоразведочных работ. Приводятся сведения о проведенной топографической съемке, системе координат и привязке разведочных выработок. Изученность месторождения: геологическая съемка, геохимические и геофизические исследования, проходка шурфов, канав. 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.

Глубины, диаметры и конструкции разведочных скважин, способ и технология бурения, результаты замеров зенитных и азимутальных искривлений скважин. Выход керна, интервалы с низким выходом керна, представительность керна избирательное истирание керна, поправочные коэффициенты, выход шлама весовой или объемный при шарошечном или ударном бурении.

Методика и техника геофизических работ, основные результаты, случайные и систематические погрешности геофизических измерений.

Принятая методика опробования буровых скважин и горных выработок, качество опробования, оценка достоверности результатов, наличие систематических погрешностей, поправочные коэффициенты, схема обработки проб, групповые пробы, метод 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 предлагаемых поправочных коэффициентов. Методы и число определений объемной массы и естественной влажности для различных типов и сортов полезных ископаемых. Обоснование значений объемной массы, принятых для подсчета запасов.

Гидрогеологические и инженерно-геологические условия.

Горнотехническая часть обосновывает выбор способа разработки месторождения. Оценке подлежат следующие варианты добычи:

- открытым способом;
- подземным способом;
- открытым и подземным (комбинированным) способом;
- геотехнологическими методами.

Выбор способа разработки месторождения (за исключением геотехнологических методов) производится методом вариантных расчетов или аналитически с использованием граничного (предельного) коэффициента вскрыши. Обычно он определяется исходя из равенства себестоимости добычи полезного ископаемого открытым и подземным способами.

При предварительных геолого-экономических оценках для определения оптимальной продолжительности работы горного предприятия (T) используют эмпирические формулы Тейлора:

$$T = 0,2 \cdot \sqrt[4]{\text{запасы руды (т)}, \text{ или}} \\ T = 0,65 \cdot \sqrt[4]{\text{запасы руды (млн.т.)}}$$

Согласно «Единым нормам технологического проектирования» годовая производительность предприятия (рудника) в зависимости от сроков эксплуатации должна быть следующей (табл.16.1):

Таблица 16.1

Сроки эксплуатации предприятия в зависимости от его производительности

| | | | | |
|---|--------|----------|-----------|--------|
| Годовая мощность предприятия, тыс.т | до 300 | 300-1000 | 1000-2000 | > 2000 |
| Минимальный срок существования предприятия, лет | 10 | 15 | 20 | 30-40 |

Величины потерь и разубоживания определяются, как правило, в значениях, достигнутых на предприятиях – аналогах, при этом следует руководствоваться «Типовыми методическими указаниями по определению, нормированию, учету и экономической оценке потерь твердых полезных ископаемых при их добыче». На основе принятых уровней потерь и разубоживания выполняется расчет промышленных и эксплуатационных запасов. К промышленным относятся запасы месторождения за вычетом проектных потерь, а к эксплуатационным – промышленные запасы с учетом разубоживания.

Исходя из принятых проектных решений и рассчитанных параметров, определяются объемы основных фондов рудника.

В технологической части приводятся объемы и виды технологических исследований, показатели выбранной технологической схемы (схем): качество получаемой товарной продукции, ее выход от исходного минерального сырья, по рудным месторождениям - извлечение основных и попутных компонентов в товарную продукцию в процентах. Производительность обогатительной фабрики принимается равной годовой производительности рудника по руде. Дается содержание попутных компонентов в продуктах обогащения, баланс распределения каждого попутного компонента по минералам и продуктам. Определяется состав и свойства отходов основного производства, возможность их промышленного использования, целесообразность учета количества отдельных видов отходов или утверждения их запасов.

Вопросы охраны окружающей среды и экологическое обоснование проектов кондиций разрабатывается на базе материалов, собранных в процессе специализированных исследований в период изучения (разведки) месторождения. Разработка экологического обоснования проектов разведочных кондиций осуществляется в соответствии с "Методическими указаниями к экологическому обоснованию проектов разведочных кондиций на минеральное сырье".

Основные результаты проведения предпроектной стадии экологического обоснования помещаются в специальном разделе "Экологическое обоснование предполагаемой хозяйственной деятельности" общей пояснительной записки, к которой прикладываются копии документов о согласовании предпроектных решений с заинтересованными организациями, органами государственного надзора.

Подсчет запасов. Обосновывается принятый метод подсчета запасов, кондиции, принятые для подсчета запасов, принципы оконтуривания тел полезных ископаемых, отступления от принятых кондиций при оконтуривании, обоснование принятых контуров тел полезных ископаемых. Дается обоснование выделения подсчетных блоков и категорий запасов, методика определения средней величины подсчетных параметров, объемов блоков, обоснования применяемых поправочных коэффициентов, методика выявления и ограничения выдающихся ("ураганных") содержаний полезных компонентов. Принятые методы подсчета запасов попутных полезных компонентов.

При наличии на месторождении нескольких сортов руд, требующих отдельной добычи и переработки, для каждого сорта руд обосновываются соответствующие кондиции.

Прилагаются результаты повариантных подсчетов запасов руды и полезных компонентов (табл.16.2).

В экономической части обосновываются технико - экономические показатели освоения месторождения. Для геолого-экономической оценки месторождения и обоснования подсчетных параметров кондиций первостепенное значение имеет обоснованность размеров капитальных вложений в освоение месторождения и эксплуатационных расходов.

Основными элементами капитальных затрат при строительстве горнодобывающего (горно-обогатительного) предприятия являются:

- капиталовложения в промышленное и гражданское строительство;
- затраты на приобретение, транспортировку и монтаж оборудования;
- природовосстановительные затраты в процессе строительства;
- оборотные средства (оборотный капитал).

Капитальные вложения подразделяются на две части: промышленного и непромышленного назначения. Созданные основные фонды предприятия также подразделяются на фонды промышленного и непромышленного назначения. В капитальные вложения промышленного назначения входят затраты на изыскательские и подготовительные работы, строительство зданий и сооружений (шахт, обогатительных фабрик, иногда металлургического завода,

энергохозяйства и др.), горнокапитальные работы, приобретение и монтаж оборудования.

Таблица 16.2

Результаты повариантных подсчетов запасов руды и полезных компонентов

| Показатели | Единица измерения | Варианты бортового содержания | | |
|---|-------------------|-------------------------------|----|-----|
| | | 1 | II | III |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Запасы руды в недрах | тыс.т | | | |
| Категория $A+B+C_1$ | | | | |
| Категория C_2 | " | | | |
| Категория $A+B+C_1+C_2$ | " | | | |
| Среднее содержание полезного компонента | | | | |
| Запасов категории $A+B+C_1$ | %, г/т | | | |
| Запасов категории C_2 | " | | | |
| Запасов категории $A+B+C_1+C_2$ | " | | | |
| Запасы полезного компонента | | | | |
| категории $A+B+C_1$ | тыс.т. | | | |
| категории C_2 | " | | | |
| категории $A+B+C_1+C_2$ | " | | | |

При определении величины капитальных вложений в промышленное строительство предпочтительными являются прямые сметные оценки затрат. Прямым счетом целесообразно определять капитальные вложения в горнокапитальные работы, затраты на приобретение и монтаж оборудования; капитальные вложения в строительство рудника и фабрики определяются, исходя из годовой производительности и удельных затрат на 1 т производственных мощностей на предприятиях – аналогах с соответствующей корректировкой (на местные условия, изменения цен на материалы и т.д.). Важное значение для оценки имеют не только общие, но и удельные капитальные вложения на единицу (на 1 т руды, на 1 м³ песков)

$$K_{y\partial} = \frac{K_{общ}}{A_{год}},$$

где $K_{общ}$ – общие капиталовложения; $A_{год}$ – годовая производственная мощность предприятия. Капитальные вложения в строительство объектов не-промышленного назначения определяются, исходя из численности персонала и удельных затрат на 1 человека.

Эксплуатационные затраты, связанные с добычей и обогащением полезного ископаемого, определяют себестоимость продукции горного предприятия.

Основными составляющими эксплуатационных затрат являются:

- заработная плата;
- начисления на заработную плату;
- стоимость сырья и материалов;
- затраты на электро- и тепловую энергию;
- текущие затраты на природовосстановление;
- ремонт и содержание основных фондов;
- амортизационные отчисления;
- управленческие расходы.

Для определения амортизационных отчислений основные производственные фонды делятся на две части:

а) основные фонды, связанные со вскрытием, подготовкой и обработкой запасов полезного ископаемого (в частности, горно-капитальные выработки и др.). Начисления амортизации по ним производится по потонной ставке – отчислением на тонну погашенных запасов полезного ископаемого;

б) остальные основные фонды предприятия - машины, оборудования, транспорт и т.п., начисления амортизации по которым осуществляются в общем порядке по единым нормам для данного вида основных средств;

Эксплуатационные затраты делятся на *переменные* (зарплата, материалы и т.п.), абсолютная величина которых меняется пропорционально изменению объемов производства, а относительная величина на единицу продукции остается неизменной, и *условно-переменные* (цеховые и общерудничные) расходы, абсолютная величина которых практически не меняется в зависимости от объемов производства, а относительная (в расчете на единицу продукции), напротив - изменяется.

Эксплуатационные затраты состоят из цеховых, общекомбинатских, внепроизводственных и затрат по охране окружающей среды.

Цеховые эксплуатационные затраты определяются в зависимости от годовой производительности и условий разработки месторождения.

Общекомбинатские расходы зависят от цеховой себестоимости добычи и обогащения и составляют обычно 8-10% от цеховых расходов.

Затраты по охране окружающей среды рассчитываются отдельно, в зависимости от характера производственной деятельности, и включаются в эксплуатационные затраты.

16.3. Показатели эффективности освоения месторождений

Приводятся показатели эффективности освоения месторождения, обосновывается оптимальный вариант освоения месторождения и его про-

мышленное значение на основе сопоставления его технико-экономических показателей при различных значениях бортового содержания. Поскольку варианты освоения месторождения являются альтернативными инвестиционными проектами, то выбор оптимального из них осуществляется по критерию обращения в максимум показателя чистого дисконтированного дохода или чистой дисконтированной прибыли.

Раздел 6. Учебные и учебно-методические материалы (УММ)

6.1. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2011 Автор: Сазонов А.А. Издательство: ДМК Пресс, 2011 г. "Книгафонд"

6.2. 2D-черчение в AutoCAD 2007-2010. Самоучитель Автор: Климачева Т.Н. Издательство: ДМК Пресс, 2009 г. "Книгафонд"

Раздел 7. Методические указания по самостоятельной работе студентов

| № | Темы занятий | Задания на СРС | Цель и содерж. заданий | Реком. литер. (стр.) | Форма конт. | Сроки сдачи | Макс. балл |
|---|--|----------------|---|----------------------|---|-------------|------------|
| 1 | Общие положения, по геолого-экономической оценке, месторождений. Основные принципы оценки. Факторы, влияющие на промышленную ценность месторождения. Система показателей оценки месторождения. | Индивидуально | Раскрыть тему; введение; основная часть; заключение | [1], 51-108 | Один реферат или презентация по выбору студента | До декабря | 5 |
| 2 | Годовая производительность. Товарная продукция. Себестоимость продукции. Прибыль. Рентабельность. Капитальные вложения. Приведенные затраты. Денежная оценка запасов. | | | [1], 115-126 | | | |
| 3 | Геологоразведочные работы. Цель и задачи разведочных работ. Оценка месторождения в процессе разведки. Особенности проведения работ по поиску и геологической разведке. Разделение минеральных ресурсов по признаку надежности их оценки. | | | [1], 154 | | | |
| 4 | Понятие обеспеченность запасами, промышленные запасы, кондиции запасов. Экономически обоснованные объемы разведки. Количество и качество запасов – главные показатели экономической эффективности разведки. | | | [3], 214-238 | | | |
| 5 | Проектирование горного предприятия, его строительство и освоение проектной мощности. Цели проектирования. Состав ТЭО, его задачи. Техническое задание. | | | [4], 41 | | | |

| | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------------------|--------------|--|-----------|
| 6 | Разработка проекта. Использование в проекте единиц, типовых технических решений и нормативов. Автоматизированная система проектирования. Многовариантность инженерных и технических решений. Авторский контроль за выполнением проекта предприятия. Акт о сдаче предприятия в эксплуатацию. Освоение проектной мощности. | | | [5], 153 | студент а | | |
| 7 | Геолого-экономическая оценка месторождения, разработка кондиций и оценка стоимости минерально-сырьевого объекта Геологическая оценка. Экономическая оценка. Стадии проведения геолого-экономической оценки. Цель проведения геолого-экономической оценки, основные принципы оценки. Кондиции на минеральное сырье. Основные параметры, включаемые в кондиции. | | | [5], 269 | | | |
| 8 | Цель оценки запасов недр как объекта недвижимости. Способы оценки. Понятия «стоимость», «затраты», и «цена», «рыночная стоимость». Физический состав участка недр в международной практике. Оценка стоимости мирового сырья в недрах через среднемировую цену конечного продукта. | | | [5], 307- 316 | | | |
| | Итого: 102 ч | | | | | | 10 |

Раздел 8. Методические указания по организации и выполнению курсовых проектов (работ)

Рабочим учебным планом выполнение курсовых проектов (работ) не предусмотрено.

Раздел 9. Фонд оценочных средств

9.1. Контрольные вопросы по дисциплине с разбивкой по модулям.

Контрольные вопросы к 1 модулю:

1. Этапы и стадии геологоразведочных работ.
2. Геологическая документация.
3. Методы отбора и обработка проб.
4. Подсчет запасов полезных ископаемых.
5. Оценка месторождений на стадии разведки.
6. Оценка запасов при эксплуатационной разведке.
7. Кондиции на минеральное сырье.
8. Состав и содержание ТЭО.
9. Техническое задание на разработку проекта месторождения.
10. Состав и содержание проекта на разработку месторождения.
11. Особенности строительства горного предприятия.
12. Освоение проектной мощности предприятия.
13. Ухудшение горных работ и экономических показателей в процессе эксплуатации месторождения.
14. Реконструкция – как радикальное проведение комплексных технических решений.
15. Вторичные минеральные ресурсы.
16. Принципы оценки месторождений полезных ископаемых.
17. Показатели оценки месторождений.
18. Факторы, определяющие промышленную ценность месторождения.
19. Определение оценочных показателей.
20. Основные принципы оценки месторождений полезных ископаемых.
21. Система показателей оценки месторождений полезных ископаемых.
22. Какими факторами определяется промышленная ценность месторождения?
23. Методики определения оценочных показателей.

Контрольные вопросы к 2 модулю:

1. Цели и задачи геологоразведочных работ.
2. Стадии геологоразведочных работ.
3. Геолого-экономическая оценка на стадии поисковых работ.
4. Категории запасов месторождения.
5. Для чего необходимы кондиции на минеральное сырье?
6. Геолого-экономическая оценка при предварительной разведке.
7. Что является целью предварительной разведки?
8. Состав и содержание технико-экономического доклада.
9. Геолого-экономическая оценка при детальной разведке.
10. Состав ТЭО как первого этапа проектирования.
11. Что представляет собой техническое задание на разработку проекта?
12. Цель разработки проекта?
13. В чем заключается авторский контроль проектировщиков за ходом строительства?
14. В чем заключается специфика строительства горного предприятия?
15. Что понимается под актом сдачи предприятия?
16. Что является целью эксплуатации горного предприятия?
17. Почему ухудшаются экономические показатели по мере углубления горных работ?
18. Поясните необходимость регулярных технических решений для поддержания мощности предприятия в период его эксплуатации?
19. Цель реконструкции горного предприятия?
20. Цель переработки добытого минерального сырья?
21. Попутные и вторичные (техногенные) минеральные ресурсы.
22. Цель проведения стоимостной оценки месторождения.

9.2. Оценочные средства для очного обучения

9.2.1. Текущий контроль: прием отчетов по практическим и самостоятельным работам, самоконтроль.

Требование к оформлению и содержанию отчетов

Отчеты о выполнении работ необходимо оформлять на стандартных листах формата А4. А4 (297x210 мм). Объем текста - 5-10 страниц. Работа включает нижеследующие разделы:

Введение.

1. Основная часть.

1. Результаты расчета.

Заключение.

Литература.

Образец оформления титульного листа стандартный. Отчет должен быть написан разборчивым почерком или отпечатан на принтере. Информация, необходимая для выполнения практических работ, задается студенту по варианту задания.

9.2.2. Рубежный контроль: тесты (бланочные, компьютерные).

9.2.3. Промежуточный (итоговый) контроль: билеты, тесты (бланочные/компьютерные).

Контроль уровня знаний студента по усвоению теоретического материала по дисциплине осуществляется посредством тестирования.

| | Удовлетворительно | Хорошо | Отлично |
|--------------|-------------------|--------|---------|
| Сумма баллов | 61-73 | 74-86 | 87-100 |

**Тесты с вариантами ответов прилагаются*

Раздел 10. Электронные образовательные ресурсы

10.1. В разделе необходимо описать какие технологии применяются по дисциплине с учетом всех форм обучения (очное обучение) и лицам с ограниченными возможностями.

10.2. Карта обеспечения дисциплины ЭОР

| № п/п | Перечень ЭОР | Носители |
|-------|---|--|
| 1 | Учебники согласно УМКД | Электронная библиотека КГ-МИ им. академика У. Асаналиева КГТУ им. И. Раззакова |
| 2. | Учебно-методические указания к практическим и самостоятельным работам | Электронная библиотека КГ-МИ им. академика У. Асаналиева КГТУ им. И. Раззакова |

Раздел 11. Перечень сопровождающих занятия материалов

Карта обеспечения ТСО (технические средства обучения) и раздаточный материал

| № п/п | Перечень ТСО |
|-------|--------------------------|
| 1 | Демонстрационные плакаты |
| 2 | Карточки |
| 3 | Программные комплексы |
| 4 | Цифровая панель |

Раздел 12. Перечень используемых при изучении дисциплины специализированных аудиторий, кабинетов и лабораторий, учебно-лабораторного оборудования

Карта материально-технического обеспечения по дисциплине

| № п/п | Название лаборатории аудитории | Оборудование, приборы | Название лабораторных работ* |
|-------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. | 2/ 3, 2/18, 2/22, 2/23, 2/25 | Компьютерный класс, Проекторы, экраны | лекционные занятия |
| 2. | 2/ 3, 2/22, 2/23, 2/25 | Плакаты, программные комплексы | практические занятия |
| 3. | On-line | Роутеры-ноутбуки, компьютеры | Онлайн занятия |

**Темы занятий приводятся в соответствии с РПД*

Раздел 13. Применяемые методы преподавания учебной дисциплины

Обучение дисциплине проводится по классической технологии, а также могут применяться современные методы обучения:

Активные:

- Презентации – во время лекций;
- кейс-технологии - анализ смоделированных или реальных ситуаций и поиске решения - во время практических занятий.

Интерактивные:

- Мозговой штурм - практические занятия;
- Интерактивный урок с применением аудио- и видеоматериалов (тесты в режиме онлайн, работа с электронными учебниками, обучающими программами, учебными сайтами) – лекции;
- Метод проектов — самостоятельная разработка учащимися проекта по теме и его защита - лабораторные занятия.

Раздел 14. Методические рекомендации для преподавателя и студента

При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности. Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов;
- творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым экзаменам.

Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется самостоятельная работа – внеаудиторная.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;

- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.