

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.2.2. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ**

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

Бишкек, 2022 г.

## Лист согласования

Учебно-методический комплекс по дисциплине «Современные технологии в горном деле» 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/> (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.	Зав. кафедрой: <hr/> (подпись) <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/>
*Учебно-методический комплекс дисциплины рассмотрен на заседании кафедры _____ <hr/> (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.	Зав. кафедрой: <hr/> <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/>
Учебно-методический комплекс дисциплины одобрен руководителем ООП по направлению _____ <hr/> (наименование учебного подразделения)	Дата:	Руководитель ООП: <hr/> (подпись) <u>Абдиев А.Р.</u> <hr/>
Учебно-методический комплекс дисциплины согласован на заседании Учебно-методической комиссии факультета/института _____ <hr/> (наименование учебного подразделения)	протокол № _____ от «_____» _____ 20__ г.,	Председатель УМК: <hr/> (подпись) <u>Ф.И.О.</u> <hr/>
**Учебно-методический комплекс дисциплины согласован (или обсуждался/рецензирован) <hr/> (указать наименование предприятия/учреждения/организации)	Дата: согласования/ обсуждения/ рецензия	(должность) _____ <hr/> (подпись) <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.....	8
Раздел 3. Силлабус (Syllabus) .....	16
Раздел 4. Глоссарий .....	22
Раздел 5. Лекционные материалы .....	42
Раздел 6. Учебные и учебно-методические материалы (УММ).....	118
Раздел 7. Методические указания по самостоятельной работе студентов.....	118
Раздел 8. Методические указания по организации и выполнению курсовых проектов (работ).....	119
Раздел 9. Фонд оценочных средств .....	119
Раздел 10. Электронные образовательные ресурсы .....	121
Раздел 11. Перечень сопровождающих занятия материалов.....	121
Раздел 12. Перечень используемых при изучении дисциплины специализированных аудиторий, кабинетов и лабораторий, учебно-лабораторного оборудования .....	121
Раздел 13. Применяемые методы преподавания учебной дисциплины .....	122
Раздел 14. Методические рекомендации для преподавателя и студента .....	122

## Радел 1. Пояснительная записка

Дисциплина «Современные технологии в горном деле» относится к обязательной части профессионального цикла и изучается магистрантами, обучающихся по направлению 630300 «Горное дело», в 1-ом семестре на I-ом курсе.

Изучение дисциплины, оценивается по модульно-рейтинговой системе обучения, которая включает текущий и рубежный контроль. Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется посредством выполнения магистрантами практических работ, самостоятельных работ, промежуточного тестирования и сдачей модулей. Рубежный контроль осуществляется по окончании семестра сдачей магистрантами экзамена.

### 1.1. Модуль дисциплины

Код дисциплины	Б1.2.1
Название дисциплины	Современные технологии в горном деле
Кредиты	5 (150 ч)
Количество часов по видам занятий	лк.16 пр.32 СРС 102 часов
Область дисциплины	Разработка месторождений твердых полезных ископаемых
Статус дисциплины	Обязательный
Цель дисциплины/ задачи	<p><b>Цель изучения дисциплины</b> «Современные технологии в горном деле» – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области анализа горно-геологических, экологических и экономических условий освоения месторождений полезных ископаемых, разрабатывать инновационные решения по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений.</p> <p><b>Задачи дисциплины</b> усвоить методы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– уметь создавать и использовать геолого-экономические модели, в качестве модели участка освоения полезного ископаемого;</li><li>– уметь прогнозировать изменения окружающей среды и выявлять риски возникновения экологических аварий;</li><li>– приобрести навыки построения геолого-экономических моделей - моделей участков освоения полезного ископаемого;</li><li>– приобрести навыки использования методов рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых;</li><li>– приобрести навыки анализа данных геолого-экономической модели, формирования алгоритма и использования методов обработки и интерпретации геолого-экономической модели для разработки инновационных решений по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений;</li><li>– приобрести навыки владения математическим аппаратом при проведении научных исследований в разработке инновационных решений по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений;</li><li>– научиться применять знания, полученные при изучении дисциплины, в производственно-технологической, проектно-исследовательской, организационно-управленческой, педагогической и научно-исследовательской деятельности.</li></ul>

Преквизиты	- Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых. - Специализированные геоинформационные системы в горном деле.
Постреквизиты	- Создание прогрессивных технологий открытой разработки месторождений полезных ископаемых. - Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых.
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	1. Введение. Современные технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Проектирование и строительство современных горных предприятий. Цифровая трансформация горной промышленности. Обеспечение безопасности горных работ. Маркшейдерское обеспечение горных работ. Горная геомеханика и управление состоянием массива горных пород. Снижение негативного воздействия на окружающую среду. 2. Практические и самостоятельные работы.
Применяемые технологии при изучении	Off-line, On-line обучение, платформы WhatsApp, ZOOM, AVN Портал.
Список используемой литературы	<b>Основная литература:</b> 1. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова. Комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов. Учебное пособие. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 288 с. 2. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Геомеханическое состояние породного массива Тянь-Шаня. Монография. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 208 с. 3. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Основы геомеханики. Классический вузовский учебник. – Бишкек, КРСУ, 2020. – 345 с. <b>Дополнительная литература:</b> 1. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Горные работы в условиях Тянь-Шаня [Текст] : монография / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2013. - 282 с. 2. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Геомеханические процессы в породном массиве". Ч. I [Текст] : методические указания / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2005. - 108 с. <b>Информационные ресурсы:</b> Научная электронная библиотека elibrary.ru – <a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России – <a href="http://www.gpntb.ru/elektronnnye-resursy-udalennogo-dostupa.html">http://www.gpntb.ru/elektronnnye-resursy-udalennogo-dostupa.html</a> Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН – <a href="http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html">http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html</a>

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

Современные технологии в горном деле

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

Бишкек 2022 г.

## Раздел 2. Рабочая программа учебной дисциплины

### 1. Аннотация дисциплины

Горное дело во всем мире направлено на безопасное, экономически и экологически эффективное извлечение и переработку полезных ископаемых, обеспечивающих устойчивое территориальное развитие.

Задачи развития технологий: непрерывное улучшение производства и потребления глобальных ресурсов и обеспечение экономического роста без деградации окружающей среды; достижение более высокого уровня экономической эффективности посредством диверсификации, совершенствования технологий и инноваций; обновление инфраструктуры и производств с целью сделать их устойчивыми, повысить эффективность использования ресурсов и расширить внедрение экологически чистых технологий и производственных процессов.

Развитие горных технологий базируется на внедрении современных информационных технологий в процессы проектирования и производства горных работ, результатов междисциплинарных исследований в области добычи и потребления минерального сырья, автоматизации производства, защиты окружающей среды. Современные горные предприятия являются капиталоемкими, высокотехнологичными сложными производственными системами, в технологических звеньях которых применяется оборудование стоимостью десятки миллионов долларов. Горные предприятия отнесены к опасным производственным объектам. В сочетании с обострением международной конкуренции, стремительными темпами развития технологий это приводит к росту требований к качеству трудовых ресурсов (особенно инженерного корпуса), необходимостью непрерывного обновления знаний, умений и навыков.

### 2. Цели и задачи дисциплины

**Цель изучения дисциплины** – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области анализа горно-геологических, экологических и экономических условий освоения месторождений полезных ископаемых, разрабатывать инновационные решения по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений.

#### **Задачи дисциплины:**

- получение дополнительных знаний в области разработки и реализации проектов по эффективному ведению горных работ на горнодобывающих предприятиях;
- получение дополнительных знаний в области проектирования схем вскрытия, подготовки и отработки месторождений твердых полезных ископаемых;
- получение дополнительных знаний в области обеспечения промышленной и экологической безопасности горного производства.

#### **В результате изучения курса студент будет:**

##### **Знать:**

- современные вызовы и тенденции развития техники и технологии разработки месторождений твердых полезных ископаемых;
- современные требования к базовым технологиям добычи твердых полезных ископаемых, средствам механизации и автоматизации горных работ;
- основные геомеханические процессы и закономерности изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород при ведении горных работ;
- базовые требования к проектированию современных предприятий в составе природно-промышленных систем;
- лучшие технические решения в области вскрытия, подготовки, систем разработки месторождений твердых полезных ископаемых.

##### **Уметь:**

- обосновывать пространственно-планировочные решения по вскрытию, подготовке и разработке залежей полезных ископаемых;
- обосновывать параметры технологических схем подготовки и отработки выемочных участков залежей полезных ископаемых;

- планировать работы с учетом максимального использования технических возможностей современного оборудования;
- применять полученные знания для решения конкретных инженерных и организационных задач.

**Владеть:**

- методами выбора наиболее эффективных схем и технологий вскрытия, подготовки и отработки запасов полезных ископаемых в различных горно-геологических условиях;
- методами планирования и оптимизации параметров горных работ с использованием современных программных комплексов.

**3. Пререквизиты и постреквизиты**

**Пререквизиты:**

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

**Постреквизиты:**

- Создание прогрессивных технологий открытой разработки месторождений полезных ископаемых.
- Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых.

**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 «Современные технологии в горном деле» 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**);
- способен выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также предприятий по строительству и эксплуатации подземных объектов техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления (**ПК-4**).
- владеть навыками анализа горно-геологических условий и методами рационального и комплексного освоения георесурсного потенциала недр при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (**ПК-6**).
- изучать научно-техническую информацию в области эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов, и участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов (**ПК-15**).

**Таблица 2.1**

**5. Лекционные занятия**

№	Тема лекций	Кол-во часов (очно)	Примечание
<b>1 модуль</b>			
1	Современные вызовы и актуальные проблемы горного дела. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных, рудных и нерудных месторождений. Особенности подземного, открытого и комбинированного способов разработки.	2	Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная

2	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных (карьерных) полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля. Системы разработки. Классификация, требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития. Определение рациональных параметров. Классификация процессов открытых и подземных горных работ. Современные средства механизации добычных и очистных работ. Основные требования к схемам подготовки и отработки выемочных участков. Требования, технические характеристики, тенденции развития. Прогрессивные технологические схемы ведения подготовительных, добычных и очистных работ.	2	теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий.
3	Организация проектных работ. Стадии технологического проектирования. Проект карьера, шахты. Технические условия на проектирование. Рабочая документация. Проекты организации строительства горных предприятий. Понятие о системах автоматизированного проектирования (САПР). Логико-информационная модель проекта организации строительства горного предприятия. Применение САПР при проектировании.	2	
4	Современные тренды и вызовы. Индустрия 4.0, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей. 3D и 5D концепции. Передовые цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии горного производства. Современные алгоритмы для анализа массивов данных с целью обеспечения мониторинга состояния и перспектив развития минерально-сырьевых ресурсов. Современные методы анализа и интерпретации накопленной геолого-геофизической и геохимической информации для решения задач прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых. Планирование и оптимизация параметров горных работ с использованием современных программных комплексов.	2	
<b>2 модуль</b>			
5	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Понятие автоматизированных систем контроля. Системы мониторинга опасных факторов на карьере, в шахте. Требования нормативных документов в области использования многофункциональных систем безопасности (МФСБ). Структура и особенности функционирования единой диспетчерской службы на горном предприятии. Схема сбора и передачи информации на единый диспетчерский пульт. Структура системы управления на основе GPS Granch и цели ее использования при ведении горных работ. Вентиляция шахт и рудников. Управление газовой выделением в выработки выемочных участков шахт.	2	Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий.
6	Современные методы съемок при маркшейдерском обеспечении горного производства. Маркшейдерские методы обследования подземных горных выработок с использованием лазерно-сканирующих технологий. Методические подходы к съемке карьеров лазерно-сканирующими системами. Метрологическое обеспечение геодезических и маркшейдерских работ. Применение спутниковых навигационных систем в горном деле.	2	

7	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением горных работ. Требования к способам управления состоянием массива. Мониторинг состояния массива. Современные методы оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Компьютерное моделирование состояния массива горных пород. Обеспечение эксплуатационного состояния участков подготовительных выработок. Снижение влияния горных работ на природные и техногенные объекты на земной поверхности.	2	
8	Основные экологические проблемы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности. Уровень использования энергетических источников при добыче угля. Экологические последствия использования энергии в горном деле. Мероприятия по снижению негативных экологических последствий эксплуатации энергоемкого горного оборудования. Мероприятия по комплексному использованию минеральных ресурсов. Безотходные и малоотходные технологии в горном деле. Отвод земель под горные предприятия. Нарушение земной поверхности прокладкой наземных транспортных путей, строительством горнопромышленных комплексов, расположением складов хранения полезного ископаемого и породных отвалов. Нарушение земной поверхности во время ведения открытой и подземной добычи, строительства подземных сооружений. Мероприятия по снижению масштабов нарушений поверхности в горном деле. Рекультивация нарушенных земель. Методы исследования качественных характеристик поверхности, почв, пород.	2	
<b>Итого</b>		<b>16</b>	

Таблица 2.2

### 6. Практические занятия

№	Название темы	Кол-во часов	Примечание
<b>Модуль 1</b>			
1	Составить специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных, рудных и нерудных месторождений (при открытом или подземном способе).	4	
2	Составить классификацию систем разработки (при открытом или подземном способе), требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития.	4	
3	Разработка технического задания на проектирование.	4	
4	Планирование и оптимизация параметров горных работ с использованием современных программных комплексов.	4	
<b>Модуль II</b>			
5	Разработка мероприятий по промышленной безопасности и охране труда на горном предприятии.	4	
6	Применение спутниковых навигационных систем в горном деле.	4	
7	Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород.	4	
8	Рекультивация нарушенных земель.	4	
<b>Итого:</b>		<b>32</b>	

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	Современные вызовы и актуальные проблемы горного дела. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых.	Индивидуально	Раскрыть тему; введение; основная часть; заключение	[1], 51-108	Один реферат или презентация по выбору студента	До ноября	5
2	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных (карьерных) полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля.			[1], 115-126			
3	Организация проектных работ. Стадии технологического проектирования. Проект карьера, шахты.			[1], 154			
4	Современные тренды и вызовы. Индустрия 4.0, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей. 3D и 5D концепции. Передовые цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии горного производства.			[3], 214-238			
5	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Понятие автоматизированных систем контроля.			[3], 238-266			
6	Современные методы съемок при маркшейдерском обеспечении горного производства.			[3], 187-210			
7	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением горных работ. Требования к способам управления состоянием массива.			[4], 41			

8	Основные экологические проблемы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности.			[5], 153	выбору студента		
	<b>Итого: 102 ч</b>						<b>10</b>

## 8. Контрольные вопросы к экзамену по дисциплине

1. Какие основные технологические свойства горных пород определяют производительность машин и труда рабочих?
2. Какими факторам определяются размеры поперечного сечения подземных горных выработок в свету?
3. Какие факторы влияют на выбор способа проведения подготовительных выработок?
4. Как разделяются подземные горные выработки в зависимости от назначения?
5. Как называется проведение комплекса вскрывающих выработок, которые открывают доступ с поверхности к полезному ископаемому и обеспечивают возможность проведения основных подготовительных выработок?
6. От чего зависит объем околоствольного двора?
7. Как называется комплекс зданий, сооружений и оборудования, предназначенный для подъема, приема, переработки и отправки потребителям полезного ископаемого, приема и складирования породы, подачи воздуха в шахту?
8. Каким основным требованиям должна отвечать технология очистных работ при отработке пластов лавами?
9. В каких горно-геологических условиях целесообразно применение струговых установок?
10. Как называется технический график, который строится с учетом тех-нологической и организационной взаимосвязи процессов в пространстве и во времени. По оси ординат приводится длина очистного забоя, а по оси абсцисс - продолжительность суток?
11. Что называется системой разработки?
12. Какие достоинства и недостатки присущи столбовой системе разработки?
13. Что ограничивает применение камерных систем разработки?
14. В чем заключаются основные отличия поточной и циклической организации работ?
15. Из каких основных блоков состоит технологический комплекс поверхности?
16. Как называется взаимосвязанный комплекс капитальных горных выработок, расположенных непосредственно у ствола на данном горизонте, специально оборудо-ванных и связывающих ствол с главными выработками горизонта и предназначенных для обслуживания горных работ на горизонте в соответствии с назначением ствола?
17. Как называется отношение времени работы выемочной машины по выемке полезного ископаемого к времени продолжительности смены с учетом регламентируемых и случайных перерывов в технологии
18. Как называется способность горных пород в раздробленном состоянии саморозогреться и возгораться?
19. Какая горизонтальная выработка имеет выход на земную поверхность?
20. Какие достоинства и недостатки имеет способ охраны выработок целиками?
21. Какие основные причины могут иметь технологические перерывы в длинном очистном забое?
22. Какие основные схемы проветривания выемочных участков используются при подземной разработке пластовых месторождений?
23. Какие технологические процессы при проведении выработок являются основными?

24. Что такое экологический мониторинг?
25. Каковы задачи экологического мониторинга?
26. Как подразделяется мониторинг по масштабу наблюдений и характеру обобщения информации?
27. Каковы системы мониторинга по методам наблюдения?
28. Как классифицируются системы мониторинга?
29. Как Вы понимаете термин «авария» применительно к объекту ведения горных работ?
30. Какой принцип заложен в модель «галстук-бабочка»?
31. Какие этапы включает в себя процедура оценки риска?
32. Как Вы понимаете термин «опасность»?
33. Что представляет собой показатель LTIFR?
34. Какие стадии комплексного подхода к снижению уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости определяет Международная организация труда?
35. Что включает в себя стратегия предотвращения несчастных случаев?
36. Что предусматривает концепция “Нулевого травматизма”?
37. Какой номер носят Международные стандарты в области качества, охраны окружающей среды и безопасности труда?
38. Какой принцип заложен в основу всех современных систем управления?
39. Для чего нужны многофункциональные системы безопасности (МФСБ)?
40. Какие системы включает в себя Комплекс «Умная шахта»?
41. Какие функции выполняет система Granch МИС?
42. Какова точность определения местонахождения (позиционирования) людей?
43. С какой целью при определении концентрации пыли измеряют температуру и давление воздуха?
44. От каких факторов зависит характер образующегося поля напряжений вокруг выработок?
45. На какие группы делятся способы охраны горных выработок?
46. Какие способы охраны горных выработок находят применение при разработке пластовых месторождений?
47. Чем обусловлена необходимость обоснования места расположения относительно краевых частей массива?
48. В чем заключаются недостатки способа охраны выработок методом оставления предохранительных целиков?
49. Чем обусловлено возникновение опорного давления?
50. Какие зоны по уровню напряжений выделяют впереди очистного забоя?

## 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:	<b>21</b>	<b>30</b>	
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:	<b>21</b>	<b>30</b>	
<b>Итоговый контроль</b>				

	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

##### Основная:

1. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова. Комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов. Учебное пособие. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 288 с.

2. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Геомеханическое состояние породного массива Тянь-Шаня. Монография. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 208 с.

3. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Основы геомеханики. Классический вузовский учебник. – Бишкек, КРСУ, 2020. – 345 с.

##### Дополнительная литература:

4. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Горные работы в условиях Тянь-Шаня [Текст] : монография / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2013. - 282 с.

5. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Геомеханические процессы в породном массиве". Ч. I [Текст] : методические указания / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2005. - 108 с.

##### Информационные ресурсы:

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 «Современные технологии в горном деле» М.2.2.</p>		<p style="text-align: center;">Учебный год, семестр 2022-23 уч. год, 6 семестр</p>
<p>Трудоемкость курса</p>	<p>5 кр, Всего-150 ч.</p>	<p>Структура занятий</p>	<p>Лекции – 16 ч. Практ. – 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, e-mail: arstanbek.abдиев@kstu.kg</p>		
<p>Цель и задачи дисциплины</p>	<p><b>Цель изучения дисциплины</b> – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области анализа горно-геологических, экологических и экономических условий освоения месторождений полезных ископаемых, разрабатывать инновационные решения по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений.</p> <p><b>Задачи дисциплины</b> усвоить методы рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– уметь создавать и использовать геолого-экономические модели, в качестве модели участка освоения полезного ископаемого;</li> <li>– уметь прогнозировать изменения окружающей среды и выявлять риски возникновения экологических аварий;</li> <li>– приобрести навыки построения геолого-экономических моделей - моделей участков освоения полезного ископаемого;</li> <li>– приобрести навыки использования методов рационального и комплексного освоения месторождений полезных ископаемых;</li> <li>– приобрести навыки анализа данных геолого-экономической модели, формирования алгоритма и использования методов обработки и интерпретации геолого-экономической модели для разработки инновационных решений по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений;</li> <li>– приобрести навыки владения математическим аппаратом при проведении научных исследований в разработке инновационных решений по добыче, переработке полезных ископаемых, а также по реализации всех видов работ по строительству и эксплуатации подземных сооружений;</li> <li>– научиться применять знания, полученные при изучении дисциплины, в производственно-технологической, организационно-управленческой, научно-исследовательской, проектной, научно-педагогической деятельности.</li> </ul>		
<p>Описание курса</p>	<p>Приобретение теоретических знаний и практических навыков, повышение уровня квалификации в области проектирования и разработки месторождений полезных ископаемых.</p>		
<p><u>Пререквизиты</u></p>	<p>- Геотехнологические способы разработки месторождений полезных ископаемых. - Специализированные геоинформационные системы в горном деле.</p>	<p><u>Постреквизиты</u></p>	<p>- Создание прогрессивных технологий открытой разработки месторождений полезных ископаемых. - Новые технологии и процессы подземной добычи полезных ископаемых.</p>
<p>Краткое содержание дисциплины</p>	<p>1. Введение. Современные технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Проектирование и строительство современных горных предприятий. Цифровая трансформация горной промышленности. Обеспечение безопасности горных работ. Маркшейдерское обеспечение горных работ. Горная геомеханика и управление состоянием массива горных пород. Снижение негативного воздействия на окружающую среду. 2. Практические и самостоятельные работы.</p>		
<p>Основная литература</p>	<p>1. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, Р.Ш. Мамбетова. Комплексное освоение месторождений минеральных ресурсов. Учебное пособие. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 288 с. 2. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Геомеханическое состояние породного массива Тянь-Шаня. Монография. – Бишкек, КРСУ, 2019. – 208 с. 3. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев. Основы геомеханики. Классический вузовский учебник. – Бишкек, КРСУ, 2020. – 345 с.</p>		
<p>Дополнительная литература</p>	<p>4. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Горные работы в условиях Тянь-Шаня [Текст] : монография / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2013. - 282 с. 5. Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине "Геомеханические процессы в породном массиве". Ч. I [Текст] :</p>		

	методические указания / Ш.А. Мамбетов, А.Р. Абдиев, А.Ш. Мамбетов. - Бишкек : Изд-во КРСУ, 2005. - 108 с.		
Политика выставления баллов	М 1. Лк-10б., пр-10б., СРС-5б., Пос.-5б. Σ=30б (9 неделя) М 2. Лк-10б., пр-10б., СРС-5б., Пос.-5б. Σ=30б (16 неделя)	Итоговый контроль (экзамен)-40 б	Сумма 100 б
Политика курса	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.		
Права студента	В случае несогласия студента с действиями или оценкой преподавателя, студент имеет право обратиться к заведующему кафедрой, в директорат, в учебное управление.		

### Лекционные занятия

№	Тема лекций	Кол-во часов (очно)	Кол-во баллов (min-max)	Литература	Примечание
<b>1 модуль</b>					
1	Современные вызовы и актуальные проблемы горного дела. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых. Специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных, рудных и нерудных месторождений. Особенности подземного, открытого и комбинированного способов разработки.	2	Min=8 Max=10	[1,4]	Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий.
2	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных (карьерных) полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля. Системы разработки. Классификация, требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития. Определение рациональных параметров. Классификация процессов открытых и подземных горных работ. Современные средства механизации добычных и очистных работ. Основные требования к схемам подготовки и отработки выемочных участков. Требования, технические характеристики, тенденции развития. Прогрессивные технологические схемы ведения подготовительных, добычных и очистных работ.	2		[4]	
3	Организация проектных работ. Стадии технологического проектирования. Проект карьера, шахты. Технические условия на проектирование. Рабочая документация. Проекты организации строительства горных предприятий. Понятие о системах автоматизированного проектирования (САПР). Логико-информационная модель проекта организации строительства горного предприятия. Применение САПР при проектировании.	2			

4	Современные тренды и вызовы. Индустрия 4.0, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей. 3D и 5D концепции. Передовые цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии горного производства. Современные алгоритмы для анализа массивов данных с целью обеспечения мониторинга состояния и перспектив развития минерально-сырьевых ресурсов. Современные методы анализа и интерпретации накопленной геолого-геофизической и геохимической информации для решения задач прогнозирования и поисков месторождений полезных ископаемых. Планирование и оптимизация параметров горных работ с использованием современных программных комплексов.	2			
<b>1 модуль</b>		<b>8</b>	<b>8-10</b>		
<b>2 модуль</b>					
5	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Понятие автоматизированных систем контроля. Системы мониторинга опасных факторов на карьере, в шахте. Требования нормативных документов в области использования многофункциональных систем безопасности (МФСБ). Структура и особенности функционирования единой диспетчерской службы на горном предприятии. Схема сбора и передачи информации на единый диспетчерский пульт. Структура системы управления на основе GPS Granch и цели ее использования при ведении горных работ. Вентиляция шахт и рудников. Управление газовой выделением в выработки выемочных участков шахт.	2	Min=8 Max=10	[2,4]	Лекционные демонстрации, использование ТСО, ЭВМ, ИКТ и т.д. Основная теоретическая информация дисциплин дается студентам в ходе групповых лекционных занятий.
6	Современные методы съемок при маркшейдерском обеспечении горного производства. Маркшейдерские методы обследования подземных горных выработок с использованием лазерно-сканирующих технологий. Методические подходы к съемке карьеров лазерно-сканирующими системами. Метрологическое обеспечение геодезических и маркшейдерских работ. Применение спутниковых навигационных систем в горном деле.	2			
7	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением горных работ. Требования к способам управления состоянием массива. Мониторинг состояния массива. Современные методы оценки напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Компьютерное моделирование состояния массива горных пород. Обеспечение эксплуатационного состояния участков подготовительных выработок. Снижение влияния горных работ на природные и техногенные объекты на земной поверхности.	2		[2,5]	

8	Основные экологические проблемы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности. Уровень использования энергетических источников при добыче угля. Экологические последствия использования энергии в горном деле. Мероприятия по снижению негативных экологических последствий эксплуатации энергоемкого горного оборудования. Мероприятия по комплексному использованию минеральных ресурсов. Безотходные и малоотходные технологии в горном деле. Отвод земель под горные предприятия. Нарушение земной поверхности прокладкой наземных транспортных путей, строительством горнопромышленных комплексов, расположением складов хранения полезного ископаемого и породных отвалов. Нарушение земной поверхности во время ведения открытой и подземной добычи, строительства подземных сооружений. Мероприятия по снижению масштабов нарушений поверхности в горном деле. Рекультивация нарушенных земель. Методы исследования качественных характеристик поверхности, почв, пород.				
	<b>2 модуль</b>	<b>8</b>	<b>8-10</b>		
	<b>Итого</b>	<b>16</b>	<b>16-20</b>		

#### Практические занятия

№	Название темы	Кол-во часов	Кол-во баллов (min-max)	Литература	Форма контроля	Примечание
<b>Модуль 1</b>						
1	Составить специфические особенности горно-геологических и горнотехнических условий разработки угольных, рудных и нерудных месторождений (при открытом или подземном способе).	4	2-2,5	[1,4]	Отчет по каждой работе	
2	Составить классификацию систем разработки (при открытом или подземном способе), требования, характеристика, достоинства и недостатки, область применения, тенденции развития.	4	2-2,5	[4]		
3	Разработка технического задания на проектирование.	4	2-2,5			
4	Планирование и оптимизация параметров горных работ с использованием современных программных комплексов.	4	2-2,5			
	<b>Всего</b>	<b>16</b>	<b>8-10</b>			
<b>Модуль II</b>						
5	Разработка мероприятий по промышленной безопасности и охране труда на горном предприятии.	4	2-2,5	[4,5]		

6	Применение спутниковых навигационных систем в горном деле.	4	2-2,5	[4]		
7	Оценка напряженно-деформированного состояния массива горных пород.	4	2-2,5			
8	Рекультивация нарушенных земель.	4	2-2,5			
	<b>Всего</b>	<b>16</b>	<b>8-10</b>			
	<b>Итого</b>	<b>32</b>	<b>20</b>			

#### Самостоятельная работа

№	Темы занятий	Задания на СРС	Цель и содерж. заданий	Реком. литер. (стр.)	Форма конт.	Сроки сдачи	Макс. балл
1	Современные вызовы и актуальные проблемы горного дела. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых.	Индивидуально	Раскрыть тему; введение; основная часть; заключение	[1], 51-108	Один реферат или презентация по выбору студента	До ноября	5
2	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных (карьерных) полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля.			[1], 115-126			
3	Организация проектных работ. Стадии технологического проектирования. Проект карьера, шахты.			[1], 154			
4	Современные тренды и вызовы. Индустрия 4.0, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей. 3D и 5D концепции. Передовые цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии горного производства.			[3], 214-238			
5	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня предприятия). Понятие автоматизированных систем контроля.			[3], 238-266			

6	Современные методы съемок при маркшейдерском обеспечении горного производства.			[3], 187- 210			
7	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением горных работ. Требования к способам управления состоянием массива.			[4], 41	Один реферат или презентация по выбору студента	До декабря	5
8	Основные экологические проблемы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности.			[5], 153			
<b>Итого: 102 ч</b>							<b>10</b>

## Раздел 4. Глоссарий

**Абразия** - механическое разрушение волнами и течениями коренных и рыхлых пород морских и озерных берегов.

**Авлакоген** - линейно вытянутая впадина в фундаменте платформы (палеорифт), ограниченная разломами и выполненная осадочными и осадочно-вулканическими породами.

**Автохтон** - участок земной коры, оставшийся практически на месте своего первоначального залегания (в отличие от аллохтона).

**Агенты денудации** - экзогенные агенты рельефообразования, приводящие к перемещению и сносу продуктов выветривания под влиянием силы тяжести.

**Аккреция континентов** - приращение континента путем причленения, механического скупивания континентальных или иных блоков различного размера в результате их дрейфа.

**Аккумуляция** - процесс накопления минеральных веществ и органических остатков на поверхности суши и на дне рек, озёр и морей.

**Акрон** - геохронологическое подразделение, объединяющее несколько зон. Выделяют три акрона: архей (от 2600 млн. лет и древнее), протерозой (от 2600 до 570 (530) млн. лет) и третий, начинающийся с палеозоя, не имеет собственного названия.

**Акротема** - стратиграфическое подразделение, объединяющее горные породы, образовавшиеся в течение акрона.

**Актуализм** - парадигма подобия древних геологических процессов современным; актуалистический метод - метод познания геологического прошлого Земли через исследование современных геологических процессов.

**Аласы** - плоскodonные котловины до нескольких км в диаметре, образующиеся при таянии подземных льдов в областях развития многолетней мерзлоты. Часто заняты озёрами, лугами, болотами (напр., Ц. Якутия). (См. термокарст).

**Алеврит** - рыхлая мелкообломочная осадочная порода, состоящая из минеральных зерен (кварц, полевой шпат и др.) размером 0,01-0,1 мм.

**Алевролит** - сцементированная осадочная порода, сложенная более, чем на 50% частицами алевритовой размерности (0,01-0,1 мм).

**Аллохтон** - блок горных пород, перемещенный по пологой, иногда волнистой поверхности от места своего первоначального залегания на расстояние от нескольких до многих десятков км.

**Аллювий** - отложения, сформированные постоянными водными потоками (реками).

**Аллювий инстративный (выстилающий)** - отражает эрозионную стадию развития долины, соответствует врезанию реки, когда аллювий накладывается на её дно тонким непостоянным слоем.

**Аллювий констративный (настилающий)** - образуется в стадию интенсивного заполнения долины и характеризуется последовательным наложением пачек аллювия одна на другую и формированием повышенной мощности осадков.

**Аллювий перстративный (перестилающий)** - формируется в стадию динамического равновесия продольного профиля, при котором плоское дно долины покрывается аллювием ограниченной мощности за счет перемыва и переотложения рекой на одном и том же уровне.

**Аллювий пойменный** - наиболее тонкозернистые отложения поймы, формирующиеся во время половодья. Для них характерны слабая сортировка и меньшая крупность материала песчано-алевритовых осадков, более темная окраска.

**Аллювий русловой** - наиболее грубозернистые отложения водного потока высокоэнергетической части речного русла.

**Аллювий старичный** - формирует донные отложения замкнутых или слабопроточных русел (стариц), представленные озерно-болотными и болотными иловатыми осадками.

**Анатексис** - ультраметаморфический процесс (региональный), ведущий к расплавлению твердых горных пород и их превращению в магму на месте образования.

**Андезит** - эффузивная порода среднего состава, состоящая существенно из плагиоклаза и одного или нескольких цветных минералов (амфибола, пироксена, биотита).

**Анортозит** - порода, состоящая почти целиком из основного или среднего плагиоклаза с ничтожным содержанием цветных минералов.

**Антеклиза** - крупное платформенное поднятие, имеющее пологие (1-20) углы падения крыльев, изометричную форму и значительные размеры (сотни км в поперечнике).

**Антиклиналь** - выпуклая форма складки, у которой внутренняя часть или её ядро сложены более древними, а внешняя – более молодыми породами.

**Антиклинорий** - крупная складчатая структура (поднятие), осложненная многими простыми антиклинальными (изгиб кверху) и синклинальными (изгиб книзу) складками.

**Антрацит** - каменный уголь высокой степени углефикации (содержание углерода – 94-97 %).

**Антропоген** - одно из названий четвертичного периода.

**Антропогенез** - изменение геологической среды в результате жизнедеятельности человека как биологической особи.

**Апофиза** - боковое ответвление от жил, лавовых покровов и изверженных массивов, проникающее в окружающие породы.

**Аргиллит** - осадочная горная порода, образовавшаяся в результате уплотнения глин и не размокающая в воде.

**Архей** - древнейший акрон в геологической истории Земли; охватывает интервал времени от 2600 млн. лет и древнее.

**Асимметрия склонов** - закономерные различия в долине, крутизне и морфологии склонов, имеющих разную экспозицию. **А.с.** объясняется: 1) структурно-литологическими условиями; 2) климатическими причинами - влиянием экспозиции; 3) действием силы Кориолиса (закон Бэра-Бобине); 4) первичным общим наклоном поверхности.

**Ассимиляция** - процесс поглощения и плавления материала вмещающих пород внедрившейся магмой.

**Ассоциация офиолитовая** - комплекс основных и ультраосновных глубинных (дуниты, перидотиты, пироксениты, различные габбро, тоналиты), излившихся (преимущественно базальты и их туфы) и осадочных горных пород (глубоководные осадки), встречающихся совместно.

**Ассоциация почвенная** - почвенно-картографическая единица, включающая несколько различных почв, объединенных на карте в один контур вследствие невозможности раздельного показа в заданном масштабе. Термин широко применяется в США, Австралии и др. странах. В России вместо термина «ассоциация почв» используют наименование «комбинация почвенная» (см.), определяющие основные черты того или иного сложного почвенного контура – комплексы, сочетания и др.

**Астенолит** - обособленное магматическое тело в мантии Земли, обладающее малой вязкостью и удельным весом и поэтому стремящееся всплыть кверху.

**Астеносфера** - верхний слой мантии, подстилающий литосферу (глубины 75-150км), характеризующийся пластическими свойствами и падением скоростей распространения сейсмических волн. Здесь формируются очаги плавления вещества мантии и фокусы землетрясений, а также условия, способствующие горизонтальному и вертикальному перемещению вещества земной коры.

**Астроблема** - кратер метеоритного происхождения на поверхности земной коры.

**Атмосфера** - наружная оболочка Земли, состоящая из азота (78,08%), кислорода (20,95%) и других газов с небольшим количеством углекислоты, водных паров и пыли.

**Атолл** - коралловый остров в виде узкой кольцевой гряды рифового известняка, замыкающей внутреннюю лагуну.

**Афтершок** - затухающие сейсмические колебания (толчки), проявляющиеся после сильных толчков при землетрясении.

**Базальт** - основная вулканическая порода, являющаяся эффузивным аналогом габбро, состоящая из переменного количества плагиоклаза, авгита, оливина и вулканического стекла или продуктов преобразования последнего.

**Базис аккумуляции** - точка, выше которой на каждом данном участке аккумуляция вещества происходить не может.

**Базис денудации** - точка, ниже которой денудация происходить не может.

**Базис эрозии** - поверхность, ниже уровня, которой не происходит донной эрозии. Различают **Б. э.** общий и местный. За общий **Б. э.** принимается уровень Мирового океана. Местный **Б. э.** может быть

как постоянным (например, устья рек), так и временным, располагаясь на участках, примыкающих к водопадам или порогам.

**Бар** - 1) песчаные валы вдоль берегов морей, среди них различают: подводный **Б.**; островной **Б.**; береговой **Б.**; 2) мощные толщи сортированных слоистых отложений, сформированных в зонах эрозионной тени или в расширениях речных долин на путях катастрофических гляциальных паводков (см. Формы рельефа дилювиально-аккумулятивные).

**Барранкосы** - промоины и овраги, образующиеся на склонах вулкана и расходящиеся радиально от его вершины.

**Барханы** - асимметричные песчаные холмы разной высоты (от 1-10 до 150-200м), имеющие форму полумесяца и распространенные в пустынях и полупустынях.

**Бассейн артезианский** - бассейн подземных вод, приуроченных к впадинам и находящимся под давлением.

**Бассейн водосборный** - участок земной поверхности, с которого поступают воды в речную систему или отдельную реку, а также озеро или море.

**Бассейн лимнический** - бассейн с озёрной (лимнической) обстановкой осадконакопления.

**Бассейн паралический** - бассейн со смешанными континентальными и морскими условиями осадконакопления.

**Бассейн фирновый** - заполненное фирном (зернистым льдом) полукруглое расширение (цирк) в виде амфитеатра в верховьях трога.

**Батолит** - крупное интрузивное тело (площадью более 200 км<sup>2</sup>), сложенное главным образом гранитоидами и залегающее среди осадочных и метаморфических толщ.

**Бедленд** (дурные земли) - рельеф с густой сетью оврагов и узкими гребнями между ними. Развита в районах с редкими ливнями, с преимущественным распространением рыхлых или слабосцементированных пород.

**Биосфера** - сложная наружная оболочка Земли, в пределах которой развита органическая жизнь. Она охватывает нижнюю часть атмосферы - тропосферу, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы.

**Блок-диаграмма** - перспективный схематический рисунок, изображающий вырезку участка земной коры в определенном масштабе. На передней и боковой стенках изображается геологическое строение в разрезе, на верхней стенке (стороне) – рельеф поверхности, иногда с элементами почвенно-растительного покрова.

**Блок оползневой** - тело оползня, сползшая масса горной породы.

**Блоковая структура** - структура участков земной коры, рассеченной системой разрывов на блоки (блоковые массивы).

**Бом** - отвесная скалистая стена, образующаяся в узком месте глубокой горной долины (на Тянь-Шане, Алтае и др. регионах).

**Брахискладка** - короткая складка, у которой шарнир обнаруживает отчетливый наклон в обе стороны.

**Брекчия** - обломочная горная порода, состоящая из сцементированных угловатых обломков различных пород размером более 10 мм.

**Брекчия вулканическая** - горная порода, состоящая из угловатых или слабоокатанных глыб лавы, шлака, вулканических бомб в мелкозернистом пепловом или лавовом материале.

**Брекчия тектоническая** - дробленые горные породы, возникающие при перемещении на участках проявления разрывных нарушений.

**Бровка** - линия положительного перегиба речной террасы, оврага, склона и т.д.

**Бугры пучения (гидролакколиты)** - в Якутии – булгуньяхи, на Алтае – тебелеры, в Сев. Америке – пинго – образуются в результате вспучивания сильно увлажненных горных пород при их промерзании и увеличении объема. Развита в областях распространения многолетнемерзлых пород: в тундре, лесотундре и высокогорных степях.

**Булгуньяхи** - разновидность крупных бугров пучения, высотой до нескольких десятков метров.

**Буферность почвы** - способность жидкой и твердой фаз почв противостоять изменению реакции среды (рН) при прибавлении сильной кислоты или щелочи.

**Валуны эрратические** - крупные обломки горной породы, чуждые коренным породам ложа; большинство **В.э.** приносится ледниками.

**Век геологический** - геохронологическое подразделение, подчиненное геологической эпохе; промежуток времени, в течение которого отложилась толща горных пород, составляющая геологический ярус.

**Венд** (вендский комплекс) – наиболее молодые отложения докембрия (возраст 570-680 млн. лет).

**Ветрогранники** - угловатые трех-, четырех-, многоугольные и фигурные обломки пород, обточенные ветром, несущим песчинки.

**Взброс** - разрыв с крутопадающим сместителем, по которому висячее крыло поднято относительно лежащего.

**Виргация** - 1) разветвление горных цепей или хребтов в одном направлении, между которыми располагаются постепенно расширяющиеся тектонические долины; 2) расхождение системы складок из одного центра.

**Влагоёмкость** - способность вещества поглощать и удерживать определенное количество влаги, выражаемое в весовых или объемных единицах.

**Водопроницаемость** - свойство горных пород пропускать через себя воду.

**Водораздел** - линия на земной поверхности между двумя смежными водотоками или их системами (бассейнами рек, океанов).

**Водоупор** - практически водонепроницаемая горная порода.

**Воды подземные** - находятся в почвах и горных породах земной коры в любых физических состояниях, включая и химически связанную.

**Воды подземные вадозные** - воды, образующиеся и залегающие в пределах земной коры.

**Воды подземные грунтовые** - безнапорные воды, расположенные на первом от поверхности водонепроницаемом горизонте.

**Воды подземные инфильтрационные** - воды, проникшие с дневной поверхности в горные породы путем инфильтрации атмосферных осадков и вод поверхностных водных бассейнов через сравнительно мелкие поры и тонкие трещины.

**Воды подземные карстовые** - воды, приуроченные к карстовым полостям карбонатных, галогенно-карбонатных и других карстующихся пород.

**Воды подземные подмерзлотные** - подземные воды, залегающие ниже многолетнемерзлых горных пород.

**Воды подземные ювенильные** - воды, поступающие из мантии и магматических очагов.

**Возраст геологический** - время, прошедшее с момента образования горных пород или геологических тел. Различают **В.г.** абсолютный (или радиологический, изотопный, радиометрический), выраженный в единицах физического времени – годах, и **В.г.** относительный, определяемый по взаимному положению слоёв в геологическом разрезе и путем заключенных в них ископаемых органических остатков.

**Возраст Земли** - определён методами изотопной геохронологии и составляет примерно 4,6 млрд. лет.

**Возраст рельефа абсолютный** - 1) отрезок геологического времени, выраженный в годах, в течение которого происходило образование рельефа; 2) время образования рельефа в абсолютном исчислении.

**Возраст рельефа геологический** - время завершения формирования рельефа и перехода его в реликтовое состояние; временная граница между длительностью формирования и длительностью существования рельефа (между фазами прогрессивного и регрессивного развития рельефа).

**Волновод** - зона пониженной скорости распространения сейсмических волн, совпадающая с астеносферой.

**Волны сейсмические** - упругие волны, возникающие в результате землетрясения, взрывов, ударов и распространяющиеся в виде затухающих колебаний в земле.

**Время геологическое** - период, начавшийся около 4,5 млрд. лет назад, т.е. с момента образования земной коры и продолжающийся поныне.

**Вулканизм** - эндогенный процесс, связанный с перемещением магм и сопутствующих им газосодержащих продуктов из глубинных зон на поверхность.

**Вулканы** - аппараты с выводными каналами (отверстиями) разного строения, через которые время от времени из глубин на земную поверхность поступают жидкие (лавы), твердые (обломки вмещающих пород) и газообразные (пары, газы) продукты извержения.

**Выветривание** - процесс изменения и разрушения минералов и горных пород на поверхности Земли (а также на дне морей и океанов) под воздействием физических, химических и органических агентов.

**Выветривание биохимическое (органическое)** - механическое разрушение и химическое разложение пород и минералов в результате жизнедеятельности животных и растительных организмов.

**Выветривание морозное** - разрушение горных пород в результате периодического замерзания попадающей в трещины воды.

**Выветривание физическое (механическое)** - происходит под воздействием колебания (повышения или понижения) температуры, замерзания или оттаивания воды в трещинах (особенно в полярных областях), деятельности животных и растений (сверление, рост корней и т.д.), испарения и кристаллизации солей, присутствующих в воде (инсоляционное **В.** пустынь) и приводит к дезинтеграции пород и минералов - образованию обломков разной величины.

**Выветривание химическое** - происходит под воздействием воды, кислорода и углекислоты воздуха. Вода при этом приводит к растворению, гидратации и гидролизу минералов, кислород способствует окислению, а углекислота повышает химическую активность вод и ускоряет разрушение исходных и образование новых минералов.

**Выклинивание** - постепенное, относительно быстрое утонение пласта, слоя или жилы по простиранию до полного исчезновения.

**Вымораживание** - выдавливание вверх обломков горных пород из приповерхностного рыхлого слоя в результате их периодического замерзания и оттаивания; вызвано увеличением объёма пород.

**Габбро** - тёмноокрашенная основная интрузивная порода, состоящая из основного плагиоклаза, пироксена, а также оливина и роговой обманки.

**Галерея** - элемент карстовой полости (см. карст), имеющий длину больше ширины и высоты.

**Галечник** - рыхлая горная порода, состоящая преимущественно из галек - окатанных обломков различных горных пород размером от 10 до 100 мм, обычно аллювиального или озерно-морского происхождения.

**Галогенез** - процесс образования, накопления и осаждения солей в природе.

**Гейзер** - горный источник, периодически выбрасывающий воду и пар.

**Геоантиклиналь** - сложная положительная тектоническая структура в пределах складчатой системы. **Г.** имеет ширину до нескольких десятков км.

**Географическая оболочка Земли** - ландшафтная оболочка Земли, в пределах которой соприкасаются, проникают друг в друга и взаимодействуют нижние слои атмосферы, приповерхностные толщи литосферы, гидросферы и биосферы. Включает всю биосферу и гидросферу; в литосфере охватывает область гипергенеза, а в атмосфере простирается до стратосферы. Максимальная толщина **Г.о.З.** около 40 км.

**Геоид** - геометрически сложная поверхность с равными значениями силы тяжести. Определяет фигуру Земли, совпадающую с поверхностью Мирового океана и её продолжением под континентами.

**Геомеханика** - один из основных разделов горной науки. Предмет геомеханики - механические процессы, происходящие в массиве горных пород и связанные главным образом с проведением в нём горных выработок (формирование напряжённого состояния массивов пород и его изменения в связи с проведением выработок, сдвижение горных пород, взаимодействие пород с крепями горных выработок и др.).

**Геомеханические процессы в породных массивах** - это процессы деформирования, перераспределения напряжений и разрушения. Сами геомеханические процессы в породных массивах обычно скрыты от наблюдателя. Предметом наблюдения являются так называемые проявления горного давления: смещения, обрушения, внезапные выбросы, горные удары, прорывы воды и др.

**Геосинклиналь** - область высокой геодинамической подвижности, контрастных изменений динамических напряжений, большой мощности (10-25 км) отложений, значительной расчлененности и повышенной проницаемости земной коры, выражающейся в активном магматизме и метаморфизме.

**Геосферы** - концентрические, сплошные или прерывистые оболочки, образованные веществом Земли. Г. отличаются друг от друга по химическому составу, агрегатному состоянию и физическим свойствам. От периферии к центру выделяют магнитосферу, атмосферу, гидросферу, литосферу, мантию и ядро Земли. Выделяют также специфические оболочки – биосферу и географическую оболочку.

**Геохронология** - измерение геологического времени (абсолютная Г.), установление последовательности геологических событий в истории Земли (относительная Г.). См. методы геохронологические.

**Гиалокластит** - горная порода, состоящая из обломков вулканического стекла, возникшего в результате грануляции (распада) раскаленной лавы в подводных условиях.

**Гидрогеология** - наука о подземных водах, их происхождении, условиях залегания, законах движения и химических свойствах, хозяйственном значении.

**Гидросфера** - прерывистая водная оболочка Земли, представляющая совокупность морей и океанов, континентальных водоёмов, ледяных покровов и подземных вод.

**Гипергенез** - совокупность процессов химического и физического преобразования минеральных веществ в верхних частях земной коры и на её поверхности под воздействием атмосферы, гидросферы и живых организмов. При Г. происходят: образование коры выветривания и зоны окисления месторождений, почвообразование и т.д.

**Гипоцентр землетрясения** - центральная часть очага землетрясения в теле Земли, где внезапно освобождается огромное количество энергии, вызывающей колебания земной коры.

**Глина** - осадочная порода, содержащая более 50 % частиц размером менее 0,01 мм, обладающая большой пластичностью и приобретающая при обжиге высокую твёрдость.

**Глина валунная** - песчаная глина ледникового или пролювиального происхождения, представляющая собой смесь глинистого вещества, алеврита, песка, глыб и валунов.

**Глины ленточные** - переслаивающиеся глинистые, алевритистые и др. отложения приледниковых озёр, где ясно выражены летний (относительно грубозернистый) и зимний слои.

**Гляциодислокации** - нарушения залегания горных пород в результате воздействия ледника.

**Гляциоизостазия** - вертикальные движения (поднятия и опускания) земной коры вследствие нарушения изостатического равновесия при появлении и исчезновении ледниковой нагрузки.

**Гляциология** - наука о природных льдах – атмосферных (снежный покров и ледники), речных, озерных, морских, подземных и наледных.

**Гнейс** - метаморфическая горная порода, отличающаяся кристаллическим строением, полосчатостью и состоящая из полевых шпатов, кварца и темноцветных минералов.

**Голоцен** - самый молодой и короткий отдел четвертичного периода, начавшийся 10-12 тыс. лет назад. По своему климату Г. представляет типичную межледниковую эпоху.

**Гольцы** - горные вершины уплощенной или округлой формы, поднимающиеся выше границы леса и почти лишённые растительности.

**Горизонт** - слой или пачка слоёв горных пород, выделяемых на основании каких-либо характерных маркирующих особенностей (литологических, палеонтологических).

**Горизонт водоносный** - насыщенные водой горные породы, залегающие между двумя водоупорными слоями или только подстилаемые водоупором.

**Горизонт гумусовый** - горизонт накопления гумусовых веществ в верхней части минерального почвенного профиля.

**Горизонт иллювиальный** - горизонт, в котором происходит накопление веществ, внесённых из вышележащих горизонтов.

**Горизонт элювиальный** - горизонт вымывания, осветлённый и обеднённый илом, полуторными оксидами и основаниями.

**Горст** - приподнятый участок земной коры, ограниченный двумя разломами, сместители которых вертикальны или наклонены.

**Грабен** - опущенный участок земной коры, ограниченный двумя субпараллельными разломами.

**Гравелит (конгломерат гравийный)** - сцементированная обломочная порода, состоящая из окатанных (округлых) обломков размером 2-10 мм.

**Гравий** - несцементированные окатанные (округлые) обломки размером 2-10 мм.

**Гравиметрия** - наука об измерении величин, характеризующих гравитационное поле Земли.

**Гравитационная аномалия** - аномалия силы тяжести, разность между наблюдаемой силой тяжести и ее нормальным (теоретическим) значением в той же точке.

**Гранит** - светлоокрашенная кислая интрузивная порода, состоящая из кварца, калиевого полевого шпата, кислого и среднего плагиоклаза, слюды и роговой обманки.

**Гранитизация** - процесс преобразования горных пород в гранит без их расплавления.

**Граница Гутенберга** - условная граница раздела между мантией и ядром Земли.

**Граница Конрада** - условная граница между гранитным и базальтовым слоями земной коры.

**Граница Мохоровичича (Г. Мохо)** - условная граница между земной корой и мантией.

**Граувакки** - пески и песчаники, содержащие большое количество обломков темноцветных минералов и горных пород.

**Грейзен** - метасоматическая (см. метаморфизм метасоматический) горная порода, состоящая из кварца и светлой слюды. Часто содержит касситерит, вольфрамит, танталит, топаз и др. минералы.

**Гумификация** - процесс превращения растительных и животных остатков в специфические гумусовые вещества: гуминовые кислоты, фульфакислоты и гумины.

**Гумус** - перегной, совокупность органических веществ почвы, образующихся в результате биохимического превращения органических остатков.

**Дайка** - пластинообразное тело, сложенное горными породами и ограниченное параллельными стенками. Дайки имеют большую протяженность по простиранию и падению при относительно небольшой мощности.

**Дацит** - вулканическая порода, содержащая в стекловатой основной массе вкрапленники плагиоклаза, кварца, биотита и роговой обманки. Эффузивный аналог гранодиорита.

**Движение воды ламинарное** - плавное упорядоченное движение воды с постоянной скоростью и направлением.

**Движение воды турбулентное** - неупорядоченное движение воды с постоянно меняющейся скоростью и направлением движения отдельных водяных частиц.

**Двойник** - закономерный сросток двух однородных кристаллов.

**Дегидратация (обезвоживание)** - процесс выделения воды из минералов и горных пород.

**Делювий** - отложения, накапливающиеся у подножий склонов в виде шлейфов в результате плоскостного или сетчато-ячеистого смыва тонкообломочного материала.

**Дельты** - приустьевой участок реки, схожий с начертанием греческой буквы "V" и сложенный преимущественно речными отложениями.

**Дельты сухие** - крупные конусы выноса с разветвленной сетью сухих русел, образованных ручьями и реками в засушливых областях (син. субэральные дельты).

**Денудация** - процесс разрушения, сноса и удаления продуктов выветривания в результате воздействия силы тяжести, вод, ветра, снега и льда.

**Денудация селективная (избирательная)** - различная интенсивность разрушения и сноса вследствие различной устойчивости горных пород. В результате **Д.с.** в местах развития трудноразрушаемых горных пород возникают так называемые останцы (останцы выветривания), а в местах преобладания легкоразрушаемых пород - отрицательные формы рельефа, в т.ч. и карстовые.

**Депрессия** - 1) геоморф. – впадина, котловина, понижение; 2) тектонич. – область прогибания земной коры, полностью или частично заполненная осадками.

**Дернина** - верхний слой почвы, густо пронизанный переплетенными живыми и отмершими корнями, побегами и корневищами растений; отличается значительной связанностью.

**Десерпция** (син. крип, сползание) - медленное смещение или сползание рыхлых образований вниз по склону из-за колебаний объема отложений при постоянном воздействии силы тяжести.

**Десквамация** - шелушение и отслаивание горных пород под влиянием резких колебаний температуры. Обычно проявляется в пустынях и высокогорных областях.

**Дефлюкция** - пластичное перемещение в виде медленного выдавливания слабо увлажненных грунтовых масс под почвенно-растительным покровом.

**Дефляция** - развевание и перевевание, вынос ветром тонких продуктов разрушения горных пород (пыль, песок).

**Диагенез** - процесс превращения рыхлого осадка в плотную осадочную горную породу.

**Диапир (диапировая складка)** - куполообразная антиклинальная складка с интенсивно смятым ядром, срезающим крылья складки, возникающая за счёт выдавливания снизу высокопластичных пород (соль, глины).

**Диапиризм** - процесс протыкания высокопластичными осадочными и магматическими породами слоистых толщ.

**Диастема** - кратковременный перерыв в осадконакоплении, вызывающий перерыв в стратиграфической последовательности отложения осадков без размыва или с небольшим размывом ранее накопившихся осадков.

**Диафторез** - процесс преобразования (минерального и химического) магматических и метаморфических пород в условиях более низких температур и давлений.

**Дилювий** - генетический тип рыхлых отложений, сформированных катастрофическими потоками из прорвавшихся ледниково-подпрудных озёр прошлого.

**Динамометаморфизм** - вид метаморфизма, структурное и минеральное преобразование горных пород под воздействием одностороннего давления (стресса) в результате складкообразования и разрывных нарушений.

**Диорит** - серая или темносерая интрузивная горная порода среднего состава, состоящая из среднего плагиоклаза, роговой обманки, иногда биотита и авгита, реже кварца.

**Дислокации** - деформации горных пород с образованием складок, трещин и разрывов.

**Докембрий** - совокупность горных пород древнее 570 млн. лет, а также промежуток времени, длительность которого составляет не менее 3,3 млрд. лет (от 3700 до 570 млн. лет) (син. криптозой).

**Доломит** - двойной карбонат кальция и магния, минерал, горная порода. Нередко слагает целые горные хребты и массивы (напр., Доломитовые Альпы). Активно закарстовывается.

**Дресва** - рыхлая осадочная порода, неокатанный аналог галечника.

**Дюны** - песчаные холмы, возникающие под воздействием ветра на берегах морей, озёр и рек.

**Дюны параболические** - имеют форму дуги, открытой ветру. По внутренней стороне склон пологий (2-120), на внешней стороне - крутой (16-300). Образуются Д.п., когда оба конца перемещаемого вала закрепляются растительностью или влажным субстратом, в то время как середина, обладающая большей массой сухого песка, ещё движется вперёд.

**Еврейский камень** (син. пегматит, письменный гранит) - калиевый полевой шпат с вростками дымчатого кварца, напоминающими древнееврейские письмена.

**Елань (glade)** (местный термин в Сибири, на Дону)

пологий безлесый склон. Букв. – пастбище, луг.

**Жила** - тело, образовавшееся в результате выполнения трещины минеральным веществом.

**Залегание горных пород** - пространственное расположение в земной коре геологических тел, сложенных горными породами.

**Залегание вторичное** - залегание, при котором первичная форма расположения тел горных пород в пространстве изменена под действием различных факторов (тектонических, климатических и т.д.).

**Залегание несогласное** - 1) взаимоотношение между ниже и вышележащими слоями осадочных горных пород, при котором нарушается параллельность слоёв или стратиграфическая последовательность в разрезе, т.е. отсутствуют те или иные стратиграфические единицы; 2) залегание тел магматических горных пород, при котором эти тела секут слои (пласты) вмещающих пород.

**Залегание первичное** - залегание, которое породы приобретают в процессе своего формирования.

**Залегание согласное** - 1) для осадочных пород: такое взаимоотношение между слоями горных пород, при котором кровля подстилающего слоя является подошвой перекрывающего; 2) для магматических пород: такое залегание тел, при котором их контакты параллельны пластикам вмещающих пород.

**Замок складки** - место общего перегиба слоёв горных пород в складке.

**Зеркало грунтовых вод** - поверхность грунтовой воды, отделяющая безнапорные, гравитационные воды от капиллярной каймы зоны аэрации.

**Зона аэрации** - зона земной коры между дневной поверхностью и зеркалом грунтовых вод.

**Зона капиллярного поднятия (периодического насыщения)** - нижняя часть зоны аэрации грунта, где пустоты капиллярных размеров (поры, трещины) насыщены водой. Расположена выше уровня грунтовых вод.

**Изоморфизм** - способность химических элементов замещать друг друга в кристаллах минералов вплоть до образования твёрдых растворов.

**Изосейсты** - концентрические линии, соединяющие на карте точки с одинаковой интенсивностью землетрясения.

**Ил глобигериновый** - глубоководный ил, сложенный в значительной части известковыми раковинами глобигерин – морских планктонных форм из отряда фораминифер.

**Ил диатомовый** - тонкозернистый алевроито-глинистый осадок морского или озёрного происхождения, содержащий скопления кремнистых скелетов диатомовых водорослей.

**Ил птероподовый** - ил современных океанов, образующийся в результате отмирания птеропод (планктонных организмов).

**Ил радиоляриевый** - пелагический кремнистый ил, состоящий преимущественно из раковин планктонных радиолярий.

**Ил фораминиферовый** - пелагический известковый ил, состоящий преимущественно из раковин фораминифер и их обломков.

**Инверсия геотектонического режима** - стадия развития геосинклинали, заключающаяся в превращении геосинклинальных прогибов в поднятия (геоантиклинали), а геоантиклиналей – в прогибы; и те, и другие при этом испытывают складчатость, метаморфизм и внедрение интрузий.

**Интрузия** - 1) процесс внедрения магматических масс; 2) магматическое тело, образовавшееся при застывании магмы на той или иной глубине от земной поверхности.

**Инфильтрация** - проникновение атмосферной и поверхностной воды в породу и почву по капиллярным порам, трещинам, пустотам.

**Ископаемые руководящие** - остатки ископаемых растений и животных, которые имеют ограниченное вертикальное (по времени) и широкое горизонтальное (в пространстве) распространение.

**Источник (ключ, родник)** - естественный выход подземной воды непосредственно на земную поверхность.

**Источник восходящий** - образованный напорными водами. Вода такого источника выбивается из пор, трещин, карстовых и др. пустот снизу вверх гидростатическим или газовым давлением.

**Источник нисходящий** - питаемый грунтовыми и вообще безнапорными водами. Вода движется к нему сверху вниз от области питания к месту дренажа – выходу воды.

**Кайнозой** - см. Эра кайнозойская.

**Каньон** - ущелье, глубокая узкая долина с отвесными или крутыми склонами.

**Кар** - нишеобразное углубление, с крутыми стенами и пологим дном, врезанное в верхнюю часть склонов гор и занятое ледником, фирном или озером.

**Карры** - система гребешков и выступов, разделенных ветвящимися бороздами-желобками, возникающая на поверхности растворимых пород в результате действия стекающих струй воды.

**Карст** - явление растворения пород подземными и поверхностными водами с образованием пустот разного размера и формы.

**Карст гипсовый** - процесс выщелачивания поверхностными и подземными водами пород, состоящих из гипса.

**Карст карбонатный** - процесс выщелачивания поверхностными и подземными водами карбонатных пород.

**Карст соляной** - процесс выщелачивания поверхностными и подземными водами пород, состоящих главным образом из каменной соли.

**Катагенез** - совокупность физико-химических процессов преобразования осадочных пород после их возникновения из осадков и до превращения в метаморфические породы. Протекает в условиях низких температур и давлений.

**Катаклазиты** - породы, возникающие в результате процессов динамометаморфизма и характеризующиеся деформацией кристаллических решеток минералов и механическим дроблением; преобразования в катаклазитах значительно слабее, чем в милонитах.

**Каустобиолиты** - горючие ископаемые: торф, каменный уголь, нефть.

**Кимберлит** - вулканическая брекчиевидная ультраосновная порода, иногда содержащая алмазы; впервые открыта в вулканических трубках взрыва.

**Кларк элемента** - среднее содержание элемента в земной коре, выраженное в процентах.

**Клиф** - отвесный береговой обрыв, образовавшийся в результате абразии.

**Коллювий** - продукты выветривания, смещённые вниз по склону под влиянием силы тяжести почти без участия воды. Слагают тела осыпей, обвалов, оползней и т.д.

**Конгломерат** - сцементированная обломочная порода, состоящая из окатанных (округлых) обломков размером не более 2 мм.

**Конус выноса** - аккумулятивная форма в виде полуконуса, возникающая на месте резкого выполаживания продольного профиля реки (ручья), в результате чего поток теряет силу и переносимые им наносы отлагаются.

**Кора выветривания** - продукты физического, химического и биохимического выветривания, возникшие в верхней части литосферы в результате преобразования магматических, метаморфических и осадочных пород.

**Кора выветривания современная** - обломочная кора, формирующаяся в настоящее время.

**Кора выветривания древняя** - глубоко преобразованная **К.в.**, сформировавшаяся в прошлые геологические эпохи.

**Кора выветривания латеритная** - геологический тип коры выветривания, характеризующийся обогащением конечных продуктов выветривания окислами и гидроокислами Fe, Al, Ti. Образуется в условиях тропического и субтропического климата.

**Кора земная** - оболочка Земли, располагающаяся выше границы Мохоровичича и слагающая верхнюю часть литосферы.

**Кора земная континентальная** - характеризуется наличием трёх слоёв: осадочного, гранитно-гнейсового и гранулитно-базитового; её мощность колеблется от 20 до 80 км.

**Кора земная океаническая** - характеризуется наличием осадочного, базальтового и третьего слоя основного-ультраосновного состава; мощность коры достигает 10 км.

**Корразия** - процесс обтачивания, шлифования, полирования и высверливания горных пород обломочным материалом, перемещенным ветром.

**Коррозия** - 1) изменение пород в результате растворения с появлением пустот, желобов и пр.; 2) разъединение, оплавление магмой ранее выделившихся минералов.

**Коса** - невысокий аккумулятивный вал, выступающий над поверхностью воды, формирующийся за счет падения транспортирующей способности водного потока.

**Кратер** - впадина в виде чаши или воронки в вершинной части вулканического конуса, образующаяся за счет активной взрывной (взрывной) деятельности вулкана.

**Кратоны** - крупные жесткие (консолидированные) участки земной коры, способные к слабому преобразованию в период тектономагматической активизации.

**Кривая гипсографическая** - условная кривая, показывающая соотношение основных морфологических элементов Земли и распределение высотных отметок на суше и глубине в океане.

**Кривая палеогеографическая** - линия, отражающая реставрированную историю колебательных движений, которая может быть схематически изображена на графике.

**Криолитозона** - зона распространения многолетнемерзлых пород.

**Криотурбация** - текстура горных пород, представляющая собой в разрезе завихрения, кольца, изгибы и др. виды рисунков, возникающая в результате деформации избыточно увлажненных пород при их замерзании.

**Криптозой (эра "скрытой жизни")** - докембрий; промежуток времени, предшествовавший в истории Земли палеозойской эре (кембрийскому периоду).

**Крыло разрывного нарушения** - блок горных пород, примыкающий к плоскости сместителя. Различают **К.р.н.**: висячие, лежачие, поднятые и опущенные, левые и правые.

**Крыло складки** - часть складки, примыкающая к замку, где слои имеют наклон в одну сторону.

**Ксенолиты** - включения в магматической породе чуждых ей обломков пород.

**Купола гнейсовые** - структуры округлой формы размером до 40 км в поперечнике, выделяемые в фундаменте древних платформ. К ядрам **К.г.** приурочены интрузии гранитов.

**Курум** - каменный поток из глыб и щебня, медленно сползающий по склонам гор; лишен растительного покрова.

**Лабрадорит** - полнокристаллическая порода, состоящая из плагиоклаза, главным образом лабрадора.

**Лава** - раскаленная жидкая или вязкая масса, вытекающая на поверхность Земли при извержениях вулканов и теряющая при этом растворенные в ней летучие компоненты.

**Лагуна** - мелководный водоём, отделённый от моря полосой береговых валов, изредка соединенный с морем узким проливом.

**Лакколит** - грибообразная интрузия, у которой дно и кровля согласны со слоистостью вмещающих пород.

**Лапилли** - округлые или угловатые продукты вулканических выбросов размером от горошины до грецкого ореха (1-3 см).

**Лёсс** - алевритистая порода светло-желтой окраски с общей пористостью 40-56 %, с видимыми невооруженным глазом каналцами, неслоистая, известковая, дающая столбчатую отдельность.

**Липарит** - эффузивная кислая порода, аналог гранита.

**Литификация** - окаменение, процесс превращения рыхлых осадков в твёрдые породы.

**Литогенез** - совокупность процессов образования и эволюции осадочных горных пород.

**Литосфера** - верхняя твёрдая оболочка Земли, включающая всю земную кору и верхнюю часть верхней мантии. Сверху ограничена атмосферой и гидросферой, снизу – астеносферой.

**Ложе океана** - крупнейший элемент рельефа Земли, занимающий большую часть дна океана и характеризующийся океаническим типом земной коры.

**Лополит** - крупное пологозалегающее интрузивное тело, вогнутое в центральной части.

**Маары** - плоскодонные кратеры взрыва без конуса, окруженные невысоким валом из рыхлых продуктов извержения, иногда заполнены водой.

**Магма** - расплавленная огненно-жидкая силикатная масса, содержащая в растворенном состоянии летучие компоненты (углекислоту, воду, фтор, хлор и др.), возникающая в земной коре или верхней мантии.

**Магматизм** - совокупность всех геологических процессов, связанных с деятельностью магмы. Объединяет эффузивные (вулканизм) и интрузивные (плутонизм) процессы.

**Магнитосфера Земли** - область распространения магнитного поля Земли, охватывающая околоземное пространство и верхний слой атмосферы. Служит защитой от ионизирующего излучения космического пространства.

**Магнитуда землетрясений (М)** - относительная энергетическая характеристика землетрясений. Определяется как логарифм отношения максимальных амплитуд волн данного землетрясения к амплитудам таких же волн некоторого стандартного землетрясения. Колеблется от 0 - наименьший толчок до 8,5-8,9 - самые сильные из зарегистрированных землетрясений.

**Мантия** - включает весь вещественный комплекс, залегающий между границей Мохоровичича (глубина 30-36 км) – подошвой земной коры и границей Викерта-Гутенберга (2900 км) – наружной границей ядра.

**Мантия верхняя** - область между границей Мохоровичича (30-36 км) и слоем Голицына (670 км). Включает астеносферу.

**Мантия нижняя** - область, располагающаяся на глубине от 950-1000 км до 2900 км вокруг ядра Земли. На основании полученных сейсмических данных прогнозируется однородность и изотропность среды **М.н.**

**Меандры** - петлеобразные изгибы русел рек, образовавшиеся за счёт боковой эрозии.

**Мегантиклинорий** - сложная складчатая структура с выпуклым зеркалом складчатости.

**Мезозой** - см. Эра мезозойская.

**Мергель** - осадочная порода смешанного глинисто-карбонатного состава с содержанием известняков 50-76 %, а глинистой составляющей – 25-50 %.

**Мерзлота вечная** - условный неопределенный термин, используемый в трех значениях: 1) явление длительного охлаждения горных пород верхней части земной коры до нулевой и отрицательной температуры; 2) слой или область распространения долго неоттаивающих горных пород (т.н. многолетнемёрзлый слой); 3) горные породы, сцементированные замерзшей в них влагой (**многолетнемёрзлые породы**).

**Мерзловедение (геокриология)** - наука о развитии, распространении, строении и составе мёрзлых горных пород и почв, а также о процессах и явлениях, происходящих в них.

**Метаморфизм** - разнообразные эндогенные процессы, изменяющие структуру, минеральный и химический состав горных пород в результате воздействия одного или нескольких факторов.

**Метаморфизм дислокационный** - см. Динамометаморфизм.

**Метаморфизм контактовый** - изменение вмещающих пород при тепловом и химическом воздействии на них интрузивных магматических масс.

**Метаморфизм метасоматический (метасоматоз)** - процесс замещения и растворения одних минералов другими при сохранении породой твёрдого агрегатного состояния.

**Метаморфизм региональный (динамотермальный)** - метаморфическое преобразование горных пород, связанное с погружением и изменением термодинамических условий, проявляющееся на больших пространствах вне связи с внедрением магмы.

**Метеориты** - тела, падающие на Землю из межпланетного пространства. По составу подразделяются на железные, железокремнистые, каменные и стекловатые.

**Метод гравиметрический** - геофизический метод решения геологических задач, основанный на изучении гравитационного поля участка земной коры.

**Методы геохронологические** - методы определения возраста горных пород; выделяют две группы **М.г.:** *методы определения абсолютного возраста* – группа методов определения возраста, выраженного в астрономических единицах, основанных на свойстве естественных радиоактивных элементов распадаться с определенной постоянной скоростью с превращением в стабильные изотопы; *методы определения относительного возраста*, основанные на законах эволюции органического мира (палеонтологический метод) или на изучении последовательности и взаимоотношений пород (литологический метод).

**Мигматит** - сложная полиметаморфическая порода, состоящая из двух петрографически отличающихся частей: материнской (магматической, осадочной и метаморфической) и новообразованной жильной (чаще кислого состава).

**Милонит** - породы высшей стадии динамометаморфизма, характеризующиеся механическим дроблением обломков и изменением первичной текстуры на ориентированную.

**Миогеосинклиналь** - внешняя, окаймляющая часть эвгеосинклинали, располагающаяся на границах с платформой, характеризующаяся очень слабой вулканической активностью или полным её отсутствием и сложенная терригенными (нередко угленосными) и карбонатными породами.

**Мобилизм** - ряд гипотез, допускающих возможность горизонтального перемещения отдельных глыб материковой коры по пластичному слою подкорового субстрата.

**Моладса** - комплекс осадочных грубокластогенных отложений, образующих свой тип разреза, в составе которых различаются: нижняя - морская моладса (мергели, песчаники и конгломераты); верхняя - континентальная моладса (конгломераты).

**Моноклиналь** - структура с выдержанным однонаправленным наклонным залеганием слоёв.

**Морены** - отложения обломочного материала, накопленного при транспортировке и движении ледника. Различают **М.:** 1) основные, краевые - для покровного оледенения и 2) боковые, срединные, внутренние, донные и конечные - для горно-долинных ледников.

**Мощность** - расстояние между поверхностями напластования или контактами, ограничивающими геологическое тело.

**Мощность истинная** - кратчайшее расстояние между поверхностями, ограничивающими тело.

**Мощность видимая** - расстояние между плоскостями напластования или контактами на поверхности выхода тела.

**Мощность вертикальная** - расстояние между плоскостями напластования, измеряемое по вертикали.

**Мощность почвы** - общая мощность почвенного профиля от дневной поверхности до малоизмененной породы.

**Мульда (чаша)** - синклиналь, имеющая в плане изометрическую (овальную или круглую) форму.

**Надвиг** - разрывное нарушение с пологим (менее 400) падением сместителя, по которому висячий бок надвинут на лежащий.

**Нарушения дизъюнктивные (разрывные)** - общее название многих видов тектонических нарушений, сопровождающихся перемещением разорванных частей геологических тел друг относительно друга. Сюда относят раздвиги, сдвиги, сбросы, взбросы, надвиги, шарьяжи и пр.

**Нарушения пликативные (складчатые)** - деформации в земной коре, приводящие к возникновению изгиба слоёв. При этом либо не происходит нарушения сплошности пород (складки изгиба), либо породы разбиваются системой трещин на множество мелких блоков, сдвигающихся

или поворачивающихся относительно друг друга и в целом образующих складку (складки скальвания). Выделяют два главных типа: синклинали и антиклинали.

**Некк** - столбообразное тело, представляющее собой жерло вулкана, сложенное застывшей лавой, туфами, лавобрекчиями и др.

**Неомобилизм** - мобилизм, признающий значительные перемещения литосферных плит.

**Несогласие** - нарушенная последовательность залегания слоёв, определяемая пространственным положением и возрастными соотношениями.

**Несогласие параллельное** - нарушение возрастной последовательности залегания слоёв, обусловленное выпадением их из разреза.

**Несогласие угловое** - залегание молодых отложений на размытой поверхности древних, имеющих другие элементы залегания.

**Ниша волноприбойная** - углубление в основании скалистого берегового уступа (обрыва), образованное в результате ударов волн в зоне прибоя.

**Ноосфера** - сфера активного влияния деятельности человека на среду.

**Нунатаки** - одиночные скалы или скалистые вершины, поднимающиеся над поверхностью ледника и обтекаемые им.

**Обдукция** - процесс надвигания океанической коры на континентальную.

**Области изосейсмические** - области, в которых землетрясения проявились с одинаковой силой.

**Область дренирования** - область влияния дренажа на водоносные слои.

**Область сейсмическая** - территория на поверхности Земли, обладающая высокой потенциальной сейсмичностью.

**Область стока** - зона распространения ледников, расположенная ниже зоны питания.

**Озеро тектоническое** - возникает в результате тектонического опускания участка земной коры.

**Окаменелости** - сохранившиеся в горных породах окаменевшие органические остатки, а также следы жизнедеятельности организмов.

**Окраины континентальные активные** - тектонически подвижные зоны, характеризующиеся активной магматической деятельностью.

**Окраины континентальные пассивные** - выровненные подводные продолжения континентов (шельф, склон).

**Оползень** - отрыв земляных масс или слабо сцементированных слоистых горных пород и перемещение их по склону под влиянием силы тяжести.

**Оползни деляпсивные (соскальзывающие)** - оползни, возникающие за счёт гравитационного смещения массивов и обломков горных пород на склонах, сложенных преимущественно пластичными песчано-глинистыми отложениями вследствие разгрузки нижней части склона (возникновение полостей).

**Оползни детрузивные (сталкивающие)** - образуются за счёт усиления давления на верхнюю часть оползневого тела.

**Ороген** - горноскладчатое сооружение, возникшее на месте геосинклинали.

**Орогенез** - очень интенсивные кратковременные (в отличие от эпейрогенеза) необратимые тектонические движения геосинклинальных зон, приводящие к складкообразованию и, следовательно, к значительным изменениям тектонического строения регионов, в которых они проявляются.

**Отдел** - отложения, образовавшиеся в течение геологической эпохи.

**Отторженцы** - 1) Глыбы горных пород, размером от нескольких до сотен метров, часто сохраняющих слоистость, переносимые ледником на расстояние до нескольких сот км; 2) То же, что остатки тектонического покрова или клиппы.

**Паводок** - кратковременное, нерегулярное повышение уровня и расхода воды в реке вследствие снеготаяния, выпадения атмосферных осадков и др.

**Палеозой** - см. Эра палеозойская.

**Пачка** - 1) небольшая по мощности часть свиты или подсвиты с определенными особенностями; 2) небольшая по мощности совокупность пластов, характеризующаяся некоторой общностью признаков.

**Периклираль** - окончание антиклинали, где слои замыкаются, а шарнир погружается.

**Период геологический** - единица геохронологической шкалы, отвечающая крупному этапу развития Земли. Является частью эры и соответствует времени образования отдельной системы.

**Период ледниковый** - интервал времени с характерной продолжительностью в несколько млн. лет, в течение которого имеют место общее похолодание климата и неоднократные резкие разрастания оледенения материков и океанов (см. Эпоха ледниковая). Ледниковые эпохи чередуются с эпохами потепления и сокращения оледенения (межледниковьями). Последний четвертичный П.л. продолжается около 2,5-3 млн. лет.

**Пески эоловые** - возникают в результате ветрового захвата и переноса минеральных частиц с последующим выпадением их из воздуха.

**Песок** - рыхлая обломочная порода, состоящая из обломков размером 0,1-2 мм.

**Песчаник** - сцементированная осадочная обломочная порода, сложенная обломками размером 0,1-2 мм.

**Пласт** - элемент слоистой толщи (равный одному или нескольким слоям), образовавшийся в результате резкой региональной смены условий седиментации.

**Платформа** - основной элемент структуры континентов со спокойным тектоническим режимом, характеризующийся двухъярусным строением (внизу - складчатый фундамент, вверху - чехол), равнинным рельефом поверхности, малыми мощностями чехла, их субгоризонтальным залеганием.

**Платформа древняя** - платформа, возникшая на месте древней докембрийской подвижной области.

**Плита платформы** - крупная отрицательная тектоническая структура платформ. Характеризуется наличием чехла, залегающего на палеозойском фундаменте и достигающего нередко значительной мощности.

**Плоскость осевая (складки)** - плоскость, делящая складку на две равные части.

**Покровы (тектонические)** - горизонтальный или пологий надвиг с перемещением масс в виде покровов на расстояния, достигающие нескольких десятков или, возможно, даже первых сот км по волнистой поверхности надвига. Син. шарьяж.

**Пористость** - объём всех сингенетических (первичных) и эпигенетических (вторичных) пустот (пор, каверн, микротрещин и др.) в горных породах.

**Породы горные** - агрегаты минералов; разделяются по происхождению, составу и строению. Формируются в результате деятельности геологических процессов и слагают в пределах земной коры самостоятельные тела.

**Породы горные водопроницаемые** - пористые или трещиноватые горные породы, по которым возможно движение подземных вод.

**Породы горные магматические** - породы, образующиеся в результате охлаждения и затвердения магмы на различных глубинах и на земной поверхности.

**Породы горные метаморфические** - породы, образующиеся в результате преобразования магматических, осадочных, а иногда и метаморфических пород под воздействием различных факторов (температуры, давления, химических растворов и газов).

**Породы горные осадочные** - породы, сформировавшиеся на поверхности земной коры из продуктов разрушения породогорных пород путём химического или механического выпадения осадков из воды, а также остатков жизнедеятельности организмов и растений.

**Пояса орогенные эпигеосинклинальные** - орогенные пояса, сформировавшиеся на месте ранее существующих геосинклинальных областей, переживших начальную стадию развития указанных структур.

**Пояса орогенные эпиплатформенные** - линейно вытянутые протяженные области горообразования, сформировавшиеся на месте платформенных структур в результате резкого оживления (активизации) тектонических движений.

**Пролувий** - обломочные отложения временных водотоков, различные по крупности, обычно неокатанные.

**Пропласток** - небольшой по мощности слой горных пород, залегающий внутри более крупного слоя (пласта). Син. слоёк, прослой.

**Протерозой** - время образования горных пород, составляющих протерозойскую акротему, продолжительностью свыше 2-2,2 млрд. лет. Подразделяется на нижний и верхний протерозой.

**Профиль почвы** - совокупность генетически сопряженных и закономерно сменяющихся горизонтов почвы, на которые расчленяется материнская порода в процессе почвообразования.

**Процессы экзогенные** - геологические процессы, вызванные внешними по отношению к Земле силами; происходят на поверхности Земли. К **П.эк.** относятся: выветривание горных пород; перемещение продуктов выветривания под влиянием воды, ветра, льда, силы тяжести; образование осадочных горных пород и некоторых типов месторождений.

**Процессы эндогенные** - геологические процессы, вызванные внутренними силами Земли и происходящие внутри Земли. К **П.эн.** относятся: тектонические, магматические, метаморфические и гидротермальные процессы, образование некоторых типов месторождений полезных ископаемых.

**Процессы эоловые** - процессы, связанные с геологической деятельностью ветра. Особенно интенсивны в пустынях.

**Разлом трансформный** - сдвиг, маркирующий границу плит и резко обрывающийся с обоих концов у другой границы плит. Син. разлом горизонтального скола.

**Разломы глубинные** - зоны подвижного сочленения крупных блоков земной коры и подстилающей верхней мантии, обладающие протяженностью до многих сотен и тысяч км при ширине в несколько десятков км, существующие на протяжении геологических периодов и др.

**Сапропель** - озёрный ил, насыщенный органическим веществом, образовавшимся за счёт продуктов распада живущих в воде растительных и животных организмов.

**Сапропелит** - органогенная порода, входящая в группу каустобиолитов, образовавшихся из водных растительных и животных организмов.

**Сброс** - разрывное нарушение, при котором сместитель падает в сторону опущенного крыла (висячее крыло опущено относительно лежачего).

**Седиментация** - процесс образования осадков в природных условиях путём перехода осадочного материала из подвижного или взвешенного состояния в неподвижное (осадок).

**Сейсмограмма** - кривая записи приборами-сейсмографами сейсмических волн на светочувствительной бумаге.

**Сейсмограф** - прибор для преобразования механических колебаний почвы в электрические и последующей записи на светочувствительной бумаге.

**Сейсмология** - наука о землетрясениях и связанных с ними явлениях; раздел геофизики.

**Сель** - кратковременный разрушительный поток, перегруженный грязе-каменным материалом.

**Сель гляциальная** - селевой поток, формирование которого связано с накоплением воды во внутриледниковых полостях и ледниково-подпрудных озёрах и их прорывами. **С.г.** - наиболее мощные сели высокогорий.

**Серия осадков регрессивная** - серия осадков, отражающая последовательную смену глубоководных условий все более мелководными, вплоть до континентальных.

**Серия осадков трансгрессивная** - отражает последовательную смену мелководных осадков глубоководными в соответствии с постепенно углубляющимся наступающим бассейном.

**Сиенит** - магматическая полнокристаллическая бескварцевая порода, состоящая преимущественно из щелочных полевых шпатов и роговой обманки или биотита.

**Силл** - интрузивная залежь согласная с напластованием вмещающих пород.

**Сингенез** - образование минералов, происходящее во время отложения осадков; начальная стадия литогенеза.

**Синеклиза** - крупная отрицательная структура, характерная для платформенных областей, с пологими углами падения крыльев, центр которой слагают более молодые отложения, а по периферии выходят более древние.

**Синклинали** - вогнутая складка, ядро которой сложено более молодыми слоями, а крылья - древними.

**Синклинорий** - крупная сложная структура синклинального строения, крылья которой осложнены более мелкими складками.

**Система** - отложения, образовавшиеся в течение геологического периода.

**Скарн** - горная порода, состоящая преимущественно из граната, пироксена, амфибола и хлорита, других минералов, образовавшаяся при контактовом метаморфизме известково-силикатных пород.

**Складка** - форма пликативных нарушений, представляющая собой волнообразный изгиб пластов различных масштабов и морфологии.

**Складка антиклинальная** - см. Антиклиналь.

**Складка диапировая** - антиклинальная складка, у которой мощность слоёв в замке уменьшаются, а сплошность слоёв в крыльях часто нарушается.

**Складка изоклинальная** - складка, у которой крылья и осевая плоскость параллельны.

**Складка косая** - складка с наклонной осевой поверхностью и крыльями, падающими в разные стороны с различными углами наклона.

**Складка лежачая (горизонтальная)** - складка с горизонтальной осевой поверхностью.

**Складка ныряющая** - складка с изогнутыми в виде свода крыльями и осевой поверхностью.

**Складка опрокинута (наклонная)** - складка с наклонной осевой поверхностью и крыльями, падающими в одну сторону под разными углами.

**Складка параллельная (концентрическая)** - складка с одинаковыми мощностями слоёв на крыльях и в замке.

**Складка подобная** - складка с увеличенной мощностью слоёв в замке и уменьшенной на крыльях.

**Складка прямая (симметричная)** - складка с вертикальной осевой плоскостью и крыльями, падающими в разные стороны под одинаковым углом.

**Складка синклиналиная** - см. Синклинали.

**Складки брахиформные** - см. Брахискладки.

**Складки линейные** - складки, длина которых значительно превышает ширину.

**Складчатость дисгармоничная** - складчатость, которая по разному проявляется в толщах, сложенных горными породами различной пластичности. В низкопластичных породах (песчаники, известняки и др.) образуются простые, а в пластичных слоях (глины и др.) – сложные формы дислокаций.

**Складчатость полная** - складчатость, характеризующаяся непрерывным чередованием антиклинальных и синклиналиных складок и охватывающая отдельные крупные регионы.

**Складчатость прерывистая** - локальные изолированные единичные складки, расположенные среди горизонтально залегающих толщ, развитые преимущественно на платформах.

**Склон материковый** - относительно крутой уступ с уклоном в среднем 3-50, верхняя граница которого совпадает с краем шельфа, а нижняя (подножие) образована перегибом поверхности при переходе к ложу океана (глубина 3-5 км).

**Склонение магнитное** - угол между магнитным и географическим меридианами. Различают восточное и западное склонение.

**Слоистость** - чередование слоёв горных пород, отличающихся составом, строением, окраской и другими видимыми или невидимыми признаками.

**Слоистость градационная** - чередование пачек осадков, в каждой из которых крупность частиц постепенно уменьшается снизу вверх по разрезу. Характерна для турбидитных и флишевых отложений, а также для отложений предгорных озёр.

**Слой базальтовый** - слой основных магматических пород (10-30 км), лежащий под гранитным слоем в разрезе земной коры. Нижняя граница **С.б.** совпадает с поверхностью раздела Мохоровичича.

**Слой гранитный** - слой земной коры, залегающий под рыхлым осадочным покровом и сложенный породами, близкими по составу и физическим свойствам к граниту.

**Слой деятельный** - верхний слой горных пород, подвергающийся периодическому протаиванию – сезонноталый слой (в области распространения многолетнемерзлых пород) и промерзанию – сезонномёрзлый слой (вне этой области).

**Слойчатость** - внутренняя структура слоя осадочных горных пород, выражающаяся в чередовании слойков толщиной от долей мм до нескольких см.

**Сместитель** - поверхность разрыва разной формы, по которой происходит смещение блоков горных пород.

**Стадия выветривания обломочная** - начальная стадия выветривания. Характеризуется преобладанием физического выветривания, в результате которого накапливаются обломки первичных горных пород.

**Сталактит** - натечные минеральные образования, нарастающие на потолках пещер, горных выработок и спускающиеся вниз в виде сосулек.

**Сток годовой** - общий объём стекающей за год воды, обычно отнесенный к замыкающему створу речного или водосборного бассейна.

**Суффозия** - выщелачивание и механическое вымывание пылеватых частиц из рыхлых пород подземными водами, приводящие к оседанию выщележащих толщ и образованию на поверхности Земли суффозных воронок, провальных впадин.

**Сфероид вращения** - эллипсоид вращения, близкий к фигуре Земли.

**Такыр** - дно периодически пересыхающего озера. При высыхании поверхность дна покрывается плотной коркой, разбитой трещинами усыхания на полигоны разных форм и размера.

**Талассократон** - тектонически устойчивая область океанского ложа, испытывающая преимущественно нисходящие вертикальные движения, практически асейсмичная.

**Тектоника** - 1) учение о строении земной коры, геологических структурах и закономерностях их расположения и развития; 2) строение какого-либо участка земной коры, определяющееся совокупностью тектонических нарушений и историей их развития.

**Тектоника плит (тектоника новая глобальная)** - новейшая геологическая гипотеза, рассматривающая литосферу Земли как систему подвижных литосферных плит, испытывающих раздвижение в рифтовых зонах (зонах спрединга) и непрерывно перемещающихся к зонам сжатия или зонам всасывания (зонам Бенъофа).

**Тектониты** - горные породы, испытавшие дифференциальные немоллекулярные движения вещества, как сопровождающиеся, так и не сопровождающиеся перекристаллизацией.

**Тектоносфера** - оболочка Земли, включающая литосферу и астеносферу, в которой зарождаются и проявляются вертикальные и горизонтальные тектонические движения.

**Терраса** - выровненная площадка на береговом склоне, в долине, обязанная своим происхождением действию проточной воды или волновой работе прибоя на фоне действующих тектонических поднятий, а также климатически и эвстатически обусловленных изменений уровня бассейна.

**Терраса аккумулятивная** - терраса, выработанная в рыхлых продуктах предыдущего цикла аккумуляции.

**Терраса погребённая** - терраса, находящаяся под толщей осадочных или вулканогенных пород.

**Терраса цокольная** - терраса двухъярусного строения, нижняя часть которой представлена коренными породами (цоколь), а верхняя сложена рыхлыми породами. Син. терраса смешанная.

**Терраса эрозионная** - терраса, выработанная при донной и боковой эрозии в коренных горных породах.

**Террасы гольцовые** - ступенчатые криогенно-денудационные образования на склонах гор, представляющие собой выположенные площадки шириной до нескольких км, ограниченные крутыми уступами. Характерны для гольцовой зоны. Снос продуктов разрушения осуществляется комплексом склоновых процессов, главным из которых является солифлюкция.

**Торф** - скопление остатков отмерших растений, прошедших первую стадию преобразования на пути превращения в уголь.

**Торфообразование** - элементарный процесс почвообразования, заключающийся в накоплении на поверхности почвы или в зарастающих водоёмах полуразложившихся растительных остатков вследствие весьма замедленной гумификации и минерализации отмирающих растений.

**Трансгрессия** - процесс наступления моря на сушу.

**Туф** - горная порода, образовавшаяся из твёрдых продуктов вулканических извержений. Син.: Туф вулканический.

**Туффит** - осадочно-вулканогенная порода, в которой содержание пирокластического материала превышает 50 %.

**Угли лимнические** - угли, образовавшиеся в озёрных условиях.

**Угли паралические** - угли, образовавшиеся в прибрежно-морских условиях.

**Ультраметаморфизм** - высшая стадия регионального метаморфизма.

**Ундуляции** - поднятия и погружения шарниров складок; волновые изгибы в земной коре, приводящие к образованию складчатых структур.

**Фация (осадочная)** - совокупность генетических признаков осадков и условий их образования.

**Фации магматические** - характеризуются вещественными и структурно-текстурными особенностями магматических пород (и тел), определяемыми условиями их образования – глубиной становления, формой залегания и взаимоотношениями с боковыми породами.

**Фации метаморфические** - представляют собой последовательный ряд, соответствующий увеличению степени регионального метаморфизма от фации зелёных сланцев до гранулитовой и эклогитовой.

**Фации осадочных отложений** - представляют определенную совокупность, которая подразделяется на континентальные, лагунные (переходные) и морские. Среди континентальных фаций выделяются: элювиальный ряд фаций (элювий, почвы и фации коры выветривания - бокситы, латериты, каолиниты); склоновый ряд фаций (коллювиальные, делювиальные); водный и подземноводный ряд фаций (аллювиальные, пролювиальные, озёрные, пещерные осадки); ветровой ряд фаций (эоловые пески, эоловые лёссы); ледниковый ряд фаций (разнообразные морены); наземно-вулканогенный ряд фаций (фации экструзивные и эксплозивные, эффузивно-осадочные и фации источников). Среди лагунных фаций выделяются фации дельтового комплекса и комплекс опреснённых и солёных лагунных отложений. Среди морских фаций различаются фации прибрежные, мелководные (шельфовый комплекс), глубоководные (комплекс фаций континентального склона и ложа океанов).

**Фиксизм** - направление в тектонике, противопоставляющееся мобилизму; объединяет ряд гипотез, в основе которых лежит представление об устойчивом положении континентов; существенные горизонтальные перемещения отрицаются.

**Филлит** - сланцеватая метаморфическая порода глинистого состава с шелковистым блеском на плоскостях сланцеватости, обусловленным развитием серицита.

**Флексура** - коленообразный перегиб слоёв; широко распространены в осадочном чехле платформы.

**Формация (геологическая)** - это естественное и закономерное сочетание (парагенез, комплекс, ассоциации) горных пород (осадочных, вулканогенных, интрузивных), связанных общностью условий образования и возникающих на определенных стадиях развития основных структурных зон земной коры.

**Формы рельефа дилювиально-аккумулятивные** - формы рельефа в каналах катастрофических потоков, возникающих в результате прорыва огромных (тысячи кв. км.) ледниково-подпрудных озёр. К ним относятся дилювиально-аккумулятивные террасы, гигантские знаки ряби и др.

**Фундамент** - основание платформы; представлен в разрезах дислоцированными осадочными, метаморфическими и магматическими формациями.

**Центриклиналь** - замыкание крыльев синклинали в результате воздымания шарнира.

**Цикл тектогенеза альпийский** - планетарное развитие тектоносферы, характеризующееся превращением подвижных областей (геосинклиналей) в складчатые системы; охватывает интервал времени от мезозоя до неогена включительно.

**Цикл тектогенеза байкальский** - цикл, в котором образование структур относится к концу протерозоя (рифейю)-кембрию. С ним связана байкальская складчатость.

**Цикл тектогенеза герцинский** - эпоха интенсивного складкообразования, начавшегося в девонское и завершившегося в конце пермского времени.

**Цикл тектогенеза каледонский** - совокупность геологических процессов (интенсивная складчатость, горообразование, гранитоидный магматизм), завершившихся возникновением складчатых горных систем - каледонид в конце раннего - начале среднего палеозоя.

**Цикл тектогенеза киммерийский** - совокупность геологических процессов (складчатость, горообразование, магматизм)), завершившихся формированием складчатых структурных зон. Характерна неодновременность проявления в разных регионах от позднего триаса до раннего палеогена.

**Цикл эрозии** - цикл эволюции горного рельефа; начинается с тектонического поднятия горной страны и состоит из нескольких стадий развития (молодость, зрелость, старость, дряхлость).

**Цирк** - вогнутая форма рельефа на горных склонах.

**Цирк оползневый** - котловина, образующаяся на крутых склонах в результате развития оползневых процессов.

**Чехол** - верхний структурный ярус платформы, залегающий несогласно на фундаменте; представлен осадочными формациями; характерно субгоризонтальное залегание и очень слабая дислоцированность отложений.

**Шарнир складки** - линия пересечения осевой плоскости поверхности слоя в замковой части складки.

**Шарьяж** - пологий или субгоризонтальный надвиг, имеющий значительную амплитуду горизонтального перемещения (от нескольких десятков до первых сотен км).

**Шельф** - область мелкого моря (до 200 м), являющаяся затопленной окраиной материка.

**Шкала геохронологическая** - шкала геологического времени, показывающая последовательность и соподчиненность основных этапов геологической истории Земли и развития жизни на ней.

**Шкала стратиграфическая** - шкала, показывающая последовательность и соподчиненность стратиграфических подразделений осадочных, вулканогенных и метаморфизованных образований, слагающих земную кору.

**Шток** - интрузивное тело (до 100 км<sup>2</sup>) неправильной, но близкой к цилиндрической, формы.

**Эвгеосинклиналь** - внутренняя высокопроницаемая часть подвижных зон, характеризующаяся накоплением мощных осадочных и вулканогенных толщ и проявлением магматизма.

**Экзоконтакт** - приконтактная зона во вмещающих породах.

**Эклогиты** - кристаллические горные породы, образованные при региональном метаморфизме, сложенные пироксеном и красным гранатом.

**Элювий** - продукты выветривания горных пород, оставшиеся на месте своего образования. Син.: структурный элювий.

**Эндоконтакт** - зона в магматических (или иных) породах вдоль контакта с вмещающими породами.

**Эон** - геохронологическое подразделение, объединяющее несколько эр. Выделяют следующие зоны: нижний архей, верхний архей, нижний протерозой (карелий), верхний протерозой и фанерозой.

**Эонотема** - стратиграфическое подразделение, объединяющее все стратифицированные горные породы, образовавшиеся в течение эона.

**Эпейрогенез** - эпейрогенетические движения – медленные вековые поднятия или опускания обширных сегментов Земли, не вызывающие существенных изменений их структуры и происходящие в платформенных или геосинклинальных областях.

**Эпигенез** - вторичные процессы, ведущие к последующим изменениям и новообразованиям минералов и горных пород.

**Эпицентр** - проекция гипоцентра землетрясения на поверхность Земли.

**Эпоха геологическая** - единица геохронологической шкалы. Является частью периода и соответствует времени образования отложений отдела.

**Эпоха ледниковая** - наряду с межледниковой эпохой одно из основных подразделений периода ледникового. За последний миллион лет было семь Э.л. средней продолжительностью около 90 тыс. лет. Соседние Э.л. разделяются межледниковьями. Внутри Э.л. выделяются ледниковые стадии и интерстадиалы. Син.: гляциал.

**Эра** - геохронологическое подразделение, отвечающее крупному этапу в геологической истории Земли и объединяющему несколько периодов геологических. Соответствует времени образования горных пород, составляющих эратему.

**Эра кайнозойская** - новейшая эра геологической истории Земли; началась 67 млн. лет назад и продолжается до настоящего времени. Подразделяется на три периода: палеогеновый, неогеновый и четвертичный.

**Эра мезозойская** - эра, сменившая палеозойскую в ходе истории развития Земли; началась 248 млн. лет назад и предшествовала кайнозойской эре. Подразделяется на три периода: триасовый, юрский и меловой.

**Эра палеозойская** - первая после докембрия эра геологической истории Земли, продолжительностью 320-325 млн. лет. Подразделяется на шесть периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский.

**Эратема** - стратиграфическое подразделение, объединяющее горные породы, образовавшиеся в течение эры.

**Эрозия** - процесс разрушения горных пород водным потоком, ведущий к образованию долин и к снижению поверхности водосборных бассейнов.

**Эрозия боковая (горизонтальная)** - эрозия, приводящая к расширению дна долины путем меандрования.

**Эрозия донная (пятящаяся, регрессивная)** - эрозия, распространяющаяся от низовьев водотоков вверх по течению, приводящая к формированию продольного профиля равновесия.

**Эрозия почв** (син.: дефляция, выдувание) - процессы разрушения верхних горизонтов почвы и подстилающих пород талыми водами, дождевыми, поливными - водная **Э.п.** или ветром - ветровая **Э.п.**

**Эффузия** - процесс излияния магмы на земную поверхность.

**Ядро Земли** - центральная область Земли, ограниченная нижней мантией на глубине 2900 км. По составу существенно металлическая. Делится на внешнее ядро (2900-4980 км), переходную зону (4980-5120 км) и внутреннее ядро (5120-6370 км).

**Ядро складки** - комплекс пород, слагающих внутреннюю часть складки.

**Ярус геологический** - единица общей стратиграфической шкалы, подчиненная отделу.

**Ярус структурный** - единый ряд геологических формаций, сформировавшихся в течении одной стадии (этапа) тектоно-магматического цикла.

## Раздел 5. Лекционные материалы

### Лекция №1 (2 ч)

Современное состояние и проблемы при разработке месторождений полезных ископаемых  
Введение

Постепенное усложнение условий разработки месторождений полезных ископаемых в горнодобывающей промышленности вызывает необходимость обратиться к горным наукам с современных позиций, рассмотреть их предмет, содержание и новые задачи. В первую очередь необходимо отметить, что существенно изменились природные условия горного производства. Остро стоит проблемы в горных работах, обусловленные динамическими и газодинамическими явлениями в форме горных ударов, внезапных выбросов угля, породы и газа, техногенных землетрясений. Для горнодобывающей промышленности все большее значение приобретают увеличение глубины, на которой производится добыча полезных ископаемых, усложнение природных условий вновь осваиваемых месторождений и главное – снижение качества минерального сырья в недрах (обеднение полезными компонентами, повышение содержания вредных примесей, увеличение доли труднообогащаемых полезных ископаемых в добыче минерального сырья и его переработке). Появились и новые обстоятельства, ранее не принимавшиеся во внимание, такие как условия мирового рынка минерально-сырьевых товаров и требования обеспечения экологической безопасности горного производства. Ухудшаются экономико-географические условия промышленного освоения месторождений и экологическая обстановка, особенно в крупных горнопромышленных регионах. Эта тенденция сохранится и в будущем. Недра становятся менее доступны в сравнении с водной или воздушной средами и даже ближним космосом. И ныне уровень развития цивилизации определяется теми возможностями, какие использует общество для безопасного и экономически эффективного освоения недр.

Известно, что масштабы и интенсивность эксплуатации недр возрастают. При этом расширяются и наши знания о возможностях, которые могут предоставить недра для человека, и граничных для этого условиях. Чтобы в полном объеме представить действительный потенциал недр и направления деятельности по его эффективному использованию и достаточному воспроизводству, необходимо сегодня переосмыслить предмет, содержание и цели горных наук, а также знать современные проблемы науки и производства в области горного дела.

Современное состояние и проблемы при разработке месторождений полезных ископаемых.

Горная промышленность является сырьевой базой металлургического производства. Без металла ни одна отрасль народного хозяйства существовать не может. Такие металлы как железо, медь, свинец, цинк, олово имеют большое значение в народном хозяйстве. Чтобы выплавлять разновидности чугуна и стали, применяются следующие виды металлов: марганец, хром, ванадий, никель, молибден, кобальт, вольфрам и т.д. Для строительства самолётов, ракет и электротехники широко используются цинк и магний. В последнее время в качестве полупроводниковых материалов широкое применение нашёл редко встречающийся элемент – германий, а в радиотехнике – также редко встречающиеся элементы – ниобий, тантал, цирконий, силен и др.

Таким образом, сырьём для металла является руда, а её добыча является основной задачей горной промышленности. В народном хозяйстве кроме руды, применяются и другие полезные ископаемые, такие как уголь, горючие сланцы, нефть, различные строительные материалы. Поэтому горное дело является одной из отраслей науки по добыче полезных ископаемых.

Отличие руды от других полезных ископаемых заключается в том, что после её выемки, необходимо отделить из неё полезные компоненты, т.е. требуется переработка. А такие нерудные материалы как уголь, горючие сланцы, строительные материалы, после выемки можно непосредственно использовать.

Развитие горного производства в основном базируется на широком использовании научных достижений, которое в свою очередь обогащается успехами производства. Великий русский учёный В.М. Ломоносов в своих трудах заложил основы научных знаний об образовании минералов, способах ведения горных работ при добыче полезных ископаемых и проветривания рудников.

Большая роль в развитии горнодобывающей промышленности оказали выдающиеся учёные М.М.Протодыяконов, Б.И.Бокий, А.М.Терпигорев, Л.Д.Шевяков, А.А.Скочинский, А.П.Герман,

М.И.Агошков, О.А. Байконуров и др. Для увеличения добычи полезных ископаемых необходимо на действующих и новых шахтах и рудниках широко внедрять современные достижения горной науки и техники в области механизации горных работ (бурение, взрывные работы, погрузка и крепление) и новых форм организации труда.

При изучении дисциплины перед магистрантами ставятся следующие задачи:

- знать современное состояние горной промышленности и пути её развития;
- чётко владеть горной терминологией по всем разделам дисциплины:
- изучить различные способы и технологические схемы вскрытия и подготовки шахтных полей, системы разработки, их преимущества и недостатки, область эффективного применения;
- иметь представление о современных средствах механизации ведения горных работ, технологии производственных процессов, охране труда и технике безопасности;
- уметь производить необходимые инженерные расчёты для обоснования принятых технических решений.

Важное народнохозяйственное значение имеют полное извлечение полезных ископаемых из недр, рациональное и комплексное их использование, максимально возможное извлечение ценных компонентов на всех стадиях переработки.

В связи с этим, в ближайшие годы на подземных рудниках должны быть решены крупные научно-технические проблемы:

- наиболее полное и комплексное использование минерально-сырьевой базы;
- коренное усовершенствование технологии, конструктивных параметров, способов механизации, создания безотходной или малоотходной технологии добычи руд и т.п.;
- завершение механизации вспомогательных производственных процессов;
- автоматизация основных производственных процессов;
- разработка и внедрение автоматизированных систем управления (АСУ) и технологическими процессами (АСУТП), их комплексами и предприятиями в целом (АСУП).

Политика недропользования ориентирована на сосредоточивание добычи и аккумуляцию природных ресурсов по основным направлениям развития экономики. В связи с этим функционируют целые научно-технические программы обеспечения и развития горнодобывающего сектора, в частности повышение эффективности экономического потенциала, преодоление сырьевой направленности промышленности, усиление экспортной экспансии страны и упрочение ее позиций на внешнем рынке, развитие импортозамещающих производств на основе активной инновационной деятельности, повышение технического и технологического уровня производств, формирование законченных технологических циклов с выпуском готовой продукции.

На современном этапе предметом горных наук являются недра Земли как видоизменяемый комплексный многофункциональный ресурс жизнедеятельности общества, а сами горные науки представляют собой систему знаний, включающую закономерности и методы освоения и сохранения недр Земли. В связи с этим цель современных горных наук – получение новых знаний, обеспечивающих возможность управления состоянием и изменением функционального назначения недр при комплексном и экологически безопасном их освоении и сохранении как ресурса жизнеобеспечения для устойчивого общественного развития. Современная эволюция горных наук изменила их место в системе наук о Земле. Совершенствование способов разработки месторождений полезных ископаемых шло в прошедшие десятилетия по пути углубления и расширения знаний применительно именно к объекту познания. Так, со временем само понятие «система разработки» трансформировалось в совокупность основных и вспомогательных технологических процессов. Для современных горных наук характерен целый ряд признаков. Прежде всего это существование особого предмета (объекта) исследования – техногенно изменяемых недр Земли. Данная особенность выражается во временном режиме преобразования недр, когда их состояние, в отличие от геологических процессов, радикально изменяется на протяжении жизни одного поколения людей.

Для горных наук характерна специфика исследуемых ими явлений:

- крупный масштаб событий, обусловленных созданием и одновременным функционированием большого числа производственных объектов в условиях невозобновляемости запасов полезных ископаемых;

- значительная пространственная изменчивость свойств среды при освоении недр (твердой, жидкой и газообразной) в пределах влияния этих объектов на природу;

- вероятностный характер параметров, системная обусловленность и информационная емкость технологических процессов; сопряженность при освоении недр всех форм движения материи – от простой механической до высшей социальной, что выдвигает в число рассматриваемых объектов наиболее сложные природно-технические системы и систему человек – машина.

Такое многообразие факторов обуславливает использование в горных науках большого числа методов исследований: натуральных наблюдений, лабораторных и опытно-промышленных экспериментов, теоретических обобщений, графоаналитических, сейсмоакустических методов, статистических оценок, аналогий, физического, математического и экономико-математического моделирования и других. При этом широкое распространение получают теории принятия решений, системного анализа и автоматизированного проектирования, а также теории гео- и горно-информационных автоматизированных систем с картографическими интерфейсами, имитационных моделей производственных объектов, различных видов мониторинга.

#### Анализ текущей ситуации

Полезные ископаемые являются материальной основой развития экономики государства. Недр, богатые полезными ископаемыми, являются естественным природным преимуществом государства и должны служить для обеспечения благосостояния народа.

За исключением подземных вод, полезные ископаемые являются не восполняемыми, и их нерациональное использование может привести к стремительному истощению запасов, снижению степени экономической безопасности государства.

Современные мировые тенденции в минерально-сырьевом секторе характеризуются повсеместным истощением рентабельных запасов полезных ископаемых из-за больших объемов добычи, более сложными горно-геологическими условиями для проведения работ по разведке и разработке месторождений, соответственным их удорожанием. Общее состояние мирового минерально-сырьевого рынка в настоящее время характеризуется следующими факторами:

1) наряду с цветными и благородными металлами отмечается тенденция к росту спроса на редкие и редкоземельные металлы, особенно в странах с высокотехнологичными производствами;

2) отмечается ужесточение конкуренции между странами за обладание минеральными ресурсами, объединение стран по экономическим интересам в рамках сырьевого партнерства.

В последние годы в условиях недостаточного объема геологоразведочных работ обозначились и нарастают тенденции не восполнения погашаемых запасов, общего уменьшения их количества и ухудшения качества.

По многим приоритетным видам полезных ископаемых объемы погашаемых запасов значительно превышают их приросты от разведки. Приросты запасов промышленных категорий по ряду отраслей (железо, марганец, золото, цинк) получены, главным образом, за счет переоценки и до изучения ранее известных объектов. Ученные балансом запасы разведанных в последние годы месторождений меди и золота характеризуются низким качеством и не могут являться эквивалентом, погашенным запасам.

Анализ состояния минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых и углеводородов показывает, что существенно сократилось количество объектов, подготовленных для постановки поисково-оценочных и разведочных работ, т.е. участков, на которых поисковыми работами обнаружены перспективные проявления полезных ископаемых и имеются достаточные геологические обоснования для открытия новых месторождений. Для восполнения имеющегося дефицита подготовленных объектов с подсчитанными количественными оценками прогнозных ресурсов высоких категорий будут проводиться комплексные региональные геологосъемочные и геофизические работы, включая геологическое до изучение площадей, геолого-минерагеническое и глубинное геологическое картирование, комплексные геофизические исследования по опорным региональным профилям (геотраверсам), бурение глубоких опорно-параметрических скважин, а также поисковые работы, направленные на обнаружение месторождений приоритетных видов полезных ископаемых. Эти высоко рискованные стадии геологоразведочных работ государство будет финансировать в рамках государственного геологического изучения недр. Подготовленные для дальнейших поисково-оценочных и разведочных работ объекты будут реализовываться в рамках государственно-частного партнерства, а также в рамках контрактов на недропользование.

Редкоземельные металлы. Редкоземельные металлы (РЗМ) находят все большее применение в мире в высокотехнологичных сферах промышленности, благодаря своим специфическим свойствам, связанным с высокой химической активностью.

В целях развития ресурсной базы РЗМ будут проводиться научно-прикладные исследования для обоснования постановки геологоразведочных работ по этим видам олезных ископаемых.

Техногенные минеральные образования (ТМО) – скопление минеральных образований, горных масс, жидкостей и смесей, содержащих полезные компоненты, являющиеся отходами горнодобывающих и обогатительных, металлургических и других видов производств.

Все ТМО расположены в пределах производственных площадок горнодобывающих и обогатительных, металлургических и других видов производств. Их последующая разработка целесообразна с участием действующих предприятий, которые для этого располагают производственной инфраструктурой.

Горно-химическое сырье располагает мощной минерально-сырьевой базой фосфорной промышленности, способной обеспечить внутренние потребности страны и экспорт на длительную перспективу. Это позволит наладить производство высококачественного фосфатного сырья для выпуска фосфоросодержащих удобрений, отвечающих мировым стандартам и обеспечить экспорт в страны Содружества Независимых Государств, а также на рынки Восточной Европы и Азии.

Решение вопроса использования минеральных удобрений внутри страны возможно лишь в случае целевого дотирования государством сельхозпроизводителей, как это делается во всех развитых странах, а также в Индии и Китае.

Подземные воды. Устойчивое развитие экономики и уровень жизнеобеспечения населения во многом зависят от наличия и качества водных ресурсов. Исключительную роль в водообеспечении страны качественной питьевой водой играют напорные подземные воды, так как они наиболее защищены от загрязнения, и представляют собой стратегический ресурс.

Состояние минерально-сырьевой базы

Геологическая отрасль как совокупность государственных органов управления, производственных и научных организаций различных форм собственности, осуществляющих свою деятельность в едином правовом поле, должна обеспечивать опережающее изучение недр и восполнение минерально-сырьевой базы страны. Обнаружение и прирост разведанных запасов полезных ископаемых, безопасность и комплексность использования недр являются одними из главных критериев эффективности геологической отрасли. Проведенные в последние десятилетия геологоразведочные работы, как в рамках государственного геологического изучения недр, так и по контрактам на недропользование, погашенные запасы не компенсировали (за исключением углеводородов, железа и золота). Приросты запасов по железу, марганцу, цинку, золоту получены в основном, за счет переоценки и доизучения ранее известных объектов. Кроме того, учтенные балансом в 2008 – 2010 годы приросты запасов меди, золота, железа и марганца, в основном, характеризуются низким качеством и не могут являться равноценным эквивалентом погашенным запасам. Основными регуляторами (заказчиками) геологоразведочных работ являются уполномоченный орган по изучению и использованию недр, который реализует программу государственного геологического изучения недр, национальные компании в области разведки и разработки месторождений нефти и газа, твердых полезных ископаемых и урана, а также частные компании-недропользователи. Объемы финансирования геологоразведочных работ по секторам весьма неравномерны. Так, почти 99 % объемов финансирования до сих пор направляются на поиски и разведку углеводородного сырья. При этом, превышение объемов инвестиций недропользователей к объемам государственного бюджетного финансирования составляет на углеводородное сырье более, чем в 300 раз, а на твердые полезные ископаемые более, чем в 50 раз.

Государственный уполномоченный орган по изучению и использованию недр финансирует геологоразведочные работы из государственного бюджета. В разные годы он имел статус, как отдельного отраслевого министерства, так и ведомственного государственного учреждения в составе других министерств.

С учетом больших задач, стоящих перед отраслью, Правительство будет принимать системные меры для решения вопроса укрепления государственной геологической службы, создания стимулов для активизации геологического изучения и разведки новых месторождений,

которые должны обеспечить стабильную сырьевую базу для индустриального развития страны. Научно-техническое и информационно-аналитическое обеспечение геологической отрасли. Высокая наукоемкость геологического изучения недр определяет важную роль научно-технологического обеспечения геологоразведки, определяет неразрывную связь науки и производства, обновление технологий на основе достижений научно-технического прогресса. Степень достоверности результатов геологоразведочных работ о выявленных закономерностях формирования и размещения полезных ископаемых в недрах напрямую зависит от уровня профессионализма специалистов и применяемых ими прогрессивных научно-технических методов и технологий.

В условиях постоянного обновления информации о геологическом строении недр, появления новых идей и минерагенических концепций, а также изменения экономической и геополитической ситуации, научные исследования в геологии должны развиваться в опережающем порядке. Они должны обеспечить возможность проведения сложных лабораторно-аналитических исследований вещественного состава горных пород, возможность обработки и комплексного анализа огромного объема геологических, геофизических, геохимических и дистанционных данных. Их результатом должны стать повышение глубинности исследований, обоснованные предложения по разработке государственных отраслевых программ развития минерально-сырьевого сектора.

Уровень научно-технологической поддержки геологоразведки как по качеству исследований, так и по их объему, снизился до критического уровня. Разработка и выпуск отечественных аппаратурно-технологических комплексов и оборудования практически отсутствует. В стране существует несколько разрозненных научных геологических организаций различной ведомственной принадлежности, не обеспечивающих сегодня государство системной научно-обоснованной и достоверной оценкой минерально-сырьевого потенциала недр. Государственный уполномоченный орган по геологическому изучению и использованию недр не имеет отраслевого института.

На сегодня система управления геологической наукой в геологии фактически отсутствует, отдельные разрозненные программы научных геологических исследований зачастую слабо обоснованы, дублируются и, в целом, не приносят ощутимых положительных результатов. Для решения этих проблем необходимо проработать вопрос создания отраслевого научно-технологического центра геологического изучения недр, на базе которого будет реализовано научно-методическое обеспечение геологической отрасли и информационно-аналитическое сопровождение деятельности государственных организаций и недропользователей. Эти направления деятельности центра не относятся к фундаментальным научным исследованиям.

Кадровое обеспечение геологической отрасли. В геологической отрасли остро ощущается дефицит высококвалифицированных кадров молодого и среднего возраста – инженеров, ученых, экономистов и управленцев.

В большей степени такая ситуация характерна для государственных геологических предприятий, в которых по целому комплексу причин, в т.ч. из-за отсутствия эффективной системы стимулирования для привлечения молодых и талантливых кадров наблюдается преобладание предпенсионных и пенсионных возрастных групп.

Необходимо принять меры по разработке эффективных современных механизмов по кадровому обеспечению геологической отрасли, системы обязательного повышения квалификации кадров с учетом потребностей инновационного развития геологической отрасли.

Таким образом, к ключевым проблемам и барьерам для дальнейшего развития отрасли можно отнести следующее:

- 1) низкий уровень опережающего геологического изучения недр;
- 2) увеличение глубинности и отдаленности потенциальных месторождений;
- 3) критическое снижение обеспеченности запасами градообразующих предприятий цветной металлургии;
- 4) слабый уровень геологической инфраструктуры, отсутствие сертифицированных лабораторий, спад прикладной науки;
- 5) недостаточный уровень контроля за рациональным и комплексным использованием недр из-за низкой численности и материально-технической оснащенности государственной геологической службы;

- б) дефицит профессиональных кадров;
- 7) несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы по геологии и недропользованию.

## Лекция №2 (2 ч)

### Современные технологии разработки пластовых месторождений

Все ископаемые угли делятся на бурые, каменные и антрациты.

Бурые угли характеризуются большим содержанием влаги (30% - 40% и более) и низкой калорийностью. Используются для энергетических нужд и в качестве сырья для химической промышленности.

Каменные угли характеризуются выходом летучих (летучие - вещества, удаляющиеся из угля при нагревании без доступа воздуха) и в зависимости от их процентного содержания (до 37%) делятся на длиннопламенные, газовые, жирные, коксовые, отощенные спекающиеся, слабо спекающиеся, тощие (таблица 1).

Таблица 1 – Марки каменных углей

Наименование	Марка	Выход летучих веществ, %
Длиннопламенные	Д	37
Газовые	Г	35
Жирные	Ш	25-35
Коксовые жирные	КШ	18-27
Коксовые	К	18-27
Отощенные спекающиеся	ОС	14-22
Слабоспекающиеся	СС	14-22
Тощие	Т	9-17

Эти угли служат сырьем для химической промышленности. Из них может быть получено более 300 продуктов (кокс, капрон, бензол и т.д.). Одним из основным продуктов переработки угля является кокс, используемый в качестве восстановителя железа из руд на металлургических заводах.

Антрациты характеризуются малым содержанием летучих (до 9%), высокой калорийностью. Используются как энергетическое топливо.

Прежде чем приступить к разработке угольного месторождения, его надо найти (организовать поиск), а затем разведать (установить его контуры, условия и элементы залегания, качество, водоносность, газоносность и др.). Во время разведки определяют также запасы (количество) угля в месторождении. Запасы делятся на геологические (все количество угля в месторождении) и промышленные (равны геологическим за вычетом потерь угля, оставляемого в шахте в виде целиков).

Геологические запасы делятся на балансовые (по условиям залегания и качественным показателям могут разрабатываться при существующем уровне техники) и забалансовые, которые по каким-либо причинам (большая глубина залегания, малая мощность пласта и др.) не могут разрабатываться в настоящее время. Часть балансовых запасов, оказавшуюся в процессе разведки или эксплуатации непригодной к разработке, относят к некондиционным запасам.

После подсчета запасов и принятия решения о целесообразности их выемки все месторождение делят на участки, которые разрабатываются подземным или открытым способом.

В первом случае участок называется шахтным полем, а во втором карьерным. Шахтное поле чаще всего имеет форму прямоугольника вытянутого по простиранию на несколько километров. Предприятия, ведущие разработку полей соответственно называют шахтами и карьерами. Шахта состоит из поверхностного комплекса (различные здания и сооружения) и подземного. Последний представляет собой совокупность полостей в земной коре, получаемых при выемке пустых пород или угля и называемых горными выработками.

Горные выработки делятся на вскрывающие (обеспечивают доступ к угольному пласту), подготовительные (обеспечивают подготовку пласта к выемке) и очистные (в них производится выемка угля). Кроме того они могут служить для транспортирования различных грузов, передвижения людей или воздуха, для прокладки труб, кабелей и т.д. В соответствии с назначением они получают названия (откаточные, людские, вентиляционные, трубокабельные и др.).

По расположению в пространстве выработки делятся на вертикальные, горизонтальные и наклонные.

Под проведением выработки понимается извлечение горной породы по ее будущему контуру, установление крепления, настилка рельсового пути и т.д. Способ проведения зависит от пространственного положения выработки, от свойств пород и других факторов.

Существуют системы подземной и открытой разработки угольных месторождений. Рассмотрим основные *системы подземной разработки*.

1. Сплошная система разработки характеризуется тем, что работы в очистных и подготовительных выработках ведутся одновременно и продвижение этих выработок происходит в одном и том же направлении.

Достоинства сплошной системы разработки: минимальная протяженность подготовительных выработок, проводимых до начала очистной выемки; малый срок подготовки выемочных полей; простота проветривания.

Недостатки: значительные затраты на поддержание подготовительных выработок (штреков), т.к. они находятся в выработанном пространстве; значительные утечки воздуха через выработанное пространство, т.е. часть воздуха не доходит до лавы; невозможность предварительной детальной доразведки.

Эту систему разработки целесообразно применять при мощности пласта 1м. при пучащейся почве, на сильно газовых шахтах.

#### Столбовая система разработки.

При этой системе от наклонной выработки до границ выемочного поля проводятся откаточный и вентиляционный штреки, которые в конце соединяются разрезной печью. При этом образуется массив угля (столб) размером около 100 X 300 м., окруженный штреками и разрезной печью, почему система и называется столбовой. Затем, работа в штреках прекращается, а выемка угля ведется от границ поля к наклонной выработке, т.е. лава движется в направлении противоположном направлению проведения штреков. Столбы могут быть ориентированы по падению, простиранию или диагонально.

Достоинствами этой системы являются недостатки сплошной системы разработки (смотри выше), а недостатками – достоинства последней.

#### Система разработки парными штреками.

Представляет собой комбинацию сплошной и столбовой систем.

#### 4. Камерная система разработки.

Эта система применяется на пологих пластах мощностью 1,2 – 3,3 м со специфическими условиями их залегания, например, сильными геологическими нарушениями.

Сущность системы заключается в следующем. Шахтное поле делится на панели шириной 40 – 70 м и длиной 150 – 250 м, которые можно обрабатывать прямым и обратным ходом по отношению к наклонной выработке. Затем с откаточного штрека проводят выработку, так называемую «шейку» камеры, шириной 8м и длиной 4 – 5 м. После этого забой камеры расширяют до проектных размеров. Выемка угля в камерах, в основном, производится с помощью ВВ с последующей погрузкой на скребковый конвейер. Если при обратном ходе будут выниматься междукamerные целики, система будет называться камерно – столбовой.

#### 5. Слоевая система разработки.

Эта система применяется при разработке мощных пластов, которые можно вынимать горизонтальными, наклонными и диагональными слоями. Выемка слоев может вестись в нисходящем порядке и в восходящем.

В первом случае сначала вынимается обычным способом (врубной машиной, комбайном и т.д.) верхний слой. При этом на почву кладут металлическую сетку или деревянный настил, который в дальнейшем будет служить кровлей для нижележащего слоя. По мере выемки угля породы кровли обрушаясь падают на настил. После того, как эти породы уплотнятся (через полгода, год) начинают выемку нижележащего слоя и т.д. При выемке слоев в восходящем порядке сначала вынимают уголь в нижнем слое. Выработанное пространство закладывают полностью закладочным материалом (песком, щебнем и т.д., но только не глиной) и после его уплотнения начинают выемку вышележащего слоя.

#### 6. Щитовая система разработки.

Эта система применяется при разработке крутых пластов. Сущность ее заключается в том, что откаточный и вентиляционный штреки соединяют печами. Затем на вентиляционном штреке монтируют щит из бревен (в один, два, три наката) или из металлических секций и начинают выемку угля под щитом. Под действием собственного веса и обрушивающихся пород по мере выемки угля щит опускается вниз. Таким образом, щит отделяет рабочее пространство от выработанного, т.е. выполняет роль призабойной и посадочной крепи. Когда щит дойдет до крайнего нижнего положения, его разбирают (если он металлический) и переносят на новое место; если же он деревянный и его невозможно извлечь, то его бросают.

*Разработка месторождений* полезных ископаемых может вестись не только подземным, но и более эффективным *открытым способом*. Последний по сравнению с первым имеет следующие преимущества:

Более высокие технико-экономические показатели (производительность труда намного выше, а себестоимость добычи 1 т полезного ископаемого ниже, в связи с возможностью применения более мощной и производительной техники, большей безопасностью и др.);

Меньше потери полезных ископаемых, лучше условия для отдельной выемки;

Сроки строительства карьеров и удельные капитальные затраты на их строительство значительно меньше, чем при строительстве шахт равной производственной мощности;

В случае необходимости производственную мощность карьера увеличить легче, чем шахты;

Лучше условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

В то же время есть и ряд недостатков, сдерживающих повсеместное внедрение открытых разработок. К ним относятся:

Необходимость выемки, перемещения и складирования в отвал больших объемов пород, занимающих значительные площади;

Некоторая зависимость от климатических условий и времени года.

Однако в большинстве случаев достоинства открытых горных работ преобладают над их недостатками. В связи с этим открытый способ является наиболее эффективным и перспективным. Он находит все более широкое применение при добыче различных видов полезных ископаемых.

Экономическим критерием целесообразности открытой разработки полезного ископаемого является стоимость последнего.

При открытой разработке месторождений различают следующие основные этапы:

Выбор участка, т.е. определение его контура и направления эксплуатац. работ;

Подготовка поверхности месторождения, т.е. удаляют естественные (леса, болота, реки) и искусственные (здания, сооружения, дороги) препятствия для проведения работ;

Предварительное осушение месторождения, для удаления из него воды;

Вскрытие месторождения и его подготовка, для обеспечения доступа к месторождению;

Вскрышные и отвальные работы, имеющие целью удаление пустых пород, вмещающих полезное ископаемое и размещение их в отвалах;

Добычные работы, заключающиеся в извлечении полезного ископаемого из карьера;

Работы по рекультивации, т.е. по восстановлению земель.

Системы разработки отличаются друг от друга только способом перемещения пород вскрыши в отвалы: работы по выемке, погрузке и транспортировке полезного ископаемого могут производиться одинаково. При бестранспортных системах разработки породы вскрыши переваливают экскаваторами во внутренние отвалы, которые устраиваются на месте вынутаго полезного ископаемого. Такие системы применяются при сравнительно небольшой (до 20 м) глубине залегания угольного месторождения с углом падения до  $10^0$  и мощностью пласта до 3,5 м. Транспортные системы характеризуются тем, что породы вскрыши от забоев вскрышных уступов перевозятся каким-либо видом карьерного транспорта (чаще всего железнодорожным и автомобильным) во внутренние или внешние (находящиеся за пределами карьера) отвалы.

Комбинированные системы разработки представляют собой сочетание транспортных и бестранспортных.

## Лекция №3 (2 ч)

### Проектирование и строительство современных горных предприятий

#### Конспект

#### 1. Понятие термина «проектирование» и «проект»

Для того чтобы начать строительство, расширение, реконструкцию или техническое переоснащение горного предприятия, вести те или иные горно-капитальные, строительные и монтажные работы, необходимо разработать соответствующий проект с решением комплекса сложных инженерных задач. Проект подземного сооружения и его строительства представляет собой сложную многопрофильную систему.

**Цель** изучения дисциплины «Проектирование горных предприятий» – овладение принципами и нормами современного проектирования строительства подземных сооружений и использование полученных знаний при дипломном проектировании и последующей инженерной деятельности.

**Проект** (от латинского *projectus* – брошенный вперед) – это прототип или прообраз предполагаемого объекта, процесса или элемента.

Под **объектом** будем подразумевать различные технические устройства, машины, аппараты, приборы предприятия, установки, сооружения в т.ч. и подземные. Из **процессов** будем рассматривать в основном технологические, организационные, производственные и строительные. Каждый объект или процесс может состоять из **элементов**.

Исходя из вышесказанного **проект** – это графическое и текстовое описание будущего объекта (процесса или элемента), обеспечивающее возможность в предписанное время при использовании соответствующих средств создать упомянутый объект в натуральном виде.

**Проектированием** (инженерным) называется деятельность по созданию на основе использованной исходной и технической информации, научных знаний и воображению прототипов (прообразов) новых объектов, процессов или элементов, которые с возможно максимальной эффективностью и минимальными затратами выполняли бы предписанные им функции.

Проектирование нового строительства, реконструкции и технического перевооружения, долгосрочное и краткосрочное планирование является основным содержанием практической деятельности горного инженера.

Проектирование и планирование подразумевает принятие решения, как правило, в сложных горно-геологических, экономических и социальных условиях, с некоторой неопределенностью исходных данных и требований будущих периодов сроком 10-20 лет.

#### Процесс проектирования включает восемь основных этапов.

**1. Постановка задачи.** На основе научных прогнозов, обоснования инвестиций в строительство объекта, изысканий инженерно-геологического и другого характера составляется заказчиком совместно с проектировщиком **задание на проектирование**.

**2. Формирование идеи** решения задачи (принципиальных схем).

**3. Инженерный анализ** вариантов решения задачи с выполнением необходимых расчетов и других обоснований.

**4. Принятие решения** на основе оптимизации вариантов. Их множественность и неоднозначность обычно требует многошагового (итерационного) подхода с последовательным приближением к наилучшему варианту.

**5. Составление проектно-сметной** документации.

**6. Передача проекта на экспертизу** в компетентные органы.

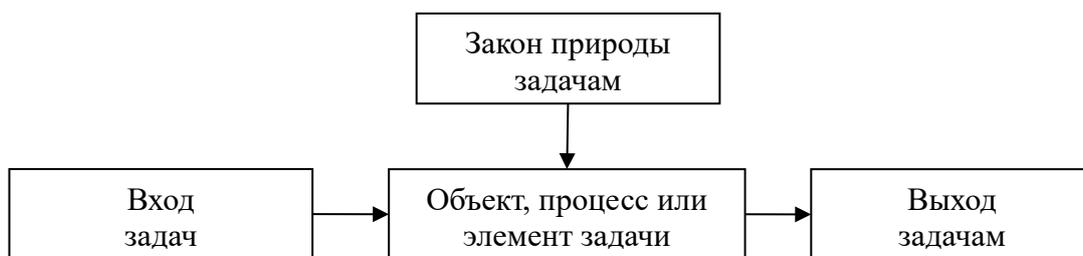
**7. Защита проекта** перед заказчиком и экспертами и внесение в проект согласованных изменений.

**8. Согласование** проекта с соответствующими государственными органами и службами, его утверждение и передача заказчику.

В дальнейшем проектная организация выполняет **авторский надзор** при осуществлении проекта.

Проектирование складывается из решения инженерных задач.

В их состав входят: цель, ограничения и исходные данные (рис.1).



**Рис. 1. - Решение инженерной задачи**

У любой задачи есть начальные условия, которые именуют входом. Состояние, которое нужно достичь (цель), называют выходом. Решением инженерной задачи является создание объекта, процесса или элемента, которые, используя законы природы, могут перевести состояние входа в состояние выхода.

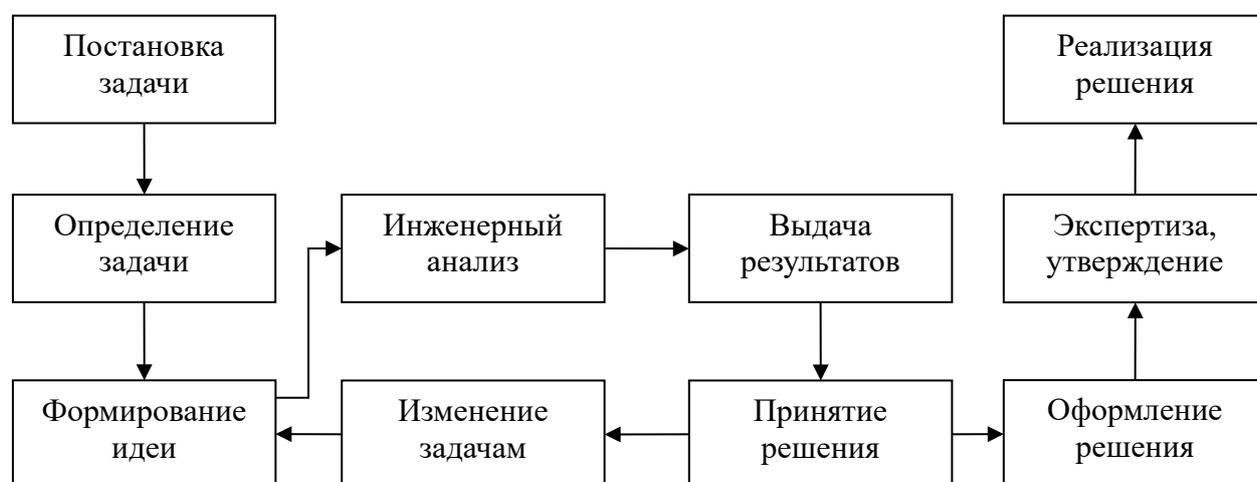
Большинство инженерных задач имеет несколько решений. Например, есть несколько видов транспорта и много возможных маршрутов между двумя пунктами. Инженерная задача требует нахождения оптимального решения. Основной признак, по которому одно решение выбирается из многих возможных, называют критерием.

Существуют частные решения, применение которых неизбежно. Например, при подземном строительстве нормированы минимально допустимые размеры поперечных сечений горных выработок, скорости движения воздуха по выработкам, наборы типовых решений и т.п. Решения, обязательно включаемые в инженерную задачу, называют ограничениями.

Инженерная задача существует, если имеется более чем одно возможное решение или если все возможные решения неочевидны. Например, при строительстве подземной гидроэлектростанции входом является поток воды, движущийся в русле реки, а выходом – электроэнергия, поступающая по линиям электропередач к потребителям.

Сложность инженерной задачи заключается в том, что основные энергетические параметры гидроэлектростанции: напор, мощность, выработка энергии, и конструкции входящих в ее состав сооружений, их размеры, объемы и стоимости работ – однозначно не определяются и тесно связаны с местными топографическими и гидрогеологическими условиями, а также с методами производства работ.

Практикой проектирования установлено, что процессы и этапы решения инженерной задачи строятся в такой последовательности (рис.2).



Ни одно из решений практических задач не остается постоянно наилучшим. Находятся лучшие решения, возникают новые требования, накапливаются новые знания, изменяются условия. Наступает время, когда становится выгодным пересмотреть проект действующего объекта в поисках лучшего решения. Улучшение существующих устройств, приборов, сооружений называется модернизацией или реконструкцией.

Идея решения инженерной задачи возникает в голове проектировщика на основе информации, содержащейся в задании на проектирование, в обзорах технической литературы по проблеме и сборников изобретений, анализа доступных проектных материалов по аналогичным объектам и нормативно-технической литературы, личного опыта проектировщика и его коллег.

Инженерный анализ выполняют с целью получения из множества возможных решений одного – наилучшего. Анализ выполняется поэтапно. Подбирают наибольшее число возможных вариантов решения задачи и устанавливают количественные показатели для их сравнения. Сокращают число сравниваемых вариантов до двух-трех наиболее представительных. Разрабатывают модели решения инженерных задач и выбирают методики расчета сопоставляемых характеристик моделей.

Находят наилучший (оптимальный) вариант решения задачи по одному или нескольким критериям оптимизации на основании расчетов технического и экономического характера. При этом используют теоретическую и методическую базы различных научных дисциплин (математики, вычислительной техники, сопромата, строительной механики, геомеханики, механики подземных сооружений, технологии строительства, экономики и др.)

Объектами сравнительных расчетов могут быть размеры сооружения или конструкции, их прочность, производительность предприятия или сооружения, календарные сроки строительства, потребности в ресурсах, стоимостные показатели и т.п.

Этап инженерного анализа заканчивается выдачей результата и принятием решения, т.е. синтезом прототипа, прообраза проектируемого сооружения или процесса его строительства.

## **2. Роль проектирования в горном производстве**

Проектирование горных предприятий (рудников) в современных условиях нацелено на радикальное улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энергии на всех стадиях – от разведки и добычи полезных ископаемых, и их комплексной переработки до выпуска и использования конечной продукции. Необходимо ускорить темпы снижения материалоемкости, металлоемкости и энергоемкости национального дохода. Ресурсосбережение должно стать решающим источником удовлетворения прироста потребностей народного хозяйства в топливе, энергии, сырье и материалах. Поэтому перед горнодобывающей промышленностью во весь рост встают проблемы более полного и комплексного использования всех полезных ископаемых, отходов обогащения и воды, а также уменьшения землеемкости и рекультивации земель.

За последние десятилетия в горной науке и горной промышленности, а также в теории и практике проектирования произошли серьезные изменения. Резко возросли объемы горных работ и масштабы горных предприятий. Изменились техника, технология и организация разработки. Создана целая сеть проектных организаций, которые накопили большой опыт проектирования. Разработаны новые методы решения задач по оптимизации технологических параметров с применением последних достижений математики, техники и экономической науки.

Для рудников и шахт разработаны прогрессивные нормы технологического проектирования, созданы типовые методические указания по рациональному использованию недр.

В связи с постоянным ростом масштабов горных работ и производственной мощности горных предприятий, а также в связи с постоянным усложнением условий разработки, точное определение параметров шахт и выбор технологии подземной разработки месторождений становится одной из важнейших проблем горной науки и практики.

Мощности всех горных предприятий растут. По мере роста мощностей увеличивается степень ответственности за правильность проектных решений, т.к. при большой производственной мощности горного предприятия даже малая ошибка может привести к большому экономическому ущербу. Оптимизация параметров горных предприятий и технологии горных работ применительно

к условиям угольных месторождений затрудняется из-за сложности горно-геологических условий и ряда других причин.

Одна из главных задач курса состоит в том, чтобы научить студентов современным методам оптимизации при решении конкретных задач, на основе усвоения главных принципов оптимизации научиться избегать возможных ошибок проектирования.

**Главной целью** проектирования угледобывающих предприятий является обеспечение с минимально возможными капитальными и эксплуатационными затратами необходимого для народного хозяйства прироста добычи полезных ископаемых. Это обычно осуществляется как за счет освоения и ввода в эксплуатацию новых месторождений, а также за счет перепроектирования и реконструкции, расширения, технического перевооружения действующих предприятий. Известно, что прирост мощностей на действующих предприятиях за счет их реконструкции обходится значительно дешевле. Поэтому оптимизация параметров действующих шахт и перепроектирование является актуальной задачей.

### **3. Организация проектирования**

Право на разработку проектной документации или ее отдельных разделов предоставляется юридическим или физическим лицам – субъектам хозяйственной деятельности независимо от форм собственности, которые имеют лицензию на этот вид деятельности согласно законодательству.

При разработке проектной документации для строительства учитывается действующая градостроительная документация, утвержденная в установленном порядке.

Проектная документация для строительства должна соответствовать положениям законодательства, региональных и местных правил застройки, а также нормативам и нормативным документам.

Авторский надзор за реализацией проектных решений при строительстве объекта осуществляется на основании заключенного договора между заказчиком и генпроектировщиком согласно требованиям.

При некоторых объединениях создаются проектно-конструкторские бюро (ПКБ), которые могут создавать небольшие локальные проекты. В случае отсутствия у них лицензии на проектные работы они должны согласовывать свои проекты с генпроектировщиком.

## **Структура проектных организаций. Основы проектирования. Определение стоимости проектно-изыскательских работ.**

### **1. Структура проектных организаций.**

Выполнение комплекса проектных и изыскательских работ обеспечивает основная проектная организация – **генеральный проектировщик**. Эта организация разрабатывает технологическую часть проекта и привлекает на договорных началах специализированные проектные или изыскательские организации (проектировщиков - субподрядчиков) для выполнения отдельных специализированных частей проекта или для производства отдельных видов изыскательских работ.

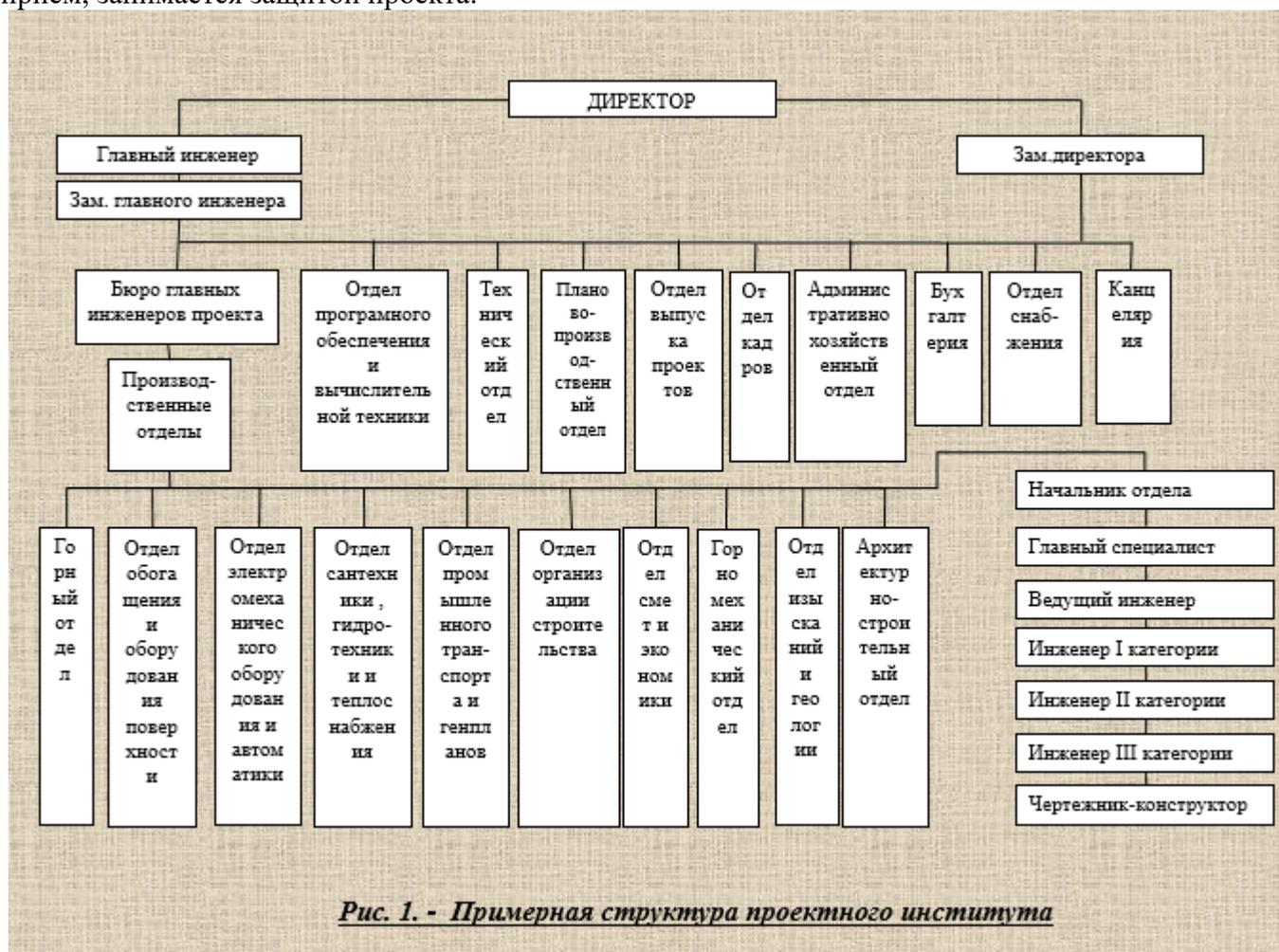
**Главной задачей проектного института** является обеспечение потребности соответствующей отрасли народного хозяйства в проектно-сметной документации в установленные сроки и высокого качества, а также оказание технического содействия во вводе сооружений в эксплуатацию и освоении ими проектных показателей.

Структура проектных организаций зависит от характера и объема проектно-изыскательских работ, а также от численности персонала. Примерная структура проектного института приведена на рисунке 1.

Основными структурными единицами, выполняющими проектирование отдельных частей проекта, являются специализированные производственные отделы. Непосредственная разработка проектных решений осуществляется в отделах группами конструкторов и технологов.

Увязку всех частей проекта, техническое руководство проектированием, обеспечение комплектности проектной документации, применение типовых проектов осуществляет главный инженер проектов (ГИП). ГИП выдает задания и принимает работы, выполненные различными отделами и группами, подготавливает задания и исходные данные для проектирования,

выполняемого другими проектными организациями, осуществляет контроль за ходом работ и ее прием, занимается защитой проекта.



*Рис. 1. - Примерная структура проектного института*

Технический отдел организует, руководит и контролирует внедрение в проекты новой техники, производит технико-экономический анализ, обеспечивает максимальное применение типовых и унифицированных проектов, решений и конструкций и организует техническую информацию. В состав технического отдела входит проектный кабинет с технической библиотекой. Наиболее важные и сложные вопросы в процессе проектирования рассматривают на техническом совете института. Наряду с проектными институтами при эксплуатационных и производственных предприятиях и объединениях созданы проектные конторы, которые занимаются проектированием объектов нежелезнодорожного строительства. Руководство проектной конторы: ее начальник, главный инженер, ГИП и производственно-технический аппарат. Производственно-технический аппарат состоит из различных специализированных отделов.

## **2. Исходные материалы для проектирования.**

Проектирование объектов осуществляется с соблюдением законодательства Украины на основании исходных данных. Исходные данные для выполнения проектных работ на соответствующей стадии заказчик обязан предоставить до начала выполнения проектно-исследовательских работ.

В состав основных исходных материалов, согласно ДБН А.2.2-3-2004 входят:

- решение местного органа исполнительной власти о выдаче разрешения на строительство;
- задание на проектирование;
- архитектурно-планировочное задание на проектирование;
- имеющиеся градостроительные планировочные материалы, проекты детальной планировки и застройки, генеральные планы, схемы генерального плана промузлов (промрайонов) или решение территориальной организации с нанесением границ участка, намеченного для проектирования;

- технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям со сроком их действия не менее нормативной продолжительности проектирования и строительства;
- особые условия заинтересованных организаций, в том числе Государственной инспекции по энергосбережению;
- данные о видах применяемых строительных конструкций, изделий, импортного оборудования с показателями эффективности, если это известно заказчику;
- имеющиеся топографические планы;
- имеющиеся заключения относительно инженерно-геологических, гидрологических и экологических условий (особенностей) территории;
- имеющиеся материалы относительно существующей застройки (обмерочные чертежи, технические данные) и зеленых насаждений;
- сведения о подземных сооружениях, подземных и наземных коммуникациях и их техническом состоянии (обмерочные чертежи);
- материалы инвентаризации и решение о сносе зданий и сооружений и компенсаций за них;
- данные научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских разработок (ОКР) применительно к объекту проектирования;
- данные о состоянии природной окружающей среды и источника загрязнения;
- материалы инженерных изысканий;
- сведения о проведенных с общественностью обсуждениях решения о строительстве объекта.

При проектировании реконструкции объекта дополнительно представляют материалы обследования действующего объекта, его планировку, спецификацию и состояние оборудования, условия размещения временных зданий и сооружений, подъемно-транспортных машин, места складирования строительных материалов и т. п.

Конкретный перечень исходных данных, предоставляемых заказчиком, определяется при подписании договора на выполнение соответствующих стадий проектирования.

### **3. Основные виды проектных работ и стадии технологического проектирования.**

*(Новое строительство, Расширение действующих предприятий, Реконструкция действующих предприятий, Поддержание действующих мощностей, Прекращение эксплуатации шахт)*

Проектные организации, разрабатывающие техническую документацию на строительство подземных сооружений, обычно выполняют следующие виды проектных работ:

- Схемы развития и размещение отрасли.
- Задание на проектирование строительства или реконструкции.
- Технико-экономическое обоснование (ТЭО) проектирования и строительства подземных сооружений.
- Проект и технико-экономическое обоснование кондиций.
- Проекты земельного и горного отвода.
- Проект (П) строительства или реконструкции.
- Рабочий проект (РП) строительства или реконструкции.
- Рабочие чертежи строительства или реконструкции.
- Рабочие чертежи по нестандартному оборудованию.
- Сводные и локальные сметы, сметно-финансовые расчеты.
- Проект организации строительства.
- Паспорт проекта.
- Типовой проект.
- Экспериментальный проект.
- Нормативные документы и др.

Любой проект состоит из двух частей: технологической (период эксплуатации) и строительной.

Проектирование подземных и прочих сооружений, в зависимости от их сложности, значимости и сметной стоимости выполняют в одну или две стадии.

Такие виды проектных работ, как разработка схем развития и размещение отрасли, комплексные проекты развития и освоения районов, ТЭО возможности строительства подземного сооружения, задание на проектирование, предпроектные проработки относятся к **предпроектной стадии**.

К **первой стадии** принято относить проект. Ко **второй стадии** относится составление рабочих чертежей. При таком двухстадийном проектировании обеспечивается достаточно тщательная проработка всех вопросов строительства объекта.

Одностадийное проектирование применяют при несложных и недорогих сооружениях, а также при использовании типовых или повторно применяемых проектов. Двухстадийное – в остальных случаях.

При двухстадийном проектировании строительная часть в виде проекта организации строительства (ПОС) разрабатывается генеральной проектной организацией (или ее субподрядчиком).

**Эскизный проект** разрабатывается для принципиального определения требований к градостроительным, архитектурным, художественным, экологическим и функциональным решениям объектов, подтверждения возможности создания объекта гражданского назначения. В составе ЭП для обоснования принятых решений по заданию заказчика могут дополнительно выполняться инженерно-технические разработки, схемы инженерного обеспечения объекта, расчеты сметной стоимости и обоснование инвестиций, в случае проектирования объекта в квартале существующей застройки – градостроительное обоснование размещения объекта.

ЭП разрабатывается на основании задания на проектирование и исходных данных.

ЭП после согласования и одобрения является основанием для разработки следующей стадии.

**Технико-экономическое обоснование (ТЭО)** разрабатывается для объектов производственного назначения, требующих детального обоснования соответствующих решений и определения вариантов и целесообразности строительства объекта.

**Технико-экономический расчет (ТЭР)** применяется для технически несложных объектов производственного назначения,

ТЭО и ТЭР разрабатывается на основании задания на проектирование и исходных данных.

ТЭО (ТЭР) обосновывает мощность производства, номенклатуру и качество продукции, если они не заданы директивно, кооперацию производства, обеспечение сырьем, материалами, полуфабрикатами, топливом, электро- или теплоэнергией, водой и трудовыми ресурсами, включая выбор конкретного участка для строительства, расчетную стоимость строительства и основные технико-экономические показатели.

При подготовке ТЭО (ТЭР) должна осуществляться всесторонняя оценка влияний планируемой деятельности на состояние окружающей среды (ОВОС); рекомендованные решения ТЭО (ТЭР) должны обосновываться результатами ОВОС.

В ТЭО (ТЭР) должно рассматриваться соответствие его решений архитектурным, энергосберегающим и другим требованиям в соответствии с заданием на проектирование.

ТЭР выполняется в сокращенном объеме по сравнению с ТЭО в соответствии с характером объекта и требованием задания.

ТЭО (ТЭР) после согласования и одобрения является основанием для разработки следующей стадии.

**Проект (П)** разрабатывается для определения градостроительных, архитектурных, художественных, экологических, технических, технологических, инженерных решений объекта, сметной стоимости строительства и технико-экономических показателей.

П разрабатывается на основании задания на проектирование, исходных данных и одобренной предыдущей стадии проектирования (если она разрабатывалась).

Разделы П необходимо подавать в четкой лаконичной форме без чрезмерной детализации в составе и объеме, достаточном для обоснования проектных решений, определения объемов основных строительно-монтажных работ, потребности в оборудовании, строительных конструкциях, материальных, топливно-энергетических, трудовых и других ресурсах, положений по организации строительства, а также определения сметной стоимости строительства.

Материально-технические ресурсы отдельных конструктивных элементов могут быть определены по соответствующим аналогам без выполнения конструктивных разделов.

**II** после согласования и утверждения является основанием для разработки следующей стадии.

**Рабочий проект (РП)** (одностадийное проектирование) разрабатывается для определения градостроительных, архитектурных, художественных, экологических, технических, технологических, инженерных решений объекта, сметной стоимости строительства, технико-экономических показателей и строительно-монтажных работ (рабочие чертежи).

**РП** применяется для технически несложных объектов, а также объектов с использованием проекта массового применения.

**РП** разрабатывается на основании задания на проектирование и исходных данных.

**РП** является интегрирующей стадией проектирования и состоит из двух частей – утверждаемой и рабочих чертежей. Утверждаемая часть подлежит согласованию, экспертизе и утверждению, а рабочие чертежи разрабатываются для строительства объектов. Утверждаемая часть может выполняться в сокращенном по отношению к проекту объеме.

Одностадийность позволяет значительно сократить общий срок проектирования и быстрее приступить к строительству.

**Рабочая документация (Р)** Стадия **Р** разрабатывается для выполнения строительно-монтажных работ.

**Р** разрабатывается на основании утвержденной предыдущей стадии.

В состав **Р** должны входить рабочие чертежи, разрабатываемые в соответствии с требованиями нормативных документов. Объем и детализация рабочих чертежей должны быть доведены до минимально необходимых объемов

**Типовые проекты** предусматривают приведение к единообразию проектных решений объектов массового строительства или многократно повторяющихся (горных выработок, зданий, сооружений, технологических узлов и целых предприятий). Разработка типовых проектов направлена на обеспечение строительства готовыми экономичными проектами, в которых заложены высокие эксплуатационные и строительные качества сооружаемых объектов. К типовым относятся следующие виды проектов: чертежи типовых конструкций, архитектурных и монтажных деталей; типовые секции, пролеты, технологические узлы, линии и участки, планировочные схемы, комплексные типовые проекты для строительства предприятий, зданий и сооружений.

Для подземных сооружений, как правило, разрабатывают типовые сечения горных выработок, типовые обделки, камеры и др. или типовые проекты станций метрополитена, зданий административно-бытовых комбинатов, компрессорных и т.п.

Типовые проекты выполняют на основе унификации планировочных и конструктивных решений, зданий и сооружений, а также технологического оборудования.

Такие проекты должны быть привязаны к конкретной площадке строительства с учетом особенностей района строительства, местных цен на материалы и изделия. В эти проекты при необходимости разрешается вносить изменения в связи с использованием более прогрессивных технологических процессов, объемно-планировочных и конструктивных решений, обеспечивающих снижение стоимости и улучшение технико-экономических показателей объектов строительства.

**Экспериментальные проекты** отличаются новизной и неизвестностью работы в реальных условиях новых конструкций, элементов, деталей, объемно-планировочных и архитектурных решений, необходимостью организации современных методов эксплуатации подземных сооружений, организации изготовления новых конструкций и деталей, проверки прогрессивных организационных форм и технологии строительного и горно-проходческого производства.

Экспериментальное проектирование основывается на научно-исследовательских работах, обеспечивающих сокращение сроков и трудовых затрат, снижение стоимости строительства, повышение степени надежности и долговечности зданий и сооружений.

Задания на проектирование и проектно-сметная документация экспериментальных проектов разрабатывают и утверждают в соответствии с порядком, установленным для обычного строительства. Однако издержки и затраты проектных, изыскательских, научно-исследовательских, конструкторских и подрядных строительно-монтажных организаций при экспериментальном проектировании и строительстве значительно выше, чем по обычным зданиям и сооружениям. Поэтому в сметы на экспериментальное строительство включают все единовременные затраты,

связанные с проведением эксперимента. Эти затраты выделяют отдельной строкой и не учитывают в расчетах технико-экономических показателей экспериментальных объектов.

Проектные и научно-исследовательские организации наблюдают за строительством экспериментальных объектов и осуществляют контроль за соблюдением цели эксперимента. По объектам экспериментального строительства, введенным в эксплуатацию, проектные и научно-исследовательские организации составляют научно-технические отчеты, в которых даются рекомендации по использованию результатов эксперимента.

#### **4. Состав и содержание проекта шахты.**

Проект на строительство объектов промышленного назначения, как правило, должен состоять из следующих разделов:

- пояснительная записка с исходными данными;
- технологическая часть;
- генеральный план и транспорт;
- решение по инженерному оборудованию и внешним инженерным сетям;
- архитектурно-строительные решения;
- организация строительства;
- оценка воздействия на окружающую среду;
- меры по охране труда;
- сметная документация;
- укрупненные чертежи и демонстрационные материалы;
- сборники спецификаций на оборудование, материалы, конструкции, изделия;
- ведомость объемов работ;
- технико-экономические показатели;
- мероприятия по энергосбережению.

#### **5. Основные директивные и нормативные документы.**

При разработке проектно-сметной документации необходимо руководствоваться нормативными актами по капитальному строительству, в том числе:

- нормативными документами по проектированию и строительству, утвержденными Госстроем, нормативными документами, связанными с проектированием и строительством, утвержденными министерствами и ведомствами, органами государственного надзора и общественными организациями по согласованию с Госстроем;
- государственными стандартами;
- документами по основным направлениям в проектировании объектов соответствующих отраслей;
- нормами технологического проектирования;
- строительным каталогом типовых сборных железобетонных, металлических, деревянных, асбоцементных конструкций, изданным для всех видов строительства и территориальными каталогами типовых строительных конструкций и изданным для промышленного, сельскохозяйственного и жилищно-гражданского строительства, утвержденных Госстроем;
- каталогами на все виды оборудования, приборов и др.;
- ведомственными каталогами для специализированных видов строительства, утвержденных министерствами и ведомствами по согласованию с Госстроем;
- межотраслевыми требованиями и нормативными материалами по НОТ, утвержденными Госнадзорохрантруда, Госстроем, профсоюзными органами и разработанными на их основе отраслевыми документами.

Основными нормативными документами для проектирования угольных предприятий являются (при разработке курсового проекта):

- Правила безопасности (ПБ) на угольных и сланцевых шахтах.
- Инструкции к ПБ.
- Правила технической эксплуатации на угольных шахтах.

Нормы технологического проектирования.

СНиП на горные подземные работы.

Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт.

Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схеме дегазации.

Нормативы нагрузки на очистные забои и скорости проведения подготовительных выработок на шахтах.

Порядок установки производственной мощности шахт и др.

#### **6. Согласование проектов с соответствующими ведомствами.**

ЭП, ТЭО, ТЭР, П, РП (утверждаемая часть) согласовывается с местными органами градостроительства и архитектуры в соответствии с местными правилами застройки относительно архитектурно-планировочных решения, размещения, рационального использования намеченной для отвода территории, соответствия предусмотренных решений архитектурно-планировочного задания, градостроительной документации, также согласовываются направление сетей инженерных коммуникаций.

При отсутствии норм и правил на проектирование предложенные проектные решения необходимо согласовывать с соответствующими органами государственного надзора.

В случае, когда в проектной документации на реконструкцию не предусматриваются изменения градостроительных условий, фасадов зданий, условий транспортных связей, инженерного обеспечения, требований по охране окружающей среды, а также не нарушаются требования нормативных документов по проектированию, согласование проектной документации не проводится.

#### **7. Экспертиза проектов и смет.**

ЭП, ТЭО, ТЭР, П, РП (утверждаемая часть) до их утверждения подлежат обязательной комплексной государственной экспертизе согласно законодательству независимо от источника финансирования.

Комплексная государственная экспертиза проводится службами Укринвестэкспертизы, как ответственным исполнителем, с привлечением органов государственного надзора по вопросам санитарно-эпидемиологического благополучия населения, экологии, пожарной безопасности, охраны труда и энергосбережения. По объектам, представляющим ядерную или радиационную безопасность, кроме указанных видов экспертизы, проводится государственная экспертиза ядерной и радиационной безопасности.

**Целью** экспертизы является обеспечение технико-экономического и научного уровня проектной документации, позволяющего построить передовое предприятие с высокими показателями по производительности труда при минимальных затратах материально-технических, людских и финансовых ресурсов.

В процессе подготовки экспертного заключения по проекту шахты проверяется соответствие основных показателей схемы развития и размещения угольной промышленности. Проводится экспертиза технологической части проекта, генерального плана, решений по строительной части проекта. Проверяется соответствие всех принятых в проекте решений нормам технологического проектирования, техническим условиям и указаниям по строительному проектированию. Эксперты также проверяют насколько эффективны будут капитальные вложения, каков срок их окупаемости; проверяются соответствие принятых сроков строительства нормам продолжительности строительства предприятий и многие другие вопросы. В результате экспертизы составляется экспертное заключение, в котором даются рекомендации по утверждению (или отклонению) проекта.

В соответствии с замечаниями комплексной государственной экспертизы, связанными с нарушением законодательства и нормативных требований, заказчик и проектная организация обязаны внести изменения и дополнения в проектную документацию.

Как правило, у нас проекты проходят шесть экспертиз:

- Укрпромэкспертиза (г. Донецк) - все технические решения проектов.
- Донецкий экспертный центр (ДЭЦ) - охрана труда, безопасность.

Укрпромэкспертиза как правило, привлекает дополнительно экологическую, санэпидемическую, пожарную и по энергосбережению.

### **8.Определение стоимости проектно-изыскательских работ.**

Основными документами для определения стоимости проектно-изыскательских работ являются:

ДБН Д.1.1-7-2000 – Державні будівельні норми України. Правила определения проектно-изыскательских работ для строительства, выполняемого на Украине.

Сборник цен на проектные работы для строительства. Раздел 5. Угольная промышленность. Москва 1990год (с изменениями и дополнениями).

Общие указания по применению сборника цен на проектные работы для строительства. Издание 2-е, дополненное, Москва 1989год.

ДБН устанавливает основные правила определения стоимости проектно-изыскательских работ для нового строительства, расширения, реконструкции и технического переоснащения предприятия, зданий и сооружений, ремонту жилья, объектов социальной сферы, коммунального назначения и благоустройства, а также реставрации памятников архитектуры и градостроения и носят обязательный характер при определении стоимости проектно-изыскательских работ для зданий (объектов), строительство которых осуществляется за бюджетные средства или средств предприятий, организаций государственной собственности.

Для зданий (объектов), строительство которых осуществляется с привлечением других источников финансирования, эти нормы носят рекомендательный характер.

**Стоимость проектно-изыскательских работ** – это сумма средств, необходимых возмещения для прямых и накладных расходов, понесенных проектной организацией при выполнении указанных работ, с учетом нормативных затрат материально-технических ресурсов свободных цен, налогов, сборов и обязательных платежей, а также обоснованного сметного расчета стоимости строительства.

**Сметная стоимость проектно-изыскательских работ** – это стоимость, которая определена на основании действующих норм с учетом усредненных показателей стоимости составляющих для работ.

Сметная стоимость проектно-изыскательских работ определяется двумя способами:

- на основании действующих на Украине сборнике цен на проектно-изыскательские работы с применением соответствующих коэффициентов и индексов для строительства объектов всех отраслей народного хозяйства Украины;
- применение усредненных процентных показателей стоимости проектных и стоимости строительно-монтажных работ для строительства жилья и соцсферы работ.

Сметная стоимость проектно-изыскательских работ уточняется претендентом на их выполнение во время переговоров или проведения конкурсов (тендеров).

Стоимость проектно-изыскательских работ может определяться по сборнику цен (форма «2-П») или по трудозатратам (форма «3-П»).

Цены на проектные работы для строительства разработаны исходя из основных показателей проектируемых объектов: мощности, протяженности, емкости, площадки и др. При определении стоимости работ при помощи коэффициентов учитываются дополнительные факторы:

- сложные горно-геологические условия (1,1 на каждый ухудшающий фактор – Пример: Глубина разработки более 600м, выбросоопасные, удароопасные и самовозгорающиеся пласты, применение специальных способов упрочнения вмещающих пород и др.);
- применение зарубежной техники (1,3);
- выполнение в сокращенном против предусмотренного действующими нормативными документами составе и объеме;
- разработка дополнительных вариантов и др.

Стоимость по форме «3-П» определяется как сумма основной заработной платы исполнителей (Зп.х Ндней) с учетом всех налоговых и других обязательных платежей.

Стоимость составления ТЭО, ТЭР и ЭП определяется согласно сборнику цен на разработку документации на стадии «проект» с применением к ним коэффициентов:

ТЭО – 0,6; ТЭР – 0,45; ЭП – 0,5

### **Общий порядок определения стоимости проектных работ**

$$C_{рп(п)} = C \times K_{2;1}$$

$C_{рп(п)}$  – стоимость разработки рабочего проекта (проекта), тыс.сом;

$C$  – стоимость разработки рабочей документации, тыс.сом;

$K_2$  – отношение стоимости проекта к стоимости рабочей документации;

$K_1$  – отношение стоимости рабочего проекта (включая рабочую документацию) к стоимости рабочей документации.

$$C = a + b \cdot x,$$

$a$  и  $b$  – постоянные величины для определенного интервала основного показателя проектируемого объекта, в тыс.грн.;

$x$  – основной показатель проектируемого объекта.

Для шахт угольных (сланцевых) мощностью по горной массе от 2300 до 5220 тыс.т в год  $a = 107,3$ ;  $b = 0,2109$ ;  $K_1 = 0,205$ ;  $K_2 = 1,1$ .

Дегазационный комплекс шахты (блока) с количеством капируемой метановоздушной смеси от 125 до 300 м<sup>3</sup>/мин.  $a = 0,89$ ;  $b = 0,1584$ ;  $K_1 = 0,442$ ;  $K_2 = 1,091$ .

При определении стоимости работ в угольной промышленности вводится поправочный коэффициент 1,01(согласно ДБН), индекс пересчета сметной стоимости проектных работ согласно приказу министерства 7,77(действующий в данный момент).

**Пример.** Определение стоимости проектных работ проекта строительства шахты мощностью 3000тыс.т в год. Глубина 650 м, пласты опасные по самовозгоранию, с применением зарубежной техники.

$$(107,3 + 0,2109 \times 3000) \times 0,205 \times 7,77 \times 1,01 \times 1,1 \times 1,1 \times 1,3 = 1872, \text{тыс. сом.}$$

### **Методические основы проектирования горных предприятий**

#### **Качественные и количественные параметры шахт**

Угольная шахта как любая технологическая система характеризуется комплексом **качественных и количественных параметров** (характеристик).

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

**К качественным параметрам шахты относят** схему и способ вскрытия, схемы подготовки, вентиляции и транспорта, систему разработки и средства механизации производственных процессов, порядок отработки пластов, выемочных участков и др.

Характерной особенностью для качественных параметров шахты является их **дискретная определенность**. Переход от одного качественного параметра к другому происходит дискретно (прерывно) и в целом.

Качественные параметры, как правило, **не имеют натуральной размерности**. Их выбор носит альтернативный, взаимоисключающий характер. В зависимости от того, применяют или не применяют соответствующий качественный параметр в варианте технологической схемы разработки, ему можно придать значение 1 или 0. Совокупность качественных параметров шахты можно объединить в дискретное множество  $\{X_{\text{кач.д}}\}$ .



Рис. 3.1. Блок-схема качественных параметров шахт

Отдельную группу качественных и количественных характеристик шахты представляют **природные характеристики горно-геологических условий месторождения**: конфигурация месторождения или шахтного поля и его размеры; пространственное расположение угольных пластов свиты в шахтном поле и число угольных пластов; распределение запасов в шахтном поле и их объем; гипсометрия угольных пластов и их мощность; углы падения, газоносность, крепость, устойчивость пород почвы и кровли пластов и их крепость, характер покрывающих запасы пород и глубина залегания пластов и т.д.

Природные характеристики не являются постоянными в шахтном поле. Их изменчивость носит случайный характер вследствие специфической формы получения знания о них с помощью геологической разведки.

Одни характеристики изменяются **дискретно** (число пластов в свите, конфигурация шахтного поля), другие - **непрерывно** (газоносность, углы падения пластов и др.). Изменения горно-геологических характеристик шахты непосредственно связаны с пространственным местонахождением запасов, а также со степенью их изученности и только через посредство этого - со временем.

Совокупность сведений о качественных и количественных природных характеристиках шахты можно объединить дискретным  $\{X_{и.к.д}\}$  и непрерывным  $\{X_{и.к.н}\}$  множествами.

**Количественные параметры** шахты характеризуют шахту, производственные процессы, технологическую схему шахты, горно-геологические и горнотехнические условия с количественной стороны, они имеют количественную меру измерения. **К ним относят** мощность шахты, нагрузка на очистной забой, размеры панелей, этажей, горизонтов, длина лавы, число очистных забоев в одновременной работе в панели, на угольном пласте, в крыле шахтного поля, число панелей или блоков в шахтном поле и т.д.

Одни количественные параметры могут изменяться **непрерывно** (длина лавы, нагрузка на очистной забой, размеры панелей, блоков, горизонтов и др.), другие - **дискретно** (число блоков в шахтном поле, горизонтов, очистных забоев в одновременной работе). Количественные параметры, изменяющиеся непрерывно, условно можно объединить множеством  $\{X_{кол.н}\}$ , а параметры, изменяющиеся дискретно, - множеством  $\{X_{кол.д}\}$ .

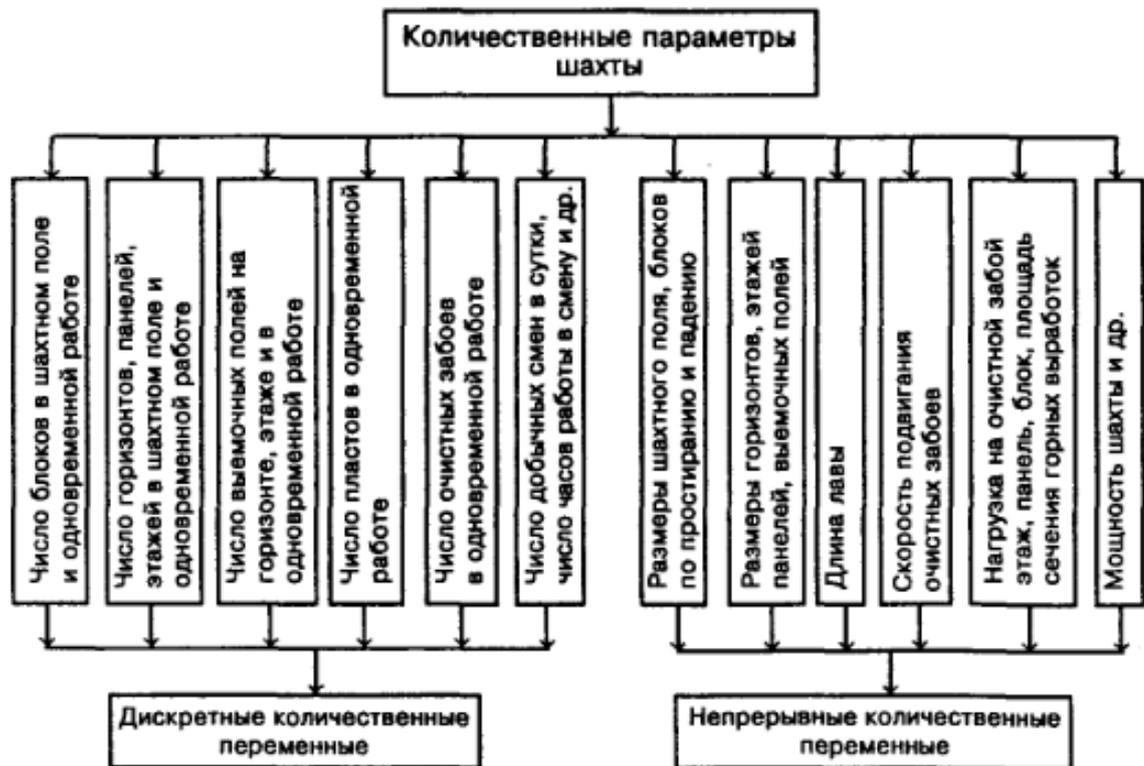


Рис. 3.2. Блок-схема количественных параметров шахт

Объединение множеств изменяющихся качественных и количественных параметров шахты (рис. 3.1 и 3.2) порождает некоторое множество возможных вариантов технологии, технологической схемы шахты:

$$\{R\} = \{X_{\text{кач.д}}\} \vee \{X_{\text{кол.н}}\} \vee \{X_{\text{кол.д}}\},$$

где  $\vee$  - логический знак, обозначающий операцию дизъюнкции, т.е. логического сложения элементов, вместе или порознь определяющих результат (множество вариантов).

Как качественные, так и количественные параметры **взаимообуславливают** друг друга. Их взаимосвязь носит технологический, пространственный, производственный или экономический характер.

**Пример.** Мощность шахты связана с числом действующих очистных забоев и нагрузкой на очистной забой, размеры блоков по простиранию - с числом их в шахтном поле, система разработки столбами по восстанию - падению связана с погоризонтной схемой подготовки и т.д. При этом некоторые значения количественных параметров оказываются возможными лишь при наличии определенных качественных параметров.

#### Динамика изменения качественных и количественных параметров шахт

Качественные, и количественные параметры шахты **не остаются постоянными во времени**. Темпы изменения параметров действующих шахт, естественно, не одинаковы, они специфичны для каждого параметра.

**Обновление** качественных параметров происходит **медленнее**, количественных - **быстрее**. Это касается прежде всего общешахтных элементов технологической схемы (вскрытие, подготовка, схемы транспорта, вентиляции). Дело в том, что **реализация принимаемых проектных решений** этих элементов технологической схемы **связана с весьма значительными затратами**, которые не позволяют легко отказываться от ранее принятых и уже реализованных решений, изменять их.

Тем не менее даже такие элементы технологической схемы шахты, как **схемы вскрытия, подготовки, транспорта и вентиляции**, пересмотр которых требует больших затрат, **не остаются неизменными**.

**Пример.** На одних шахтах заменили рельсовый вид транспорта на конвейерный, на других - этапную схему подготовки сменили панельной, на третьих - прошли новые стволы, оборудовали новые подъемы и т.д.

Изучение **сроков эффективного использования**, т.е. "**долгожития**" проектных решений по основным элементам технологической схемы шахт показывает, что обоснованно принятые

**схемы вскрытия, подготовки и подъема** обычно не сдерживают эффективную работу шахты и **не пересматриваются в течение 15 - 20 лет.**

Анализ эксплуатации **средств механизации очистных и подготовительных работ, элементов систем разработки** на действующих шахтах или принимаемых в проектах показывает, что эти параметры **изменяются быстрее.** Долгожитие этих более динамичных параметров технологии **составляет 5-7 лет.**

**Весьма заметны темпы изменения** на шахтах количественных параметров:

- динамики производительности (мощности) шахты,
- нагрузки на очистной забой,
- длины лавы,
- скорости подвигания очистных забоев,
- размеров блоков, выемочных участков, панелей, высоты горизонтов, поперечных сечений горных выработок.

Нельзя не учитывать при этом **сдерживающего влияния** установленных возможностей технологических узлов на действующих шахтах.

**Пример.** Рост производительности действующей шахты может сдерживаться производительностью транспортной системы или подъема, системы проветривания и др.

В результате, несмотря на имеющиеся возможности очистных забоев увеличить добычу по шахте, на других производственных процессах возникают **"узкие места"**, затрудняющие повышенную выдачу угля. Тем не менее в результате специальных мероприятий, в том числе коренной реконструкции шахт, такие ограничения в определенной мере снимаются.

**Анализ количественных параметров** в отдельных технологических звеньях шахт на протяжении последних 15 - 20 лет в России, Китае, Украине и Германии **свидетельствует об их непрерывном росте.** За 15 лет нагрузки на очистные забои, главные транспортные магистрали, вентиляционные магистрали и производительность добычных горизонтов и шахт в целом увеличиваются (в общем случае - изменяются) на 30 - 50 %, т.е. перекрывают принятые нормы резервирования проектных решений.

**Тенденция роста** уровня почти всех количественных параметров характерна и для проектов **новых, и реконструируемых шахт.** Этот факт говорит о том, что проектировщики **учитывают перспективное изменение** количественных параметров на действующих шахтах. Однако надежность принимаемого в проектах уровня параметров невысока, а прогрессивность недостаточна.

Основные **количественные параметры** в решающей степени определяют выбор схемных решений по технологии, а также параметры стационарных технологических узлов шахты, машин и установок. Поэтому **"моральное старение"** основных количественных параметров шахты влечет за собой **необходимость пересмотра** многих решений, переоборудования и реконструкции технологических узлов, тем более, что соответствующие этим узлам средства механизации имеют не меньшие темпы совершенствования. В проектах шахт необходимо закладывать прогрессивные качественные параметры и значения количественных параметров. Для этого проектирование шахт требует **поэтапного подхода** с прогнозированием изменения качественных и количественных параметров.

#### **Поэтапность проектирования угольных шахт**

Практика **проектирования шахт базируется** на представлениях о **статичности** (неподвижность) параметров шахты в течение всего срока службы. "Узкие места" могут быть следствием статичности параметров многих технологических узлов и звеньев шахты (производительность подъема, вентиляторов, пропускная способность околоствольного двора, технологического комплекса на поверхности, длина выемочных участков, величина запасов горизонта и др.). **Вероятность проявления** противоречий между возможностями различных технологических узлов на шахте вследствие статичности их параметров тем выше, **чем на более длительный период эксплуатации их предусматривают.** Между тем наряду со значительными производственной сложностью, масштабами и хозяйственной ролью угольную шахту отличает весьма длительный срок службы. Большая часть шахт существует, включая проектирование и строительство, свыше 30 - 80 лет.

Под **этапом проектирования** следует понимать период времени, в течение которого вырабатывают определенную, достаточно большую часть шахтного поля, имеющую пространственные естественные или условные границы.

**Наибольшей статичностью** отличаются параметры **схемы вскрытия и подготовки, технологического комплекса на поверхности, подъема, схемы вентиляции и общешахтного транспорта.**

**Пример.** При некоторых схемах вскрытия вертикальными стволами предполагают полностью отрабатывать запасы шахтного поля при выдаче угля по главному стволу, оборудованному одной и той же подъемной установкой, используя одну и ту же схему вентиляции, один и тот же технологический комплекс на поверхности и т.д. В такое же **противоречие** приходят значения **количественных параметров**, несмотря на непрерывную возможность их роста.

**Корректирование параметров еще до ввода шахты в эксплуатацию**, а также периодические реконструкции шахт частично являются **отражением указанных противоречий**, отражением изменения этих параметров на действующих шахтах.

**Пример.** В Кузбассе, Донбассе и Китае магистральные выработки шахт, срок службы которых превышает 5 - 10 лет, подвергают неоднократному расширению (в 1,5 - 2 раза по сравнению с начальными проектными сечениями), заменяют стационарные средства транспорта с изменением параметров горных выработок или проведением новых.

При **проектировании** необходимо стремиться к образованию такого механизма развития шахты, при котором основные параметры поддерживаются в **границах производственных и экономических пропорций, изменяющихся во времени.**

Особенностью такого развития шахты является **непрерывно-дискретный характер** изменения проектных параметров. Сама природа основных качественных и количественных параметров шахты объясняет эту особенность. Схемы транспорта и вентиляции, технологический комплекс на поверхности не могут непрерывно изменяться. Смена этих качественных параметров происходит, во-первых, не часто, во-вторых, дискретно. Даже переход от сплошной системы на столбовую занимает два-три года и более.

Часто увеличение количественных параметров шахт ограничивается качественными параметрами (схемами подготовки, вентиляции, транспорта и пр.). Таким образом, и количественные параметры шахты с позиции длительного времени могут существенно изменяться лишь дискретно, **поэтапно.**

**Определение интервала времени**, в пределах которого качественные и количественные параметры шахты могут оставаться неизменными, экономически эффективными, **является важным исходным моментом поэтапного проектирования.** Данный интервал может быть принят за длительность **этапа проектирования  $T_{э.п}$ .** Несомненно, что факторами, определяющими этап проектирования, следует считать длительность эффективной эксплуатации основных проектных решений на действующих шахтах, с одной стороны, и время, на которое можно распространять имеющуюся проектную информацию, т.е. **глубину прогнозирования будущего развития шахты  $T_{пг}$ ,** - с другой.

При **увеличении глубины прогноза** и этапа проектирования (до 10, 15, 20, 25, 30 лет) **степень достоверности** любых представлений о будущем, в том числе и о технологии шахты в будущем, **снижается.** Специалисты по прогнозированию принимают глубину прогнозирования технологических данных, считая от разработки проекта до "завершения" периода эффективной эксплуатации, использования прогнозируемого явления, параметра, элемента, в пределах 15 - 20 лет. Частные закономерности, параметры и элементы технологии, отличающиеся сравнительно небольшим "долгожитием", прогнозируются на 5 - 10 лет.

**Фактическая продолжительность эффективной эксплуатации** реализуемых в соответствии с проектными решениями мероприятий  $T_{э.э}$ , т.е. "долгожитие" элементов технологической схемы, **определяют** по формуле

$$T_{э.э} = T_{в} - T_{пр.р}, \text{ ГОД}$$

где  $T_{в}$  - время выбытия из эксплуатации конкретного технологического звена, технического средства, технологической схемы на данной шахте, годы;  $T_{пр.р}$  - время принятия проектного решения, предусматривающего реализацию при строительстве, реконструкции или текущем

развитии шахты, а также эксплуатацию соответствующего варианта технологической схемы и ее элементов, точнее время начала практической эксплуатации соответствующего проектного решения на данной шахте, год.

Затем вычисляют **средние показатели "долгожития"** принимаемых и реализуемых проектных решений, мероприятий, элементов технологических схем, технических средств механизации и т.д.

Как показали расчеты, "долгожитие" основных элементов схем вскрытия, подготовки и вентиляции (вентиляторная установка, генеральная схема горных выработок), технологического комплекса на поверхности, схемы транспорта (общая компоновка транспортных магистралей шахты)  $T_{д.осн}$  составляет в среднем 15 - 20 лет.

С учетом обоснованной глубины прогнозирования  $T_{пр}$  фактического "долгожития" базовых элементов технологии шахты  $T_{д.осн}$  принимают окончательную длительность этапа проектирования:

$$10 \text{ лет} < T_{э.п} = f(T_{пр}, T_{д.осн}) < 20 \text{ лет}$$

Установленная длительность этапа проектирования касается большинства проектных решений строящейся или реконструируемой шахты. Вместе с тем в проекте приходится **принимать решения**, "долгожитие" которых должно быть **заведомо большим** (установление границ шахтного поля, выбор местоположения технологического комплекса на поверхности, транспортных коммуникаций на поверхности).

Для проектирования предприятий в конкретных горно-геологических условиях временная определенность этапа должна получить определенность **пространственную и организационную**. Под этим подразумевают запасы полезного ископаемого, разрабатываемые в пределах этапа, число пластов и их пространственные характеристики, геометризацию раскройки шахтного поля, порядок его разработки и пр. В противном случае невозможно начинать проектирование шахты.

Каждому этапу в развитии шахты должна соответствовать некоторая часть шахтного поля, ограниченная естественными или условными границами: группами пластов, отдельными пластами, горизонтами, блоками, панелями, этажами.

Таким образом, под **этапом проектирования** следует понимать период времени, в течение которого вырабатывают определенную, достаточно большую часть шахтного поля, имеющую пространственные естественные или условные границы.

Предварительно первый этап в развитии шахты представляют частью шахтного поля с объемом промышленных запасов:

$$Z_{пр.э.п} = A_{ш.г} T_{э.п}$$

**Установление объема промышленных запасов**, отрабатываемых на первом этапе развития шахты, **позволяет наметить к разработке угольные пласты** с соответствующими условиями залегания. Подобным образом с большей условностью можно определить часть шахтного поля для второго и третьего этапов. Вместе с тем **отнесение** к тому или иному этапу конкретных угольных пластов дает возможность **наметить основные проектные решения**, определяющие технологическую схему шахты.

Предпочтение необходимо отдавать таким геометрическим формам технологических схем шахт, таким конструктивным решениям, которые в наибольшей степени обладают **динамической управляемостью с наименьшими затратами средств и времени**.

В связи с многовариантностью проектных решений по каждому производственному процессу пространственная определенность этапа и развития шахты представляется **многовариантной**.

**Метод поэтапного проектирования** предусматривает конструирование технологии угольной шахты как развивающейся системы с оптимальным управлением в течение всего срока службы.

**Идея** создания данного метода проектирования заключается в возможности выбора наилучших сочетаний основных технологических параметров угольной шахты, которые характеризовали бы поведение системы в будущем, а более конкретно - в течение некоторых научно обоснованных этапов жизни угольного предприятия в условиях влияния постоянно изменяющихся природных, технологических и экономических факторов.

**Особенности поэтапного проектирования** заключаются прежде всего в том, что установленные параметры шахты не считают обязательными на весь срок существования предприятия, обоснование параметров осуществляют в единстве технологических задач каждого отдельного этапа и развития шахты в целом за весь срок службы, а также в единстве технологических задач каждого отдельного этапа за весь срок службы шахты, обоснование и обновление параметров шахты на каждом этапе выполняют на базе прогрессивных (с точки зрения данного этапа) тенденций развития техники, технологии и организации производства на шахтах, хозяйственных потребностей страны и т.д.

### **Обновление шахтного фонда**

**Поэтапный подход** к проектированию и развитию каждой шахты существенно **меняет практику обновления шахтного фонда страны**. Так же, как и отдельная шахта, в течение некоторого времени не остается неизменным и шахтный фонд государств. Наблюдаются изменения качественные и количественные, происходят географические сдвиги в размещении отдельных предприятий, вовлекаются в эксплуатацию новые, часто худшие в горно-геологическом отношении месторождения и части шахтных полей.

Основной **путь развития шахтного фонда** страны - это путь периодического для отдельной шахты и непрерывного для шахтного фонда в целом **обновления** посредством проведения капитальных мероприятий и работ. На будущее намечают **программу широкого и глубокого обновления** шахтного фонда прежде всего в форме **реконструкции** шахт перспективных, а также **закрытия** (консервации) шахт убыточных.

**Новое строительство** шахт, так и **реконструкция** подчинены общей цели - **рациональному размещению угледобывающих мощностей**.

Шахтный фонд изменяется в целом в зависимости от изменения отдельной шахты. Каждая вновь **вводимая шахта** является объектом практического применения прогрессивных технологических решений и техники, организационных форм ведения процессов и, естественно, вносит заметную долю в общий производственно-технический уровень шахтного фонда.

**Пример.** Введение в эксплуатацию ш. «Покровская» (1974 г.) подтверждает собой реальность запроектированной высокой концентрации горных работ, блочной структуры шахтного поля и секционной схемы вентиляции, широкого применения механизированных очистных комплексов и конвейерного транспорта и т.д.

### **Многовариантность решений при проектировании шахт**

**Шахта** как действующее горное предприятие представляет собой совокупность многих взаимосвязанных производственных процессов и операций, осуществляемых с помощью машин и механизмов по определенной технологической схеме.

Общую схему сопряжения производственных процессов в едином непрерывном взаимодействии посредством горных выработок и средств механизации можно определить как **технологическую схему шахты** (качественный параметр шахты).

**Основными ее элементами** являются (рис. 4):

- вскрывающие и подготавливающие горные выработки;
- окоlostвольные дворы;
- насосные, трансформаторные и другие камеры;
- транспортные и вентиляционные выработки;
- машины, установки и механизмы.



Рис 4. Блок-схема основных элементов технологической схемы шахты: сплошные стрелки - жесткие связи; пунктирные - связи, учитывающие некоторое влияние на выбор решений

Основными формирующими решениями в конкретных горно-геологических условиях, которые обеспечивают своеобразие варианта технологической схемы, можно считать **способ и схему вскрытия, способ и схему подготовки, систему разработки и схему вентиляции, а также вид средств механизации общешахтных производственных процессов.**

Горная наука и практика разработки месторождений, развитие горной техники в настоящее время дают достаточный простор в части применения тех или иных способов, схем вскрытия и подготовки, систем разработки и средств механизации производственных процессов. Поэтому в любых горно-геологических условиях всегда имеется возможность рассмотрения достаточно большого **множества вариантов и подвариантов технологических схем разработки**, для того чтобы использовать наиболее прогрессивную и экономичную схему.

Разработка вариантов технологических схем, следовательно, сводится к составлению качественно отличных **комбинаций**: способ и схема вскрытия - способ и схема подготовки - схема вентиляции - схемы транспорта и подъема - в сумме представляющих собой некоторое множество.

**Множество вариантов технологических цепочек**, качественно различающихся на каком-либо элементе, можно назвать **множеством расчетных вариантов**. Это множество расчетных вариантов технологических схем шахты удобно представить в форме блок-схем (рис. 5), обеспечивающих наглядность.

Кроме того, подобные блок-схемы упорядочивают множество конкурирующих вариантов, повышают объективность совместного и комплексного их сравнения.

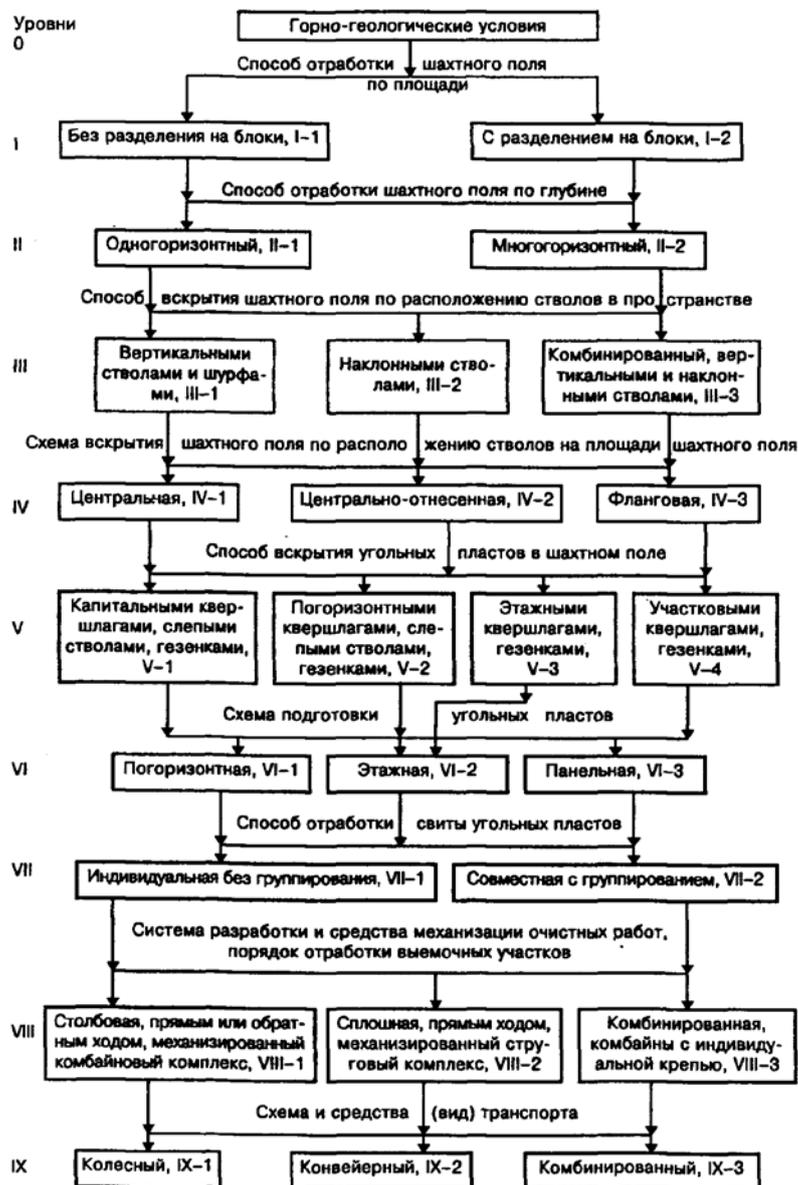


Рис. 5. Блок схема формирования расчетных вариантов

При выборе способа и схем вскрытия и подготовки, системы разработки маловероятны случаи, когда можно ограничиться одним вариантом решений. **Неодновариантность** решений на одном элементе технологической схемы (уровне блок-схемы), как правило, влечет за собой неодновариантность решений и на другом.

**Пример.** Отработка шахтного поля блоками предполагает свой вариант вскрытия по сравнению с обработкой без деления на блоки. В свою очередь, способ вскрытия шахтного поля вертикальными стволами предполагает свои способы отработки шахтного поля по глубине и вскрытия угольных пластов по сравнению со способом вскрытия наклонными стволами. Конструирование какого-либо варианта схемы вскрытия (центральная, фланговая и отнесенная) намечает тот или иной вариант схем вентиляции, транспорта, технологического комплекса на поверхности и т.д.

В общем случае **множество расчетных вариантов**  $N_{p.v.}$ , является функцией числа вариантов на каждом элементе технологической схемы:

$$N_{p.v.} = P(X_0; X_1; X_2; \dots; X_n),$$

где  $X_0$  - множество независимых переменных, характеризующих горно-геологические условия угольных пластов или части месторождения;  $X_1$  - множество качественных решений по делению и отработке шахтного поля;  $X_2$  - множество качественных решений по вскрытию шахтного поля;  $X_n$  - множество качественных решений по n-ому элементу технологической схемы или производственному процессу.

Применяя 5-10 вариантов вскрытия шахтного поля, 3-5 вариантов схем и способов подготовки, 3-5 вариантов систем отработки выемочных участков, 3-4 схемы проветривания, 2-3 схемы транспорта, 2-3 варианта схемы подъема и технологического комплекса на поверхности и т.д., можно получить 5-15 тыс. вариантов технологических схем шахты.

Выбор наиболее удачного из них, с экономической точки зрения, потребует рассмотрения всех вариантов. Не сопоставляя их между собой в технико-экономическом плане, мы не сможем с уверенностью утверждать, что рекомендуемый в проекте вариант лучший.

Из этого следует, что **многовариантность решений проекта** строительства и реконструкции (развития) шахты **порождает проблему оптимального выбора**, т.е. проблему оптимальности.

### Прогнозирование при проектировании шахт

Реализация идеи создания проекта развивающейся шахты требует непрерывного **прогнозирования** развития техники и технологии добычи угля, его потребления и экономической ситуации на период всего срока работы шахты на данном месторождении. Проектирование шахт связано с предвидением развития шахты на различные сроки в будущем, а, следовательно, требует прогнозирования на различную глубину.

#### **Основные задачи прогнозирования:**

- Прогнозирование и оценка горно-геологических характеристик месторождения или участка в пределах шахтного поля;
- Прогнозирование качественных параметров технологии разработки;
- Прогнозирование средств механизации производственных процессов и параметров оборудования;
- Прогнозирование количественных параметров шахты, стоимостных и технико-экономических показателей;
- Прогнозирование социальных условий работы шахт.

Логическую запись прогнозных умозаключений можно представить

$$\{TЗ \Omega ИГ \Omega ФП\} \rightarrow ПР$$

где *TЗ* - совокупность знаний и представлений о тенденциях и закономерностях развития шахт и элементов технологии добычи угля; *ИГ* - совокупность конкретных идей и научных гипотез относительно будущих возможностей развития шахт, элементов технологии и их многообразных связей; *ФП* - совокупность представлений о факторах, определяющих потребность развития шахты, элементах технологии и стимулирующих или препятствующих этому развитию условиях; *ПР* - прогнозируемые результаты, предположения, выводы, имплицитивно обуславливаемые указанными реально существующими логическими предпосылками; ( $\Omega$ ) - логический знак, обозначающий операцию импликации, следования.

Успешное проведение технологического прогнозирования возможно лишь при комплексном использовании целого **ряда научных методов**, как правило, дополняющих (а не отменяющих) друг друга:

**I класс методов** (расчетно-директивный) находит широкое применение в определении перспективных планов развития отрасли, динамики показателей по отрасли, бассейнам, районам и предприятиям.

**II класс методов** (математические методы статистического анализа) позволяют решать разнообразные задачи прогнозирования поведения как весьма больших и сложных систем и их характеристик, так и отдельных элементов систем, элементов технологии, показателей. Методы экстраполяции базируются на гипотезе, которая заключается в том, что будущее является непосредственным продолжением настоящего.

**III класс методов** (методы экспертных оценок) - используют в большей мере при определении тенденций развития техники, уровня технико-экономических показателей, направлений в развитии технологии производственных процессов и элементов технологических схем, технических средств и т.д.

**IV класс методов** технологического и математического моделирования объекта, в данном случае технологии шахты. На основе изучения внутренней логики развития объектов, хода процессов исследователь конструирует соответствующую логико-математическую модель.

**V класс методов** сводится к физическому эксперименту на реальном объекте и применяется, как правило, при создании образцов технических средств. Не исключено проведение производственно-экономических экспериментов и на более сложных, масштабных объектах (скоростное проведение выработок, экономическая система материального стимулирования на шахтах и т.д.).

### **Математические основы проектирования шахт**

#### **Теория принятия решения**

Организации, производственные коллективы, проектировщики и отдельные руководители постоянно сталкиваются с необходимостью принимать решения, т.е. осуществлять выбор наилучшего способа достижения поставленной цели. Принимая решения, проектировщики часто выполняют эти ответственные действия, руководствуясь опытом и деловой интуицией.

По мере усложнения ситуации поиск наилучшего решения становится затруднительным, а с увеличением числа учитываемых факторов - просто невозможным. В этих случаях необходимо, чтобы решения принимались на основе использования научных методов.

Необходимость привлечения научных методов привела к созданию и интенсивному развитию *теории принятия решений*.

#### **Этапы процесса принятия решений:**

**I. Осознание необходимости принятия какого-либо решения** (сохранение без изменения состояния объекта может привести к снижению эффективности его функционирования)

**II. Выделение критериев** (показатели, по которым будут оцениваться решения)

**III. Формирование множества альтернативных вариантов** (если имеется только одно возможное решение, то проблемы выбора не возникает. Иногда одна из альтернатив состоит в том, чтобы не принимать никакого решения - "нулевое решение").

**IV. Оценка вариантов по каждому критерию** (Результаты оценки могут быть получены посредством расчетов или на основе учета мнения лица, принимающего решение, или группы специалистов).

**V. Определение решающего правила** (должно обеспечивать возможность выбора варианта или группы вариантов решения, наиболее предпочтительных в каком-либо смысле, затем они будут представлены лицу, принимающему решение).

**VI. Выбор предпочтительного (оптимального) решения**

**VII. Выполнение решения**

**Пример простого принятия решения.** Проектировщику нужно принять решение о целесообразности приобретения либо очистного оборудования *M1* (комбайн *КА-200*) либо оборудования *M2* (комбайн *МВ-410Е*). Оборудование *M2* более экономично, что обеспечивает больший доход на 1 тонну добытого угля, вместе с тем оно более дорогое и требует относительно больших расходов на его эксплуатацию.

Оборудование	Постоянные расходы, грн.	Доход на единицу продукции, грн.
Оборудование М1	30000	40
Оборудование М2	42000	48

Процесс принятия решения может выглядеть следующим образом:

*Этап 1* - определение цели. Модернизация и переоснащение очистного оборудования;

*Этап 2* - В качестве критерия выбирается максимизация математического ожидания прибыли;

*Этап 3* - определение набора возможных действий для рассмотрения и анализа (контролируются лицом, принимающим решение)

$$a_1 = \{\text{покупка } M1\} \text{ либо } a_2 = \{\text{покупка } M2\}.$$

*Этап 4* - оценка возможных исходов и их вероятностей (носят случайный характер). Проектировщик оценивает возможные варианты годового спроса на добываемый уголь и соответствующие им вероятности следующим образом:

$x_1 = 12000$  единиц с вероятностью 0,4;

$x_2 = 20000$  единиц с вероятностью 0,6;

$P(x_1)=0,4$ ;  $P(x_2)=0,6$ .

Этап 5 - оценка математического ожидания возможного дохода. Выполняется с помощью дерева решений (рис. 4.1).

Из приведенных на схеме данных можно найти математическое ожидание возможного исхода по каждому проекту:

$E(Ra1)=450000 \times 0,4 + 770000 \times 0,6 = 642000$  грн.

$E(Ra2)=534000 \times 0,4 + 918000 \times 0,6 = 764400$  грн.

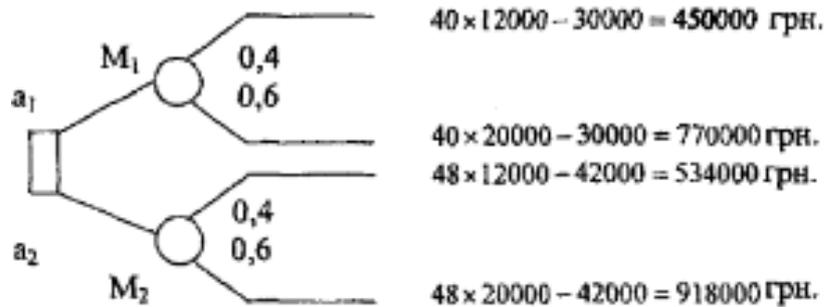


Рис. 4.1. Дерево решений

Решения можно принимать в условиях различной информированности о состоянии управляемой системы и внешней среды.

В зависимости от характера информации о состояниях управляемой системы и внешней среды следует различать решения:

- ✓ в условиях полной определенности;
- ✓ статистической определенности;
- ✓ неопределенности;
- ✓ противодействия.

**Принятие решений в условиях полной определенности** возникает в тех случаях, когда все необходимые показатели деятельности объекта управления и все факторы, способные оказать на них влияние, известны и количественно определены. Примером такой задачи может служить оценка прогрессивности проекта по показателям качества.

**Принятие решений в условиях статистической определенности** заключается в том, что количественные характеристики, отдельные показатели или их зависимости имеют стохастический характер. Так, например, зависимость показателей качества готовой продукции от показателей качества сырья, материалов, комплектующих изделий в большинстве случаев оказывается случайной. Для задач этого класса возможные последствия принимаемых решений не могут быть предсказаны однозначно, однако можно определить их вероятности. Задачей этого класса является, например, организация статистического контроля качества продукции.

**Принятие решения в условиях неопределенности** возникает в случае, когда лицу, принимающему решение, не может быть представлена полная информация о всех факторах, которые оказывают существенное влияние на это решение. К этому классу относится большинство задач прогнозирования и перспективного планирования.

**Принятие решений в условиях противодействия** осуществляют в тех случаях, когда исход зависит от выбора стратегии разумным противником, интересы которого находятся в противоречиях с интересами лица, принимающего решение. Данные задачи рассматривают в теории игр.

В различных задачах решения можно оценивать по одному или нескольким критериям. В соответствии с этим задачи могут быть **однокритериальными** и **многокритериальными**.

В многокритериальных задачах возникает проблема оценки и сравнения различных вариантов решения с учетом большого числа критериев, которые могут быть противоречивыми. Многокритериальная задача заключается в разработке человеко-машинной процедуры,

позволяющей выделить из множества допустимых вариантов технологических схем шахт (около десятков тысяч вариантов) некоторое число вариантов, наиболее предпочтительных в каком-либо смысле.

Понятие "**наиболее предпочтительные**" подразумевает наличие не единственного критерия, используемого при оценке технологической схемы, а совокупности критериев. Каждый из возможных вариантов технологических схем должен быть оценен по всем критериям, и на основании этих оценок необходимо принимать либо отрицательное решение (отбрасывание варианта), либо решение о его дальнейшем исследовании. Независимо от того, как будет определено понятие "**наиболее предпочтительные варианты**", множество этих вариантов должно включать в себя оптимальный.

Трудность принятия решения, связанная с необходимостью учета значительно числа факторов заключается в том, что их множество является частично упорядоченным.

В задачах принятия решения при использовании векторного критерия первым этапом является выделение **области компромиссов** (или решений, **оптимальных по Парето**). Областью решений, оптимальных по Парето, называется подмножество возможного множества решений, обладающее тем свойством, что все принадлежащие ему решения не могут быть улучшены одновременно по всем факторам (локальным критериям). Это приводит к необходимости выбирать решения в подмножестве Парето на основе некоторой схемы компромисса.

Наиболее предпочтительное решение должно принадлежать **области компромиссов** (проектировщики называют ее областью целесообразных вариантов) независимо от избираемого принципа оптимальности, который определяет свойства принятого решения и отвечает на вопрос о том, в каком смысле наиболее предпочтительное решение превосходит все остальные допустимые решения. В область компромиссов входят и оптимальные решения, принятые по одному из локальных критериев.

Все задачи принятия решения, с которыми приходится сталкиваться в связи с проектированием и управлением производством, можно разбить на два больших класса:

- ✓ **статические;**
- ✓ **динамические.**

**Статической задачей принятия решений** называют такую задачу, в которой переменные не зависят явно от времени.

**Динамической задачей принятия решений** называют такую задачу, в которой переменные явно зависят от времени, т.е. задачу, которая связана с проектированием и управлением тех или иных процессов, объектов, развивающихся во времени. Многие статические задачи могут быть искусственно сведены к динамическим и наоборот.

Наука о процессах принятия решений базируется на использовании нескольких прикладных **математических методов**: расчетных вариантов и экономико-математического моделирования, принятия сложных решений, исследования функции на экстремум, линейного и нелинейного программирования, динамического программирования и графов, статистического анализа и прогнозирования и др.

### **Критерии эффективности (оптимальности) при проектировании шахт**

В общей проблеме оценки эффективности проектных решений выделяют задачу оптимального выбора вариантов. Особый характер эта задача принимает в тех случаях, когда выбор осуществляют из большого множества вариантов решений. Показателем эффективности вариантов при этом служит **критерий оптимальности**, а сам процесс выбора принято называть оптимизацией.

**Критерий оптимальности** – некоторый, обычно количественный показатель эффективности, устанавливающий степень технической, экономической и социальной целесообразности того или иного решения на шахтах.

Разноплановость проектных задач, которые решаются при помощи разных критериев дает возможность составить классификацию критериев.

Классификационные признаки	Критерии	
Вид критерия	Технические	Экономические
Характер решаемых задач	Скалярные	Векторные
Степень проявления динамических свойств	Статические	Динамические
Объекты оценивания	Месторождения полезных ископаемых	Инвестиционные проекты

Конкретный вид критерия оптимальности зависит от характера задач.

**Пример.** При исследовании очистных работ с целью уменьшения простоев машин и механизмов критерием оптимальности может служить время производительной работы забоя ( $T_{пр.з}$ ), то есть в данном случае надо максимизировать  $T_{пр.з}$ . Если же эта же задача исследуется с целью уменьшения себестоимости 1 т угля по участку ( $C_{уч}$ ), то надо минимизировать  $C_{уч}$ . Как видно, в первом случае в качестве критерия оптимальности выступает  $T_{пр.з}$ , а во втором  $C_{уч}$ .

Критерий оптимальности играет чрезвычайно важную роль.

Поэтому к критерию оптимальности предъявляются следующие **основные требования**:

1. **Чувствительность** (способность заметно реагировать на изменение оптимизируемых параметров)
2. **Емкость** (охватывание достаточного числа оптимизируемых параметров)
3. **Простота** (сравнительно легкое вычисление и анализ).

В практике проектирования **в качестве основного критерия** сравнительной эффективности в разное время использовали различные экономические показатели: себестоимость продукции, трудоемкость горных работ, общие затраты (сумма капитальных и эксплуатационных), приведенные суммарные затраты, приведенные затраты с приведением требуемого эффекта от использования капитальных вложений во времени. Критерий оптимальности все время совершенствовался, становился более общим и полным, более точным и объективным.

**Роль критерия оптимальности** сводится к тому, чтобы показать, насколько эффективно осуществляются эти затраты, к каким производственным результатам они приводят. Экономическая эффективность общественного производства, технического прогресса и связанных с ними капитальных вложений в конечном счете выражается в повышении производительности труда, т.е. в снижении затрат общественного труда на производство единицы продукции.

1. В наибольшей степени данным требованиям соответствуют **приведенные затраты**, отнесенные к объему добычи:

$$S_{пр} = C_{уд} + E_n K_{уд}$$

$C_{уд}$  – удельные эксплуатационные затраты, сом/т;

$K_{уд}$  – удельные капитальные затраты, сом/т;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений,  $E_n = 0,1$ .

Оптимальным является тот вариант, для которого  $S_{пр} \rightarrow \min$

2. Для выбора оптимальных вариантов в качестве критерия оптимальности можно использовать **коэффициент абсолютной эффективности**

$$K_{аб} = \Delta C / \Delta K$$

$\Delta C$  – прирост продукции в сравнительных ценах, сом.

$\Delta K$  – капитальные затраты, обеспечивающие прирост продукции  $\Delta C$ , сом.

Оптимальным является тот вариант, для которого  $K_{аб} \rightarrow \max$

**Коэффициент сравнительной экономической эффективности проектных решений**

$$E = C_2 - C_1 / K_1 - K_2$$

$C_1$  и  $C_2$  – себестоимость годовой продукции по сравниваемым вариантам, сом.

$K_1$  и  $K_2$  – капитальные расходы по вариантам, сом.

Оптимальным является тот вариант, для которого  $E \text{ ---- } \max$

В последнее время все большее распространение получает критерий, базирующийся на учете **прибыли от реализации продукции**. Кроме того, он в отличие от вышеуказанных критериев учитывает цену продукции.

$$P_i = C_i - (C_i + E_n K_i)$$

$P_i$  – прибыль по  $i$ -му варианту на единицу продукции, сом.

$C_i$  – цена единицы продукции, сом.

Оптимальным является тот вариант, для которого  $P_i \text{ ---- } \max$

### **Методы решения проектных задач**

**Метод аналогий** основан на сходстве многих процессов и явлений, протекающих в природе, человеческом обществе, технических системах и т.д. Он успешно используется при проектировании конструкций, сооружений, машин, строительных технологий и т.п., функционирующих в аналогичных условиях, широко реализуется в строительстве при использовании типовых проектов путем их привязки к конкретным условиям очередного объекта, при различных видах моделирования геомеханических процессов и в других случаях.

Метод позволяет быстро и продуктивно решать разнообразные инженерные задачи при малых затратах средств и труда. Тем не менее, не всегда удается сделать вероятностную оценку возможного результата. Для этого необходимо создавать представительные банки данных по успешно действующим объектам с указанием условий их функционирования.

**Пример.** Если, например, схема крепления и поддержания участковой выработки успешно функционировала в какой-либо выработке, то такая же схема с определенной вероятностью будет успешно работать в другой выработке при аналогичных условиях.

**Экспериментальный метод** исследования широко применяется в горном деле и подземном строительстве в связи с многообразием подземных сооружений способов их строительства, горно-геологических и гидрогеологических условий, влиянием тектонических процессов и многих других факторов. При таких обстоятельствах чисто теоретические исследования, играющие безусловно важную роль, не всегда способны дать ответ на интересующие проектировщиков вопросы.

Экспериментом называют научно поставленный опыт или наблюдение в натуральных или лабораторных условиях, при которых строго фиксируются влияющие факторы и, по возможности, выявляется роль (весомость) каждого из них на основании количественной и качественной информации, полученной с помощью визуальных и инструментальных наблюдений и тщательной их обработки. Результаты представляют в виде графиков, таблиц, эмпирических формул, гипотез и даже теорий.

**Лабораторно-экспериментальный метод (ЛЭМ)** ценен тем, что позволяет проводить массовые исследования с регулируемым количественным и качественным изменением факторов, влияющих на изучаемые объект, процесс или явление. Исследованиям подвергают образцы горных пород, материалов, машин, механизмов, измерительной аппаратуры; элементы и узлы строительных конструкций и крепей. На лабораторных моделях исследуют геомеханические проблемы взаимодействия массивов пород и крепей, смещения в массиве пород и поверхности земли при горных работах и эксплуатации сооружений.

ЛЭМ незаменим для научных целей и весьма важен для получения исходной информации к проектированию подземных и других сооружений. Особую ценность в этом плане представляют методы физического и математического моделирования.

**Производственно-экспериментальный метод (ПЭМ)** ценен тем, что выполняется в естественных условиях и дает наиболее достоверную информацию. Однако полученные результаты, строго говоря, справедливы только для данного объекта при конкретных условиях проведения эксперимента. При больших объемах информации такого рода в разнообразных условиях могут быть выявлены надежные закономерности явлений и процессов. Это может служить основой для разработки новых научных теорий или обоснования и подтверждения ранее

высказанных гипотез, а также для создания нормативных документов, инструкций и руководств для проектирования и производства (например, строительных норм и правил (СНиП)).

ПЭМ используют при изучении горно-геологических и гидрогеологических условий проектирования и строительства объекта, свойств и состояний массива пород в окрестности выработки зависимости технических и экономических показателей технологии строительства от изменения ее параметров, конструкций сооружения, комплексов оборудования, организации работ, технологических схем и т.п.

Одним из существенных недостатков ПЭМ является невозможность или малая возможность изменения количественных значений факторов, влияющих на изучаемый объект или процесс (невозможно изменить физико-механические свойства массива пород, сложно изменить его напряженное состояние, размеры выработок и т.п.)

Указанный недостаток может быть частично компенсирован при проведении исследований в лабораторных условиях.

**Метод инверсии**, состоит в том, что при решении задачи рассматривают традиционный метод, а поступают наоборот. Задачу пытаются решить с противоположной или измененной позиции.

**Методы принятия решений, основанные на исследовании целевой функции на экстремум**

Метод предполагает исследование непрерывной нелинейной функции и применяется для оптимизации количественных параметров. Сущность его заключается в следующем: вначале составляют функциональную зависимость (целевую функцию) между исследуемыми параметрами модели и критерием оптимальности, целевую функцию дифференцируют по исследуемому параметру, а производную приравнивают нулю, решают полученное уравнение относительно исследуемого параметра и получают его оптимальное значение, затем значение целевой функции.

**Статистический метод.** Статистическое исследование массовых повторяющихся событий начинают со сбора наблюдений с образованием статистической совокупности результатов наблюдений. Далее результаты наблюдений систематизируют (формируется представительная выборка) и методами корреляционного или регрессионного анализа выявляют математическую зависимость между изучаемыми величинами. Полученная зависимость (эмпирическая формула) анализируется с точки зрения ее объективности, универсальности, надежности.

Эмпирические зависимости отражают прошлое и настоящее объекта, поэтому их применение ограничивается некоторым периодом времени. Тем не менее, они могут быть полезны при выявлении взаимосвязей между основными параметрами явления и прогнозировании тенденций развития.

**Метод вариантов** заключается в том, что проектные решения принимаются путем обоснования выбора их из ряда составленных вариантов, сравниваемых между собой по присущим им достоинствам и недостаткам.

После формирования альтернативных вариантов проектных решений выбираются и рассчитываются критерии их оценки, принимается эффективное, по отношению к другим вариантам, решение. Метод универсален и широко применяется при проектировании строительства горного предприятия. На основе сравнения вариантов принимаются решения по вскрытию, подготовке и системам разработки шахтного поля, выбору технологического оборудования и др.

Обязательным условием метода вариантов является равноценность альтернативных решений. Например, нельзя считать альтернативными варианты с двухпутевой и однопутевой выработками, следует сопоставлять двухпутевую выработку с двумя однопутевыми. В зависимости от постановки задачи выбираются критерии оценки, характеризующие сущность проектируемого объекта, процесса.

**Метод теории графов** позволяет исследовать объекты и процессы, представляя их в виде сетевых структур, в которых отношения между элементами системы и их взаимное расположение изображается в виде точек, соединенных линиями.

Термины сетевая структура, сетевой график, сетевая модель опираются на понятие ориентированного графа – множества точек (вершин) и ориентированных дуг, соединяющих эти точки. Область графа, ограниченная некоторой совокупностью вершин, называется сетью. Сеть, в которой ориентация дуг соответствует логике (технологии) моделируемого процесса, называется сетевой моделью.

Любая работа (дуга) сетевого графика соединяет два события: непосредственно предшествующее данной работе и следующее за ним. Термин работа имеет различные значения: в данном случае действительная работа, реализация которой требует затрат времени и ресурсов, ожидание (временные затраты), зависимость или фиктивная работа, не требующая затрат времени и ресурсов и изображающая логическую связь между двумя событиями.

Понятием событие обозначается фактическое свершение всех предшествующих работ и готовность к выполнению последующих работ. Событие определяет начало и завершение некоторой работы, на него не расходуются ни время, ни ресурсы. В сетевой модели дуга соединяет вершины графа слева направо в направлении достижения результата. В сетевых графиках под общим термином дуга обычно понимается прямая линия.

При использовании метода необходимо четко определить состав работ, начальное и конечное события. Формулировка работы должна максимально полно раскрывать ее сущность, а формулировка события – точно указывать, чем должна завершаться работа. Любая последовательность технологически согласованных работ в сетевом графике называется путем. Главный путь имеет начало в начальном событии, а конец – в завершающем событии сетевого графика.

**Моделирование** предполагает замену реального объекта его моделью при определенном, обычно безразмерном, соотношении их характеристик, которое устанавливается методами теории подобия. Различают подобие полное и неполное.

При полном подобии учитывается все многообразие параметров и переменных натурального объекта и модели.

При неполном подобии принимают во внимание часть параметров и переменных, отражающих в наибольшей мере интересующие исследователя стороны процесса, явления или состояния.

Соблюдение полного подобия моделируемых объектов чрезвычайно сложно, трудоемко и затратно. Поэтому при решении подавляющего числа научных и инженерных задач используют моделирование с неполным подобием («неполные модели»).

Из их числа наиболее простыми являются наглядные трех- или двухмерные модели, имеющие подобие по одному-двум признакам. Чаще всего это геометрическое и структурное подобие. Такими моделями могут быть: макет подземного или иного сооружения, крепь горной выработки и ее узлы, модель горной машины, глобус земного шара, планшет местности и т.п. Их назначение – создать четкий зрительный образ объекта или процесса.

**Макетно-модельный метод** проектирования сложных пространственных объектов позволяет обеспечить высокое качество проектирования и максимально снизить вероятность ошибок, нередких в реальной жизни. К тому же выявление и исправление ошибок в процессе строительства обходится дорого и часто нарушает намеченный срок сдачи объекта.

Более сложные физические модели позволяют исследовать явления и процессы с соблюдением не только геометрического, но и других видов подобия (прочностного, деформационного, временного, технологического и пр.).

**Математическое моделирование** основано на представлении какого-либо объекта его математической моделью в виде системы уравнений, формализующих процесс функционирования объекта по ряду его параметров. Моделирование выполняется в виде вычислений (как правило, на ЭВМ) по упомянутым уравнениям при варьировании в необходимых пределах числовых значений параметров и переменных. Математическая модель может быть представлена множеством величин,

описывающих функционирование системы, и совокупностями входящих в него подмножеств (входных и выходных характеристик, внешних и внутренних воздействий, ограничений и т.п.)

Математическое моделирование успешно используют при проектировании трасс протяженных подземных сооружений, форм и размеров поперечного сечения выработок, конструкций крепи, технологических схем проходки выработок и т.п.

Математическую модель, позволяющую воспроизводить динамику развития объекта или процесса посредством выполнения ряда последовательных числовых расчетов, называют **имитационной**.

**Линейное, нелинейное и динамическое программирование** представляет собой аппарат решения линейных функций путем выполнения некоторой программы логических и вычислительных операций, направленной на получение конечных результатов. Горно-экономические сложные задачи, которые могут быть представлены в виде целевых функций некоторых переменных в первой степени (линейных), а ограничивающие условия существования целевых функций могут сводиться к системе линейных равенств и неравенств, успешно решаются данным методом. Задачи линейного программирования записываются следующим образом:

Требуется определить оптимальное значение целевой функции

$$\Phi(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_jx_j + \dots + c_nx_n$$

в условиях, когда  $x_1 \geq 0; x_2 \geq 0; \dots; x_j \geq 0 \dots; x_n \geq 0$  (в общем случае  $x_j \geq 0$ );

Недостаток линейного программирования заключается в том, что иногда решения могут оказаться неточными. Причина этого в стремлении выразить линейными зависимостями в действительности нелинейные функции и ограничения, что влечет за собой соответствующую ошибку результата. Чтобы избежать этого, применяют методы **нелинейного программирования**, когда хотя бы одно из уравнений имеет нелинейный вид.

Если задача требует многостадийного принятия решений, то применяется **динамическое программирование**. Сначала рассматривают ряд вариантов многостадийных решений и для каждого варианта определяют значения принятого критерия оптимальности. Затем находят последовательность решения, которое обеспечивает установление экстремального значения принятого критерия оптимальности. Оптимизация проектных решений в пределах этапа требует учета и сопоставления полных затрат, связанных с реализацией вариантов, т.е. требует специальных экономико-математических моделей развития шахты на каждом из этапов.

**Экономико-математическое моделирование. стоимостные показатели при проектировании шахт**

### **Экономико-математическое моделирование**

**Экономико-математическое моделирование (ЭММ)** – математическое описание закономерностей, свойственных будь-какому объекту, системе, процессу, выраженных с помощью экономического показателя.

**В горном деле ЭММ** - это математическое описание затрат на функционирование шахты.

**Цель ЭММ** - разработка функции капитальных и эксплуатационных затрат, позволяющих в явном виде сформулировать целевую функцию для каждого варианта оптимизируемой задачи.

Экономико-математическое моделирование позволяет проводить сравнение различных вариантов технологических систем по количественным значениям критерия (чаще всего выражен сом/т) и выбирать наиболее экономический вариант.

**Процесс ЭММ** предусматривает **решение двух задач**:

- Построение самой модели;
- Реализация модели, т.е. нахождение параметров объекта (системы), при котором целевая функция достигает минимального значения.

**ЭММ для проектирования угольной шахты**

В ЭММ конечным критерием является экономический показатель - стоимость добычи 1 т угля.

Структурная формула общих затрат на извлечение 1 т промышленных запасов имеет вид:

$$C_{ш} = \frac{C_{пров} + C_{подд} + C_{трансп} + C_{под} + C_{вент} + C_{оч.зab.} + C_{вод} + C_{пр.зд.} + C_{у.п.ш.}}{Z_{пром}} \text{ грн/т}$$

где  $C_{пров}$ ,  $C_{подд}$ ,  $C_{трансп}$ ,  $C_{под}$ ,  $C_{вент}$ ,  $C_{оч. заб.}$ ,  $C_{вод}$ ,  $C_{пр.зд.}$ ,  $C_{у.п.ш.}$  - затраты, соответственно, на проведение всех ГВ, поддержание, транспорт, подъем, вентиляцию, затраты в очистном забое, затраты на промышленные здания и сооружения, водоотлив, удержание постоянного штата.

### ЭММ системы разработки угольного пласта

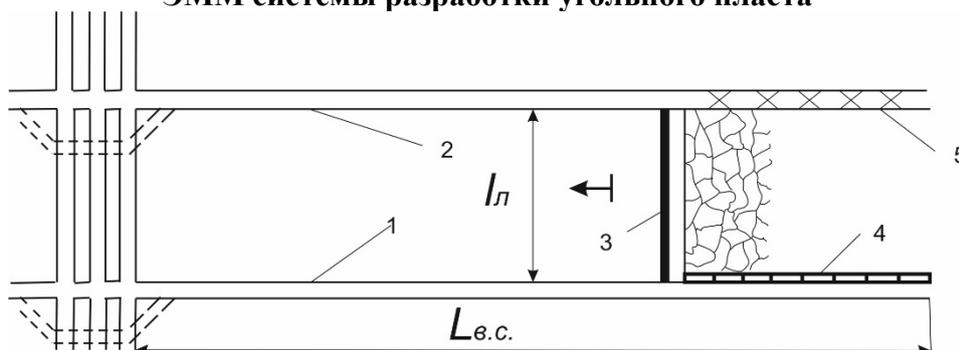


Схема столбовой системы разработки по простиранию:

- 1 – участковая транспортная выработка (повторно используется);
- 2 – участковая вентиляционная выработка;
- 3 – очистной забой;
- 4 – охранная конструкция;
- 5 – погашаемый участок вентиляционной выработки.

$$C = \frac{\sum K + \sum R + \sum G}{Z_{в.с.}}$$

где  $\sum K$  – суммарные капитальные затраты на проведение выработок по системе разработки, сом.;  
 $\sum R$  – суммарные затраты на поддержание выработок в удовлетворительном состоянии, сом.;  
 $\sum G$  – суммарные затраты на транспорт угля по транспортной выработке, сом.;  
 $Z_{в.с.}$  – промышленные запасы угля в выемочном столбе, т

### Стоимостные показатели при проектировании шахты

При моделировании наиболее значительную часть социально-экономических данных составляют стоимостные показатели на осуществление горно-строительных и монтажных работ, приобретение оборудования, осуществление производственных процессов и др.

Стоимостные показатели принадлежат к числу важнейших элементов информационного обеспечения задач оптимального проектирования шахт и являются основой для любых технико-экономических расчетов.

**Под стоимостными показателями** подразумеваются укрупненные измерители стоимости отдельных видов работ на угольной шахте, отнесенные к какой-либо единице объема работ.

В качестве такой единицы выступают площадь поперечного сечения или объем выработки ( $m^2$ ,  $m^3$ ), масса добываемого угля (т), время (сут., год) и др. При известных значениях объема работ и стоимостного показателя легко подсчитываются (моделируются) суммарные затраты на производство работ в течении какого либо периода времени.

К стоимостным показателям предъявляют **требования** простоты, динамичности и надежности, они должны обеспечивать необходимую точность определения затрат в различных вариантах проектов и возможность детального анализа результатов расчета.

**К стоимостным параметрам можно отнести:**

- стоимость проведения и сооружения горных выработок;
- стоимость поддержания горных выработок;
- стоимость транспортирования угля, породы;
- стоимость водоотлива;
- стоимость перекрепления и погашения горных выработок;
- эксплуатационные расходы на очистные работы, проветривание, дегазацию, закладку выработанного пространства и др.;
- затраты на приобретение шахтного оборудования;
- стоимость сооружения поверхностного комплекса и затраты на его обслуживание;
- содержание условно-постоянного штата работающих.

#### **Стоимость проведения горных выработок**

$$K = (C_1 + C_2 F) f_n \rho, \text{ сом/м}$$

$C_1$ ;  $C_2$  - коэффициенты, учитывающие тип выработки, тип ее крепления, угол наклона, крепость пород, направление проведения, сом/м и сом/м<sup>3</sup>

$F$  – площадь поперечного сечения выработки в свету крепи, м<sup>2</sup>

$f_n$  – поправочный коэффициент, учитывающий глубину горных работ, обводненность и выбросоопасность забоя, длину транспортирования горной массы на изменение стоимости проведения

$\rho$  – коэффициент, учитывающий период строительства или работы шахты в течении которого проводится выработка

Полная стоимость проведения выработки

$$K_{\text{выр}} = K \cdot L_{\text{выр}}, \text{ сом}$$

#### **Стоимость поддержания горных выработок**

##### **По поддерживаемой длине:**

- выработки, длина которых на протяжении всего срока службы остается постоянной;
- выработки, длина которых изменяется непрерывно;
- выработки, длина которых изменяется равными частями.

##### **По условию поддержания:**

- выработки, которые поддерживаются на протяжении всего срока службы в массиве (угольный, породный)
- выработки, которые поддерживаются в выработанном пространстве и которые не подвержены влиянию очистных работ;
- выработки, которые поддерживаются в разных условиях (в массиве угля и в выработанном пространстве), которые подвержены влиянию очистных работ

$$R = r \cdot l \cdot t, \text{ сом}$$

$r$  – стоимость поддержания 1 м выработки в зависимости от того в каких условиях поддерживается выработка, сом/м;

$l$  – длина горной выработки, м

$t$  – срок службы выработки, лет

#### **Стоимость транспортирования угля, породы**

Затраты на транспорт в общем виде

$$G = Qgl, \text{ сом}$$

$Q$  - общее количество груза (уголь, порода), перевозимое по выработке, т (пром. запасы);

$g$  - стоимость перевозки 1 т·м грузов, сом;

$l$  – длина транспортирования, м

Стоимость транспортирования конвейерным транспортом (2Л80)

$$g = \left( \frac{244 + 28,4n_k}{A} \right) \frac{1}{l} + 0,0000076, \text{ грн / м}$$

$A$  - величина грузопотока, т/сут;

$l$  – длина транспортирования, м;

$n_k$  – число приводов в конвейерной линии, шт.

### **Лекция №4 (2 ч)**

Цифровая трансформация горной промышленности

## Введение

Сегодня уже не вызывает сомнения тот факт, что цифровые технологии из элемента автоматизации труда отдельных специалистов превращаются в базис нового технологического уклада – цифровую экономику. Применительно к промышленности цифровая трансформация проходит под флагом перехода к «Индустрии 4.0», где основными элементами, обеспечивающими качественное изменение технологий и организации производства, являются:

- большие данные, искусственный интеллект и продвинутая аналитика [1];
- виртуальная и дополненная реальность, выводящие цифровое моделирование, проектирование и планирование на качественно новый уровень;
- Интернет вещей, обеспечивающий системную интеграцию оборудования в технологическую цепочку [2];
- роботизация, заменяющая человека при выполнении рутинных и опасных операций;
- облачные и интернет-сервисы, предоставляющие услуги хранения и обработки данных с использованием программных средств без приобретения их носителей.

Переход на цифровые технологии способен в какой-то мере компенсировать рост операционных затрат на добычу полезных ископаемых, которые, по оценке консалтинговой компании McKinsey, для горнодобывающих компаний за 10 лет с 2004 по 2014 г. в среднем выросли на 90 % [3]. В подтверждение этого можно привести данные [2], по которым усредненные эффекты от цифровизации оцениваются следующими значениями: прирост прибыли за счет роста производительности труда и снижения издержек – 10–15 %; повышение объема выпуска продукции за счет снижения простоя оборудования – 10–15 %; ускорение процесса проектирования, производства и доставки – 100–150 %; снижение затрат на проведение натуральных испытаний за счет использования цифрового моделирования – 50–70 %; снижение затрат по всему циклу управления цепочками поставок – 20–30 %; снижение затрат за счет совершенствования технологических операций ~30%.

В качестве конкретного примера можно привести компанию Rio Tinto Group, которая в Австралии на четырех своих рудниках использует 73 роботизированных грузовика для перевозки железной руды [4]. Автономные устройства работают 24 часа 7 дней в неделю.

Роботизация самосвалов позволяет экономить до 15 % транспортных затрат – крупнейшей статье эксплуатационных расходов рудника. История цифровизации горного дела Процесс проникновения цифровых технологий (практически до конца первого десятилетия XXI века в основном использовался термин – «информационные технологии») в горное производство начался с конца 1960-х годов и шел в направлении автоматизации работы отдельных категорий специалистов (геологов, маркшейдеров, технологов, экономистов и др.) с постепенным формированием общего цифрового пространства горнодобывающего предприятия.

Характерной особенностью того периода являлось замыкание программных решений и информационных систем на конкретные задачи предприятий и их вычислительные ресурсы. Для такого рода информационных систем, по сути, самодостаточных, используется термин In-System. В решении проблемы внедрения цифровых технологий участвовали как сами предприятия, создавая группы программистов, так и профильные министерства, привлекая к этой работе вузы, научно-исследовательские и проектные организации.

С начала и до конца 1980-х годов в СССР было реализовано несколько отраслевых программ по созданию систем автоматизированного проектирования горных работ. В реализации этих программ участвовали такие организации, как Южгипрошахт Гипроруда, ИПКОН АН СССР, ВИОГЕМ, Гипроникель, Унипромедь, СГИ, ВНИИцветмет, Казгипроцветмет, КазПТИ, Институт кибернетики АН УзССР, ИГД УрО АН СССР, ИГД АН КазССР, Криворожский горнорудный институт, Кузбасгипрошахт, Сибгипрошахт [5]. В то время на горнодобывающих предприятиях было разработано и внедрено несколько информационных систем, которые скорее показывали потенциал цифровых технологий, чем реально влияли на повышение эффективности производства.

Распад СССР привел к ликвидации подавляющего большинства коллективов, занимавшихся созданием программных средств для решения задач горной технологии. На территории постсоветского пространства выжили единичные группы, в основном благодаря наличию конкретного предприятия-заказчика, заинтересованного в поддержании и развитии ранее внедренных информационных систем. В это же время на Западе разработка геоинформационных

систем, получивших применительно к горному делу название «Горно-геологические информационные системы» (ГГИС), активно продолжалась. Этому в значительной степени способствовало появление персональных компьютеров, развитие средств разработки программного обеспечения и систем управления базами данных.

Первые западные ГГИС появились в России в начале 1990-х годов [6], часть из которых в настоящее время широко используется горнодобывающими предприятиями, геологоразведочными и проектными организациями страны. Именно в то время у значительной части руководителей предприятий и пользователей ГГИС сформировалось стойкое убеждение, что западные технологии, включая и информационные, на голову выше отечественных, и что российским разработкам программного обеспечения в области горного дела никогда не догнать западных конкурентов. Справедливости ради надо отметить, что в то же время стали формироваться и новые единичные команды разработчиков отечественных информационных систем. Среди них можно отметить компанию «ВИСТ Групп», которая в начале 1990-х годов разработала и начала активно внедрять на горнодобывающих предприятиях автоматизированную систему управления горнотранспортными комплексами открытых горных работ «КАРЬЕР». Сейчас компания, вошедшая в группу компаний «Цифра», успешно работает в области роботизированной горной техники и малолюдных технологий добычи полезных ископаемых [7].

Состав и функциональные возможности ГГИС MINEFRAME Несмотря на скептическое отношение части горняковпроизводственников и ученых к идее разработки новой российской ГГИС, обладающей функционалом для комплексного решения задач горной технологии и способной составить конкуренцию импортным системам, в 1997 г. Горный институт КНЦ РАН начал работы по созданию ГГИС под названием MINEFRAME.

Следует отметить, что разработка ГГИС началась не на пустом месте. Исследования в области информатизации горной отрасли проводили в институте с конца 1970-х годов и концентрировали их на следующих направлениях: горно-геометрический анализ карьерных полей, планирование подземных горных работ, автоматизированное проектирование схемы проветривания подземного рудника, численное моделирование и автоматизированное проектирование скважинной отбойки. В целом это соответствовало направлениям, развиваемым в стране и мире [8–17].

Следует отметить, что уже к началу 1980-х годов выявились основные направления применения компьютерных технологий в области горного дела, проявилась тенденция к интеграции на единой информационной основе решения таких задач, как геологическое моделирование и подсчет запасов полезных ископаемых, маркшейдерское обеспечение, проектирование и планирование горных работ. Для разработки программных средств появились и стали широко применяться методы объектно-ориентированного программирования, появились низкобюджетные варианты использования системы управления базой данных (СУБД).

Все это позволило сформулировать основные требования к функционалу, архитектуре и интерфейсу MINEFRAME, которые заключались в следующем:

- функционал ГГИС должен обеспечивать комплексное решение геологических, маркшейдерских и технологических задач на основе работы с унифицированными моделями объектов горной технологии (рис. 1), представляющих собой единый комплекс графической, числовой и атрибутивной информации, визуализируемой в форме векторных, каркасных и блочных моделей;

- архитектура ГГИС должна обеспечивать многопользовательскую работу с базой данных (БД) коллективного контролируемого доступа; при этом реляционный принцип организации БД должен обеспечивать целостность данных, их сохранность и быструю реакцию на запросы;

- интерфейс ГГИС должен обеспечивать простой способ управления БД, многооконный режим работы с моделями, экспорт и импорт моделей в форматы других графических приложений, настройку инструментов ГГИС для формирования рабочих мест специалистов различного профиля. Реализация этих требований вылилась в создание четырех программ, формирующих ГГИС MINEFRAME: 1.

Графический редактор GEOTECH-3D. Предназначен для моделирования объектов горной технологии и автоматизации решения на их основе геологических, маркшейдерских и технологических задач. Для реализации этого функционала GEOTECH-3D имеет стандартные (системные) инструменты, обеспечивающие формирование моделей объектов и управление ими, а

также рабочие инструменты, предназначенные для автоматизации решения конкретных задач предметной области. Управление загрузкой из БД данных моделей и доступ к их свойствам осуществляется с помощью Инспектора объектов, используя который можно осуществлять корректировку координат, параметров и характеристик моделей.

Особенностью многооконного режима работы GEOTECH-3D является возможность работы с разрезами различной ориентации, включая ломаные, что позволяет в интерактивном режиме осуществлять редактирование геометрии объекта сразу в нескольких проекциях.

Общий вид GEOTECH-3D с элементами интерфейса представлен на рис. 2. 2. Редактор БД геологического опробования GEOTOOLS. Предназначен для формирования БД геологического (скважинного, бороздового и шламового) опробования, их первичной обработки и графического представления. Имеет средства ввода и редактирования данных, их импорта и экспорта, а также поиска по запросу. Инструментальные средства редактора позволяют автоматизировать работу, связанную с формированием рудных интервалов по заданным условиям, а также осуществлять автоматический переход по заданному пользователем алгоритму от элементного состава к технологическим характеристикам проб.

Данные опробования могут быть отнесены к определенным профилям (например, разведочным), блокам (например, взрывным) и типам (например, детальной и эксплуатационной разведки). Работа с БД геологического опробования в режиме геометрического моделирования, оценки запасов полезных ископаемых и решения технологических задач осуществляется в среде GEOTECH-3D. 3. Редактор БД технологического оборудования MINEGEAR – предназначен для ведения БД по технологическому оборудованию и расходным материалам.

На основе этих данных формируются технологические комплексы, технико-экономические характеристики которых используются для планирования горных работ и оценки затрат на их ведение. 4. Программа обслуживания БД GEOUSERS. Предназначена для администрирования БД, их архивирования, резервного копирования, восстановления и изменения структуры. Программа обслуживает три типа БД: объектов горной технологии; геологического опробования; технологического оборудования. Важной функцией GEOUSERS является назначение прав пользователей на доступ к различным типам моделей объектов и контроль журналирование их действий над объектами, что является необходимым условием для реализации многопользовательского режима функционирования ГГИС. Наличие журнала изменения объектов позволяет установить, кто их сделал, и при необходимости восстановить измененный объект. Состав и функционал ГГИС MINEFRAME позволяет формировать компьютерную технологию инженерного обеспечения открытых и подземных горных работ применительно к условиям конкретного горнодобывающего предприятия, что, по сути, означает создание единого цифрового технологического пространства предприятия с перспективой реализации на этой основе роботизированных технологий горного производства. Опыт внедрения MINEFRAME на десятках горнодобывающих предприятиях России позволяет говорить о хороших адаптивных возможностях ГГИС применительно к различным горногеологическим условиям и масштабам производства. На сегодня в числе предприятий, использующих MINEFRAME, можно назвать ПАО «ППГХО», АО «СЗФК», ОАО «Оренбургские минералы», ОАО «Боксит Тимана», ОАО «Ураласбест», рудники холдингов «АЛРОСА», «РУСАЛ и многие другие. Общее число лицензированных рабочих мест превышает 500. Одним из путей оптимизации технологических решений и сокращения времени на их получение является использование системного подхода, реализованного на основе моделирования объектов и процессов горной технологии, где сложная система (технология) представлена совокупностью связанных между собой элементов (степень дефрагментации зависит от решаемой задачи), моделирующих свойства и «поведения» реальных объектов [18]. Проиллюстрировать это можно на примере проектирования подземных горных работ для месторождений с высоким уровнем напряжений, где технологические решения, связанные с формированием горных выработок и развитием фронта горных работ, должны оцениваться с позиции геомеханической без опасности. Суть подхода, реализованного на основе инструментария MINEFRAME, заключается в использовании итерационного метода поиска оптимального варианта технологии при последовательной проверке конструктивных решений с расчетом напряженно-деформированного состояния (НДС) массива горных пород.

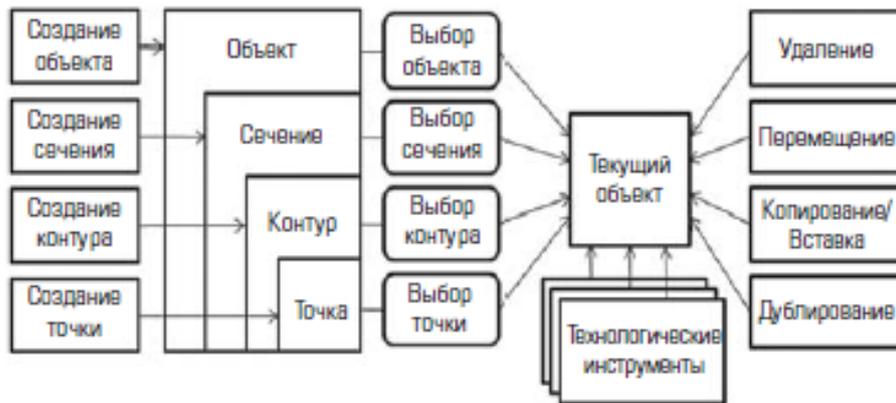


Рис. 1. Схема унификации операций с моделями объектов, имеющих применительно к MINEFRAME иерархическую структуру

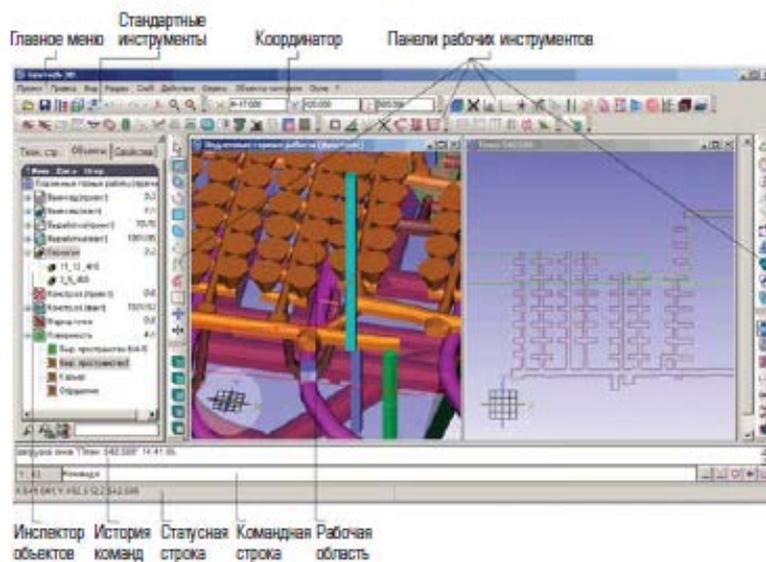


Рис. 2. Элементы интерфейса GEOTECH-3D

Схематично это выглядит следующим образом. На основе экспорта моделей (геологической среды, выработок, рельефа поверхности и выработанного пространства) из GEOTECH-3D в SIGMA GT [19] формируется конечно-элементная геомеханическая модель для расчета НДС. По результатам расчета НДС оценивают уровень действующих в массиве напряжений и вносят корректировку в конструкцию и параметры моделей элементов системы разработки. При необходимости результаты расчета НДС могут визуализироваться в среде GEOTECH-3D, что дает дополнительную информацию для анализа. После ряда итераций находят приемлемое с экономической точки зрения решение, обеспечивающее безопасное ведение горных работ. Использование при планировании горных работ результатов микросейсмического мониторинга массива, представляемого в GEOTECH-3D в виде локации мест микроразрушений массива [20], позволяет оценить фактическую реакцию массива на действующие в нем напряжения. На рис. 3 представлены реальные технологические и геомеханические модели, которые были получены при выполнении предпроектных исследований для ряда горнодобывающих предприятий.

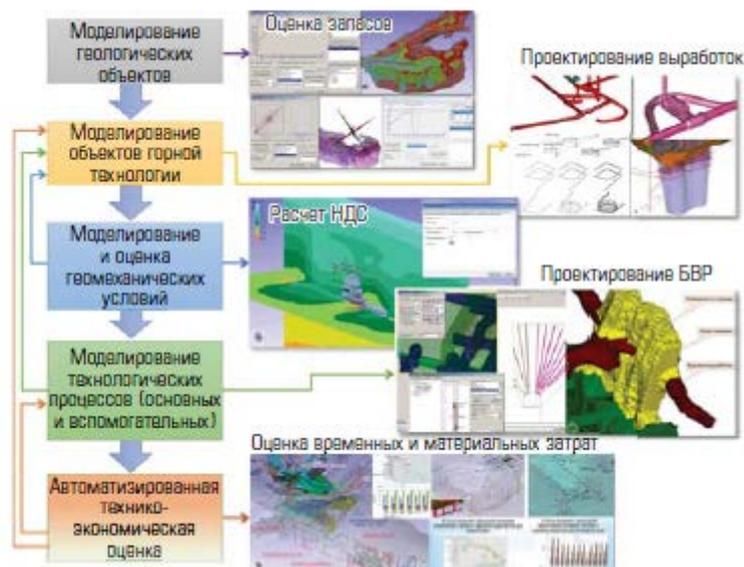


Рис. 3. Схема реализации итерационного подхода при выборе оптимального варианта подземной разработки на удароопасных месторождениях

Следует также отметить, что с применением ГГИС MINEFRAME в Горном институте КНЦ РАН выполняется большинство научно-исследовательских и хозяйственных работ, связанных с обоснованием технологических решений по ведению открытых и подземных горных работ, а также технико-экономической оценкой технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Выполнение этих работ позволяет развивать функционал MINEFRAME (на сегодня он уже содержит более 200 рабочих инструментов, автоматизирующих решение большинства задач открытой и подземной геотехнологии) с учетом требований отечественной горной промышленности.

### Перспективы развития ГГИС

Развитие функционала представленных на рынке ГГИС, включая и MINEFRAME, позволяет переходить от моделирования объектов горной технологии к моделированию ее процессов, что свидетельствует о близких перспективах создания цифрового двойника горнодобывающего предприятия. Но для формирования полноценного цифрового двойника требуется онлайн-связь с технологическим оборудованием, что на сегодня в наилучшей степени реализуется через Интернет вещей, который, в свою очередь, не может существовать без развитых сетей связи и цифрового управления оборудованием. Таким образом, происходит не только переход к цифровому проектированию и планированию горных работ, но меняются и способы управления горным оборудованием, где ручное управление во все большем масштабе замещается автоматизированным и автономным.

Одновременно меняется и практика владения оборудованием, фирмы-изготовители начинают предлагать его в аренду с гарантией сервисного обслуживания на протяжении всего жизненного цикла. Для реализации этого процесса оборудование оснащается датчиками, отслеживающими параметры его работы и передающими эту информацию сервисным центрам фирм-изготовителей.

Таким образом, информационная система горнодобывающего предприятия из закрытой In-System превращается в открытую Out-System, чему также способствует всевозрастающая мировая практика использования облачных и интернет-сервисов для удешевления различных бизнес-процессов. В целом масштаб изменений, обусловленных цифровой трансформацией, можно оценить по прогнозам McKinsey [21]. В соответствии с ними, не менее 30 % функций в рамках профессий могут быть автоматизированы на текущем уровне развития технологий, и около 14 % мировой рабочей силы к 2030 г. вынуждены будут сменить профессию. Применительно к условиям России 49,3 % рабочих мест могут быть ликвидированы в случае одномоментной автоматизации [22].

Масштаб и сложность цифровой трансформации как отдельных предприятий, так и в целом горнодобывающей отрасли предполагают серьезные изменения не только в технологии

инженерного обеспечения и ведения горных работ, но и в методах перехода на цифровые технологии [23]. Сегодня даже очень крупные предприятия не могут себе позволить, как раньше, содержать большие группы специалистов в области IT-технологий, занимающихся самостоятельно созданием корпоративных информационных систем и их постоянным развитием.

Для создания удобной для использования техническими специалистами предприятия цифровой инфраструктуры требуется глубокая интеграция инструментов проектирования, планирования, управления горными работами и оборудованием, материально-технического обеспечения технологических процессов, обеспечения безопасности горных работ [24, 25]. А с учетом того, что, как правило, горнодобывающие предприятия имеют обогатительные производства, создание цифрового двойника предполагает объединение в единое цифровое пространство горного и обогатительного комплексов. Решение подобных задач под силу только специализированным компаниям или их объединениям, обладающим программно-техническими решениями в этой области. Процесс создания таких фирм уже идет и очень важно, чтобы на российском рынке присутствовали не только зарубежные компании, но и российские, обеспечивающие тем самым технологическую независимость страны в этом важном для формирующейся цифровой экономики направлении.

Цифровые технологии в горной отрасли формируются на научных знаниях из области наук о Земле, математики, физики, экономики, информатики, робототехники, где они через алгоритмы и программные средства реализуются в виде системно интегрированных инструментов решения задач горной технологии. Масштабность задач и большая доля научной составляющей предполагают высокую степень кооперации работы различных научных коллективов и предприятий-производителей современной горной техники. К сожалению, состояние и того и другого в настоящее время в стране не позволяют в полной мере решать задачи импортозамещения. Итоги проводимых в институте конференций, посвященных развитию информационных технологий (первая из них прошла в 1979 г.), других конференций с подобной тематикой, позволяют констатировать, что данная работа ведется в основном группами специалистов в инициативном порядке, без должной координации, целевой направленности и, как следствие, без серьезной финансовой поддержки. Одним из способов интеграции решений в области цифрового моделирования объектов и процессов горного производства является создание цифровой платформы и открытие ее функционала для сторонних разработчиков программного обеспечения.

В связи с этим одним из важных направлений развития ГГИС MINEFRAME является ее постепенное превращение в такой программный продукт.

## **Лекция №5 (2 ч)**

### **Обеспечение безопасности горных работ**

Интенсификация освоения природной среды является основной причиной роста числа техно-природных катастроф. Количество травмированных и погибших в горнодобывающей отрасли увеличивается.

Сложные гидрогеологические условия горного массива месторождений определяют необходимость постоянного поиска новых решений повышения промышленной безопасности. Наличие неосвоенных гидрогеологических горизонтов и комплексов, карст, присутствие в разрезе тиксотропных пород создают условия накопления и прорыва водо-грязевых масс в шахту. Подавляющее количество прорывов песчано-глинистых отложений приходится на основные добычные горизонты в выработки выпуска и доставки. Для полного понимания механизма формирования и реализации опасных явлений необходимы исследования геологической среды с целью предотвращения катастрофических событий, совершенствования мер и средств обеспечения безопасности персонала. В настоящее время имеется значительный объем информации об инженерно-геологических условиях горного массива месторождения, на основании которых разработаны мероприятия для обеспечения промышленной безопасности, технологические решения добычи полезного ископаемого. На сегодняшней стадии разработки месторождения выявилась необходимость детального изучения конкретных гидрогеологических и геомеханических условий с целью повышения эффективности дренажных мероприятий на локальных участках массива, планируемых для организации добычи руды.

На современном этапе развития мировой цивилизации наблюдается устойчивая тенденция роста количества природно-техногенных катастроф, вызывающих многочисленные человеческие жертвы и значительные социально-экономические потери. Главные причины увеличения числа катастроф и тяжести их последствий - интенсивный технический прогресс, увеличение масштабов освоения природной среды [1, 2]. Влияние на природную среду оказывают многие отрасли промышленного производства, в том числе горнодобывающая промышленность. Добыча полезных ископаемых занимает существенное место в экономике республики. При этом по мере неуклонного увеличения извлекаемых объемов горных пород и глубины отработки полезных ископаемых наблюдается усложнение горно-геологических, горнотехнических условий ведения добычных работ, что определяет необходимость совершенствования мер безопасности. Обеспечение безопасности при осуществлении горных работ является первостепенной задачей для данной отрасли экономики.

За последние несколько лет уровень производственного травматизма снижается, тем не менее число травмированных и погибших в горнодобывающей отрасли превышает число травмированных и погибших в сравнении с другими отраслями промышленности. Внимание и контроль со стороны государственных органов власти к обеспечению безопасности горных работ с каждым годом усиливается [3, 4].

Вследствие уникальности горно-геологических условий каждого вмещающего месторождение полезного ископаемого горного массива, решение вопроса обеспечения безопасности наряду с общими подходами имеет и индивидуальные особенности. В частности, с целью обеспечения безопасности ведения горных работ при разработке месторождения руководство предприятия постоянно инициирует проведение исследований вмещающего горного массива.

С целью определения дальнейшей тактики обеспечения безопасного ведения горных работ выполняется анализ информации, содержащейся в фондовых материалах и научных публикациях, касающихся гидрогеологических и инженерно-геологических условий месторождения.

Подробное описание особенностей гидрогеологических и инженерно-геологических условий горного массива месторождения (описание водоносного горизонта, водоупорного горизонта) позволяет осознать сложность условий разработки месторождения для определения мер безопасности при ведении горных работ.

Исследование основных природных факторов, формирующих условия месторождения, влияет на выбор технических мероприятий по промышленной безопасности. К опасным характерным условиям относятся следующие:

- опасность прорывов обводненных песчано-глинистых отложений;
- наличие критических значений высоты остаточных водяных столбов в меловом горизонте;
- опасность прорывов вследствие наличия карстов.

Природа и механизм образования перечисленных факторов в настоящее время исследуются для обеспечения безопасности персонала горнодобывающих предприятий [5 - 8].

Исследование особенностей гидрогеологических и инженерно-геологических условий горного массива месторождения.

Горный массив Соколовского месторождения представлен четырьмя гидрогеологическими подразделениями. Сверху вниз он сложен осадочными песчано-глинистыми отложениями, опоками, песчаниками, карстующимися известняками, а ниже - магматическими горными породами.

На месторождении выделяются (сверху вниз) следующие основные гидрогеологические подразделения:

Водоносный олигоценый горизонт в пределах шахтного поля системно не изучался. По одним данным, он пространственно не выдержан и встречается в отдельных, иногда соприкасающихся между собой понижениях кровли водоупорных пород, представленных чеганскими глинами, где имеет блюдцеобразное залегание. По другим источникам, горизонт в пределах шахтного поля распространен повсеместно.

Олигоценый водоносный горизонт представлен песками. Гранулометрический состав песков изменяется от мелко- до крупнозернистой фракции, иногда гравелистой. Коэффициент фильтрации олигоценых песков в районе месторождения варьирует в диапазоне от 2 до 6 м/сут.

Мощность песков изменяется от 0 до 9 м, их кровля перекрыта водоупорными миоценовыми глинами, а подошва песков залегает на водоупорных глинах чеганской свиты. Воды олигоценового горизонта напорные. Питание горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. В пределах шахтного поля олигоценовый горизонт не осушен. В настоящее время горизонт дренируется так называемыми «большими дренами», сформировавшимися в результате объединения нескольких зон обрушения.

Водоупорный чеганский (эоцен-олигоценовый) горизонт подстилает олигоценовый горизонт. В районе месторождения чеганский горизонт распространен повсеместно и является региональным водоупором. Представлен плотными тугопластичными тонкослоистыми и листоватыми глинами мощностью в среднем 20 м. По минеральному составу глины относятся к монтмориллонитовой группе.

Эоценовый горизонт расположен ниже чеганского водоупорного горизонта, приурочен к трещиноватым кремнистым опокам и песчаникам. В настоящее время эоценовый горизонт в пределах шахтного поля сдренирован.

Водоносный верхнемеловой горизонт имеет региональное распространение и приурочен к кварц-полевошпатовым и глауконито-кварцевым пескам. При системе отработки с обрушением критерием исключения внезапных прорывов воды и проникновения песчано-глинистых отложений из мелового водоносного горизонта в подземные выработки была определена восьмиметровая величина остаточных столбов воды над зоной первоначального обрушения.

Контролируемое осушение мелового водоносного горизонта в пределах шахтного поля решается внешним и внутренним дренажными контурами, оборудованными сквозными фильтрами и восстающими скважинами, выведенными в дренажные выработки[9].

Водоупорный нижнемеловой горизонт подстилает водоносный верхнемеловой горизонт и представлен лигнитовыми глинами мощностью 10 - 20 м. Местами в горизонте отмечаются эрозионные окна, где глины полностью выклиниваются. Водоносный комплекс палеозойских пород имеет повсеместное распространение и залегает ниже водоупорного нижнемелового горизонта. Через эрозионные окна последнего водоносный комплекс палеозойских пород имеет гидравлическую связь с водоносным меловым горизонтом.

Водовмещающие породы палеозойского комплекса представлены магматическими и осадочными породами: сланцами, порфиритами, диабазами, конгломератами, туфами, аргиллитами, известняками, песчаниками. В кровле палеозоя залегают глины коры выветривания мощностью от 1 до 70 м. Кора выветривания палеозойских пород имеет повсеместное распространение и представлена пестроцветными плотными глинами. Водоносность зоны палеозойских пород связана с открытой трещиноватостью. Палеозойские породы в районе месторождения имеют вертикальную зональность по коэффициенту фильтрации, значения которого уменьшаются с глубиной от 2,0 до 0,0005 м/сут.

Локально повышенная водообильность пород палеозойского горизонта сосредоточена:

- в зонах тектонических нарушений и повышенной трещиноватости, связанной с меридиональным разломом;

- на участках развития карстовых полостей в известняках.

Известняки здесь имеют особое значение в формировании гидрогеологической и инженерно-геологической ситуации. Они развиты в лежачем боку месторождения к западу от рудной зоны и прослеживаются полосой от 250 до 600 м вдоль всего месторождения при мощности 300 - 500 м.

Исследование основных природных факторов, представляющих угрозу безопасному ведению горных работ:

1. Опасность прорывов обводненных песчано-глинистых отложений. В настоящее время наибольшую опасность для персонала рудника представляют прорывы обводненных песчано-глинистых отложений, проявление которых, масштаб, скорость распространения не предсказуемы [6]. Опасность формирования прорывов из мезо-кайнозойских отложений связана с аккумуляцией олигоценовых и меловых подземных вод в воронках обрушения за счет образования ниже дна воронки «пробки» из четвертичных суглинков, чеганских глин, лигнитовых глин мелового возраста, глин древней коры выветривания. Для предотвращения прорывов песчано-глинистых отложений осуществляется засыпка воронок обрушения скальными породами с целью снижения количества

свободной воды в них. Но в целом это мероприятие не решило проблему выхода обводненных песчано-глинистых отложений в очистное пространство.

Присутствие на дне воронки чеганских глин, свободной воды, а также наличие геодинамических подвижек, связанных с процессом формирования зоны обрушения и интенсивным вибровоздействием от промышленных взрывов, формируют механизм прорывов песчано-глинистых отложений в очистное пространство. Этот механизм определяется тем, что чеганские глины на 40 % состоят из монтмориллонита [10]. Для минералов монтмориллонитовой группы вследствие особенностей строения кристаллической решетки характерным признаком является переменное содержание в них воды, изменяющееся в зависимости от влажности окружающей среды. Вода легко проникает в кристаллическую решетку монтмориллонита, раздвигает ее, что обуславливает гидрофильность и набухаемость, которые и определяют тиксотропность монтмориллонита [11].

Тиксотропия - физико-химическое явление, возникающее в дисперсных породах и выражающееся в их разжижении и практически полной потере прочности под влиянием внешних динамических воздействий и быстром восстановлении прочности при снятии внешних воздействий. Такие обратимые явления характерны для пород, обладающих структурными связями, обусловленными непосредственным взаимодействием частиц и агрегатов между собой. Эти связи отличаются малой прочностью, мобильностью и обратимостью. Степень тиксотропного разупрочнения зависит от внешних и внутренних факторов. К внешним факторам относятся параметры динамического воздействия на горный массив. К внутренним факторам относятся дисперсность породы, ее минеральный состав и влажность. Благодаря тиксотропному разуплотнению увлажненные чеганские глины на дне воронок обрушения при механическом воздействии от взрывных работ и техногенных геодинамических подвижках легко проходят через толщу разуплотненной массы скальных палеозойских пород зоны обрушения и проникают в очистное пространство. Здесь структурные связи восстанавливаются [12 - 17].

В настоящее время рассматривается вопрос складирования скальных пород карьера на прогнозируемом месте формирования объединенной зоны обрушения. Это приведет к увеличению поступления воды в подземный рудник. Олигоценый водоносный горизонт питается за счет инфильтрации атмосферных осадков, причем 80 - 95 % приходится на снеговые талые воды. Только 40 % талых вод попадает сейчас в подземное пространство. Остальная вода успевает испариться с поверхности слабопроницаемых перекрывающих отложений.

Ситуация изменится по мере увеличения площади отвала скальных пород над зоной обрушения. Талые воды будут почти беспрепятственно мигрировать через скальный отвал практически в полном объеме, не успевая испаряться на поверхности, накапливаться в его подошве и поступать в подземный рудник через дезинтегрированные в результате процесса обрушения мезокайнозойские и палеозойские породы.

После формирования объединенной зоны обрушения по ее границе в подземный рудник начнут более активно поступать воды олигоценового и мелового водоносных горизонтов из окружающего массива. По мере развития горных работ площадь зоны сдвижения горных пород будет увеличиваться. Вхождение новых участков горного массива в зону сдвижения будет сопровождаться увеличением модуля подземного стока, что увеличит инфильтрацию атмосферных осадков в горные выработки [18].

В соответствии с требованиями «Правил обеспечения промышленной безопасности для опасных производственных объектов, ведущих горные и геологоразведочные работы» (далее «Правил промышленной безопасности») [19] не допускается нахождение в горных выработках, состояние которых представляет опасность для людей. Исключением являются случаи выполнения работ по устранению подобных источников опасности с применением дополнительных средств защиты.

2. Наличие закритических значений высоты остаточных водяных столбов в меловом горизонте. В настоящее время эффективность внешнего и внутреннего дренажных контуров снизилась из-за выхода из строя значительной части водопонижительных скважин в результате механической и химической коагуляции фильтров и прифильтровой зоны, вследствие чего высота столбов воды в северной части внешнего контура достигает 15 м.

3. Опасность прорывов воды вследствие наличия карста. Уже на стадии проектирования подземный рудник был признан потенциально опасным по внезапным прорывам воды из карстовых пустот. Размер карстовых полостей изменяется от нескольких до сотен метров. Большинство карстовых полостей имеют гидравлическую связь. Вскрытые при ведении геологоразведочных работ полости были заполнены напорными водами и глинистым материалом, первоначальные водопритоки достигали 350 м<sup>3</sup>/ч. На глубину развитие карста прослежено до отметки -247 м (А.В. Крутиков, Н.И. Соломин, Т.В. Ушкова). При этом уровень подземных вод комплекса палеозойских пород на месторождении снижен ниже отметки - 60 м и лишь на отдельных участках центральной и южной части - до горизонта -120 м (М.М. Бураков, 2017 г.). Из этого следует, что карстующиеся известняки, расположенные в основном в северной части рудника, осушены, как и другие палеозойские породы, только до отметки - 60 м. Здесь известняки наиболее водообильны, а древний карст развит в двух формах - поверхностной и глубинной.

Поверхностный карст прослеживается по известнякам более чем на 200 м в глубину от поверхности палеозойских пород. Представлен он воронками, которые с глубиной переходят в колодцы и шахты. Карстовые воронки наблюдаются в основном вдоль контактов известняков с рудной зоной и по тектоническим нарушениям. Карст заполнен глинами коры выветривания.

Глубинный карст представлен карстовыми полостями. На северном фланге горного массива шахты прослежена полость в интервале глубин от -17,6 до -247 м. Таким образом, размер полости по вертикали составляет более 230 м.

Динамика дебитов скважин, вскрывших карстовые полости и имеющих гидравлическую связь с палеозойским водоносным горизонтом, характеризовалась двумя периодами. В течение первого периода дебиты скважин были обусловлены статическими запасами карстовых полостей, а в течение второго периода - динамическими запасами палеозойского водоносного комплекса. Вместе с тем водоизлив из ряда скважин, вскрывших карстовые полости, после срабатывания статических запасов прекращался. Из этого следует, что были вскрыты изолированные заполненные водой полости (С.В. Кравчук, В.Н. Квачев). Такие полости даже при осушении окружающего массива являются потенциальным источником прорывов [20, 21]. При ведении очистных работ в зоне карстующихся известняков возможны прорывы подземных вод в горные выработки. Предпосылками прорывов в данном случае являются взрывные работы и процесс формирования мульды сдвижения.

В результате исследования особенностей гидрогеологических и инженерно-геологических условий горного массива Соколовского месторождения получены данные, позволяющие уточнить сложные условия разработки месторождения для определения мер безопасности при ведении горных работ. Изучение основных природных факторов определило ряд опасностей, представляющих угрозу для безопасного ведения горных работ: прорывы обводненных песчано-глинистых отложений, наличие закритичных значений высоты остаточных водяных столбов в меловом горизонте и прорывы обводненных масс вследствие наличия карста.

Таким образом, с учетом полученных данных в современных условиях работы рудника проводятся мероприятия по снижению вероятности прорывов обводненных песчано-глинистых отложений: определяются границы опасных по прорывам зон, горные и буровые работы в опасных зонах для спуска воды и в затопленных выработках выполняются в соответствии с проектами. Проекты в соответствии с требованиями «Правил промышленной безопасности» [18] содержат мероприятия по обеспечению безопасности работ:

- меры по безопасности работ и защите от прорывов воды;
- очередность проходки горных выработок, дренажных и опережающих скважин, их параметры;
- местонахождение выработок, опасных по прорывам воды;
- местонахождение скважин и перемычек.

Для обеспечения безопасности горных работ на участках, опасных в отношении прорыва в выработку, предусмотрен следующий особый порядок ведения работ:

- предварительно производится бурение передовых разведочных скважин с постоянным опережением не менее 10 м, при этом бурение опережающих скважин производится под непосредственным наблюдением лиц контроля, в том числе из числа работников вентиляционного контроля;

- скважины, пересекающие водоносные горизонты, за исключением наблюдательных, в обязательном порядке тампонируются, для этого организация, проводящая буровые работы, составляет геологический отчет, в котором отражает на планах и в каталогах координат местоположение устьев, забоев и пересечений залежей и выработок всеми буровыми скважинами.

В действующих выработках с нахождением работников, где проявления обводненных песчано-глинистых отложений представляют собой наибольшую опасность, околоствольные дворы и главные водоотливные установки ограждаются от остальных выработок шахты водонепроницаемыми перемычками, рассчитанными на максимально возможное давление воды, плывунов или пульпы. Дополнительно требованиями «Правил промышленной безопасности» [18] регламентируется система наблюдения, оповещения об авариях, позиционирования и поиска персонала, которые должны быть работоспособны до аварии, во время аварии и после ликвидации аварии.

Повышает безопасность горных работ постоянный контроль выполнения требований промышленной безопасности горных работ на участках, опасных в отношении прорыва в выработки воды. Контроль осуществляется со стороны действующих ответственных лиц предприятия, а также со стороны органов государственного надзора.

Но для надежного прогнозирования формирования и реализации прорывов обводненных песчано-глинистых отложений в конкретных участках массива необходимы исследования геологической среды с целью предотвращения этих опасных проявлений, совершенствования мер и средств обеспечения безопасности персонала. Неосушенный олигоценый горизонт, наличие локальных сосредоточений значительных запасов подземных вод в воронках обрушения, карстовых полостях, тиксотропность пород, процесс сдвижения создают угрозу внезапных катастрофических прорывов обводненных песчано-глинистых отложений.

В настоящее время основные факторы, угрожающие безопасности в масштабах месторождения исследованы, мероприятия и рекомендации для данной стадии изучения массива в целом разработаны. Тем не менее проблема обеспечения безопасности полностью не снята. При этом мероприятия в масштабах всего шахтного поля, например, осушение олигоценого горизонта, неоправданно дороги. Для дальнейшего полноценного решения вопроса обеспечения безопасности необходима разработка алгоритма детальных исследований, сосредоточенных на локальном участке планируемого к отработке рудного блока, направленных на обеспечение безопасности и создание оптимальной технологической схемы работ для конкретных горно-геологических условий.

В статье рассмотрена часть факторов, влияющих на безопасность горных работ шахты «Соколовская»: наличие обводненного и слабо изученного олигоценого горизонта, закритичные значения остаточных столбов воды в меловом горизонте, наличие карстующихся известняков и литологические особенности обводненных покровных отложений.

В настоящее время имеется значительный объем информации об инженерно-геологических условиях горного массива месторождения, на основании чего разработаны мероприятия для обеспечения промышленной безопасности, технологические решения добычи полезного ископаемого [5 - 8, 22 - 23]. Вместе с тем на сегодняшней стадии отработки месторождения выявилась необходимость детального изучения конкретных гидрогеологических и геомеханических условий на локальных участках с целью повышения эффективности мероприятий по обеспечению безопасности, планируемых для организации очистных работ, а именно:

- дифференциация олигоценого горизонта в пределах шахтного поля по степени обводненности;
- дифференциация мелового горизонта в пределах шахтного поля по степени обводненности;
- выявление основных путей миграции подземных вод в пределах массива месторождения с целью их перехвата для осушения локальных участков по мере необходимости;
- изучение параметров изменения взрывных работ для предотвращения тиксо-тропного разжижения глинистых отложений в зоне обрушения с целью предотвращения или минимизации прорывов песчано-глинистых отложений в очистное пространство;
- выявление участков карстующихся пород в зоне влияния горных работ и выполнение соответствующих мероприятий по обеспечению требований охраны труда и промышленной безопасности.

## Лекция №6 (2 ч)

### Маркшейдерское обеспечение горных работ

Введение. Содержание маркшейдерского дела. Задачи маркшейдерской службы на разных этапах основания месторождения полезных ископаемых.

Задача маркшейдерской службы делится на этапы освоения месторождения полезных ископаемых:

- при разведке месторождений;
- при проектировке горных предприятий;
- при строительстве горных предприятий;
- при эксплуатации месторождений;
- при ликвидации горных предприятий.

При разведке месторождения, задачи маркшейдерской службы следующие:

- производство съемки земельных поверхностей и объектов геологических наблюдений;
- составление топографических карт и планов, которые служат основой для получения геологических карт;
- проектирование геологоразведочных работ;
- указание в натуре мест заложения различных разведочных выработок и задача им направления;
- производство съемки и нанесение полученных данных на план при проходке этих выработок;
- составление совместно с геологической службой различной горно-графической документации, характеризующей, как форму залегания полезного ископаемого, так и пространственное распределение его характеристики;
- участие в подсчете запасов полезных ископаемых.

При проектировании горных предприятий в задачу маркшейдерской службы входит:

- участие в проектно-изыскательных работах, оформление горных и земельных отводов, проектировании границ шахтных полей, размещение зданий и сооружений, подлежащих строительству на площадях залегания полезных ископаемых;
- разработка мероприятий по охране проектируемых сооружений от вредного влияния подземных горных разработок;
- подсчет промышленных запасов полезного ископаемого в пределах контура данного рудничного, шахтного или карьерного поля;
- участие в составлении календарных планов горных работ.

При строительстве горных предприятий в задачу маркшейдерской службы входит:

- проверка проектных чертежей всех основных сооружений и капитальных горных выработок для установлений правильности взаимосвязи между их геометрическими элементами;
- осуществление переноса указанных выше проектных геометрических элементов в натуру.
- в период строительства контролирует правильность соблюдения геометрических элементов проекта и задает направление горным выработкам;
- по мере строительства сооружений и проходки горных выработок производится их съемка, на основе которой составляются исполнительные планы, разрезы, профили и другие графические документы, необходимые для начала эксплуатации месторождения.

При эксплуатации месторождения в задачи маркшейдерской службы входит:

- создание на поверхности в пределах горного отвода данного предприятия плано-высотной опорной геодезической и съемочной сетей;

- производство топографической съемки поверхности и маркшейдерской съемки, открытых и подземных горных выработок с составлением комплекта графической документации, систематически пополняемой по мере ведения горных работ;
- перенесение геометрических элементов проекта горных выработок и технических сооружений в натуру;
- задание направлений горным выработкам, осуществление контроля за соблюдением проектных направлений, уклонов и размеров их сечений;
- ведение ежемесячного контроля добычи полезного ископаемого, объема вскрышных (на карьерах) и других горных работ, а также маркшейдерское обеспечение буровзрывных работы;
- ведение систематического учета движения промышленных, вскрытых, подготовленных и готовых к выемке запасов, потерь и разубоживания руды, а также разработка мероприятий по их сокращению;
- определение границ безопасного ведения горных работ, а также охранных целиков, перенесение этих границ в натуру и осуществление контроля по их соблюдению;
- осуществление контроля по охране недр и полнотой отработки месторождений полезных ископаемых;
- изучение (совместно с геологической службой) структуры и формы залежей, свойств полезного ископаемого, и составление различных горно-геометрических графиков;
- ведение инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности и толщи горных пород под влиянием горных подземных горных разработок, а также за устойчивостью бортов и отвалов карьеров;
- участие в составлении месячных, квартальных, годовых и перспективных планов ведения горных работ;
- составление ежеквартальных обменных маркшейдерских планов с пояснительной запиской к ним и передача их организации, контролирующей ведение горных работ.

При ликвидации выполняются задачи:

- определение полноты выемки полезного ископаемого;
- пополнение маркшейдерской документации и передача ее в архив вышестоящей организации на хранение

Маркшейдерия дело как научная дисциплина относится к разряду точных прикладных наук.

Виды чертежей в горном деле. Основы требования горно-графической документации.

Маркшейдерские горно-графические документы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- быть точными, давать изображение геометрических элементов с требуемой для их масштаба точностью;
- давать полное изображение элементов ситуации и рельефа земной поверхности, горных выработок, формы элементов залегания полезного ископаемого на момент их составления и систематически пополняется по мере проведения горных выработок;
- быть наглядными и удобоизмеряемыми, позволять производить на них линейные и угловые измерения с необходимой точностью, не прибегая к дополнительным построениям или вычислениям;
- изготавливаться на высококачественных материалах и основах, обеспечивающих длительное их существование, а также аккуратно и красиво оформлено;
- составляется с соблюдением принятых условных обозначений;

Маркшейдерская горно-графическая документация состоит из следующих выводов чертежей.

Проекции – чертежи, представляющие собой изображение необходимых объектов пространства на плоскости (чаще всего на одну плоскость) с числовыми отметками. Для наглядности также применяют аксонометрические, аффинные и перспективные проекции.

Планы – проекции объектов земной поверхности и горных выработок, составленные в ортогональной проекции на горизонтальную плоскость с указанием на них числовых отметок (координат  $Z$ ) отдельных точек или горизонталей изображаемой поверхности.

Вертикальные проекции – чертежи построены в ортогональной проекции на вертикальную плоскость. Такие проекции применяют в тех случаях, когда проектирование на горизонтальные плоскости вызывает большое искажение.

Разрезы – представляет собой изображение деталей объектов, расположенных в некоторой секущей плоскости. Включают в себя вертикальные и горизонтальные разрезы, на которых изображают геологическое строение толщи горных пород и горные выработки. Вертикальные геологические разрезы строят по линиям разведочных и горно-эксплуатационных выработок, а также по направлениям простирания и вкрест простирания залежи.

Профили – представляют собой чертежи, изображающие на данной вертикальной секущей плоскости только лишь необходимые линии контура рассматриваемого объекта.

Маркшейдерская горно-графическая документация. Классификация, составление и оформление горно-графической документации.

Маркшейдерская горно-графическая документация по назначению делится на два комплекта чертежей:

- чертежи земной поверхности;
- чертежи горных выработок.

Состав, виды и содержание маркшейдерской горно-графической документации.

Состав чертежей земной поверхности (комплект 1) входят:

- чертежи, отражающие рельеф и ситуацию земной поверхности;
- чертежи, отражающие обеспеченность горного предприятия пунктами маркшейдерской опорной и съемочной сети;
- чертежи отводов горного предприятия.

В состав чертежей горных выработок (комплект 2) входят:

- чертежи горных выработок, отражающие вскрытие, подготовку и разработку месторождения;
- чертежи капитальных горных выработок и транспортные пути в них;
- чертежи по расчету предохранительных целиков.

Маркшейдерские чертежи при подземной разработке месторождений.

*План горных выработок.* На них изображают:

- технические границы шахтных полей;
- капитальные и подготовленные выработки;
- нарезные и очистные забои по данному пласту, линзе или по данному горизонту с указанием подвигания по месяцам и годам;
- контуры охраняемых объектов;
- разведочные и технические скважины;
- геологическую ситуацию, участки списанных запасов;
- пункты подземной опорной маркшейдерской сети закрепленные постоянными центрами;
- реперы в горных выработках и высоты характерных точек;
- линии вертикальных разрезов и следы плоскостей проекции на вертикальную плоскость.

*Проекции горных выработок на вертикальную плоскость.* Их составляют по каждому пласту (жиле) с углом падения  $60^\circ$  и более. Эти проекции составляют в масштабе плана и помещают под ним.

*Вертикальные разрезы вкрест простирания.* Приурочивают чаще всего к основным вскрывающим выработкам. На них изображаются профиль земной поверхности и контуры залежи полезного ископаемого, основные горизонты горных работ и другие контуры.

*Продольные профили рейсовых путей в откаточных горных выработках.* На них изображают:

- горизонт, относительно которого наносятся высоты пикетных точек;
- пикетные точки, реперы и пункты маркшейдерской опорной и съемочной сети, имеющие высотные отметки;
- продольный профиль пути по проекту и по данным нивелировки;
- профиль кровли выработки;
- даты проведения выработки по месяцам.

Профиль должен быть дополнен таблицей и схематичным планом выработки. В таблицу вписывают уклоны, расстояния между пикетными точками, а также проекты и фактические отметки пикетных точек головки рельса.

Система координат в маркшейдерском деле. Маркшейдерские работы на земной поверхности. Геометризация месторождений полезных ископаемых. Гипсометрические планы.

Топографические и маркшейдерские работы при геологической разведке месторождений полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации горных предприятий, производятся в соответствии с утвержденным проектом при обязательном выполнении требований маркшейдерской инструкции и включают в себя:

- построение опорных, маркшейдерских и съемочных сетей;
- топографическую съемку и составление топографической основы для отчетных геологических карт;
- перенос в натуру проектных геометрических данных разведки и геометрических элементов проекта для задания направления горным выработкам, строительства наземного шахтного комплекса, привязку геологоразведочных выработок и всех наземных и других объектов;
- маркшейдерские обеспечения проходки геологоразведочных выработок, строительства и эксплуатации шахтного комплекса, горных машин, проходки и эксплуатации горных выработок.

Работы по построению маркшейдерских опорных и съемочных сетей, а также по съемке земной поверхности выполняются в порядке, установленном главным управлением геодезии и картографии (ГУГК).

Маркшейдерские опорные и съемочные сети на земной поверхности. Маркшейдерские опорные сети состоят из пунктов государственной геодезической сети и геодезической сети местного значения. Государственная геодезическая сеть включает в себя: сети триангуляции, трилатерации и полигонометрии 1, 2, 3, 4-го классов и нивелирные сети I, II, III и IV классов.

Геодезические сети местного значения состоят из аналитических сетей или сетей полигонометрии первого и второго разрядов, и сетей технического нивелирования.

Работы по созданию и развитию государственной геодезической сети 1,2 и 3 классов выполняет ГУГК.

Государственные геодезические сети 4-го класса и сети местного значения создаются специальными организациями, а также маркшейдерскими отделами горных предприятий.

Съемочные сети развиваются на основе пунктов опорной сети и служат непосредственной основой для производства съемки контуров и рельефа местности, перенесение проекта разведочных выработок в натуру, привязки

разведочных выработок и объектов геологоразведочных наблюдений (места взятия проб, естественные и искусственные обнажения) и другие работы.

Сущность геометризация месторождений полезных ископаемых. Основной задачей геометризации месторождений является разработка методов составления геометрических моделей, наглядно отображающих закономерности пространственного размещения структурных и качественных показателей месторождений полезных ископаемых.

Структурными называются геометрические графики, дающие наглядное пространственное представление о форме, элементах и условиях залегания, нарушениях и других геометрических особенностях залежей.

Качественными называются горно-геометрические графики, дающие наглядное пространственное представление о характере изменения качественных свойств полезного ископаемого (например, содержание полезных и вредных компонентов). При составлении этих графиков в горизонтальной плоскости они называются горно-геометрическими планами.

Форма и геометрические параметры залежи полезных ископаемых.

Залежью полезного ископаемого называют тело, размещенное в массиве горных пород, с промышленным содержанием полезных компонентов. Тело залежи ограничено поверхностями раздела (контактами), которые могут быть действительными или условными.

По своей форме залежи подразделяются на простые и сложные.

К простым, относятся пласты, пастообразные, простые жильные и линзообразные залежи, у которых поверхности раздела для ограниченных участков близки к плоскостям.

К сложным залежам относятся неправильные жилы, штоки, штокверки, сложные линзы, карманы и другие.

Форма и пространственное положение залежи полезного ископаемого в недрах определяются совокупностью линейных и угловых величин, называемых геометрическими параметрами.

К геометрическим параметрам залежи относятся:

- координаты точек наблюдения на контактах залежи с вмещающими породами, в которых устанавливаются другие геометрические параметры (координаты  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ );

- углы простираания и падения поверхности (контакта) залежи ( $\epsilon$ );

- мощностью залежи ( $m$ );

- глубина залежи ( $h$ );

- положение в пространстве элементов симметрии изучаемой геологической структуры.

Маркшейдерские работы при подземной разработке месторождений. Ориентирно-соединительные съемки. Общие сведения о подземных маркшейдерских съемках.

Подземной маркшейдерской съемкой называют совокупность пространственно-геометрических измерений и вычислений, имеющих своими целями:

- графическое изображение на планах, вертикальных проекциях и разрезах горных выработок, проходимых в недрах, формы залегания полезного ископаемого и геометрии распределения его свойств;

- решение различных геометрических задач, возникающих при разведке, строительстве горного предприятия и эксплуатации месторождения;

При производстве подземных маркшейдерских съемок должны быть соблюдены следующие принципы:

1. Съемка должна вестись по принципу «от общего к частному». Для этого в горных выработках создается сеть плановых и высотных пунктов (подземная опорная маркшейдерская сеть), на их основе развиваются съемочные сети, от которых производится съемка подробностей.

2. Съемочные работы должны выполняться с необходимой и достаточной точностью, регламентированной маркшейдерской инструкцией.

3. Все измерения и вычисления должны сопровождаться надежным и объективным контролем.

Объектами подземных маркшейдерских съемок являются:

- капитальные, подготовленные нарезные отчетные горные выработки;
- водоотливные, вентиляционные, противопожарные устройства и сооружения;
- транспортные пути;
- элементы геологического строения место рождения, видимые контакты пород и полезного ископаемого;
- тектонические нарушения, места взятия проб, устья разведочных скважин и прочее.

Ориентирно-соединительные съемки (горизонтальные и вертикальные) предназначенные для установления геометрической связи съемок, выполняемых на земной поверхности и подземных горных выработках. Производство данных видов съемок позволяет решить задачу передачи дирекционных углов и пространственных координат ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ) с поверхности в горные выработки, что обеспечит построение планов поверхности и подземных горных выработок в единой системе координат, принятой на земной поверхности.

Общие сведения о горизонтальных ориентирно-соединенных съемках. Ориентировать подземный горизонт горных выработок – значит, в принятой для съемки земной поверхности системе координат на каждом горизонте определить:

- а) координаты  $X$  и  $Y$  исходного пункта;
- в) дирекционный угол исходного направления –  $\alpha$ .

Из двух элементов, определяемых при подземной ориентирно-соединительной съемке, более важным является дирекционный угла исходной стороны.

Определение дирекционного угла исходной стороны подземной маркшейдерской опорной сети осуществляется геометрическим или физическим способами. К геометрическим способам ориентирования, зависимости от схемы вскрытия месторождения относятся:

- ориентирование через один вертикальный ствол;
- ориентирование через два вертикальных ствола;
- ориентирование комбинированными способами.

При появлении новых выработок дающих возможность проверить и уточнить предыдущее ориентирование обязательно выполняется ориентирно-соединительная съемка.

К физическим способам относятся магнитное и гироскопическое ориентирование.

Подземные опорные маркшейдерские сети. Виды подъемных маркшейдерских съёмок. Приборы и инструменты для измерений. Классификация подземных маркшейдерских сетей и их построение.

Плановые подземные маркшейдерские сети делятся на:

- подземные опорные маркшейдерские сети;
- теодолитные хода;
- угломерные хода.

Относительная погрешность подземных опорных маркшейдерских сетей – 1:3000; теодолитных ходов - 1:1000; угломерных ходов - 1:500.

Подземные маркшейдерские съемки подразделяются на следующие виды.

Подземные горизонтальные съемки осуществляются для создания в капитальных горных выработках подземных маркшейдерских опорных сетей и развития на их основе съемочных сетей в подготовительных, нарезных и очистных выработках.

Съемки контуров капитальных, подготовительных, нарезных и очистных горных выработок для составления различных маркшейдерских планов подземных горных работ.

Замеры горных выработок проводят для определения объема выполненных горных работ, ведения учета добычи и запасов полезного. Для измерения горизонтальных и вертикальных углов в плановых подземных маркшейдерских сетях используется теодолиты. Теодолиты делятся по конструктивному исполнению и точности измерения. По точности измерения горизонтальных углов теодолиты делятся на 3 класса:

- высококачественные (типа Т – 0,5; Т – 1);
- точные (типа Т-2; Т-5);
- технические (тип Т-15; Т-30).

По действующему ГОСТу в названии прибора все теодолиты обозначаются буквой «Т», цифры после буквы «Т» обозначают среднюю квадратическую погрешность измерения горизонтального угла одним простым, цифра перед буквой «Т» обозначает модификацию теодолита.

Для измерения длин в маркшейдерских подземных сетях используются стальные рулетки, подвесные ленты, длинномеры, оптические дальномеры, электронные светодальномеры и тахеометры.

Рабочие рулетки до 100м подразделяются согласно ГОСТу 7502-89 «Рулетки измерительные металлические» на 3 класса по точности.

Допускаемое отклонение действительной длины в мм:

- 1класс –  $0,2+0,1(L-1)$
  - 2класс –  $0,3+0,15(L-1)$
  - 3класс –  $0,4+0,2(L-1)$
- }  $t=20^{\circ}\text{C}$

По ГОСТу 7502-89 «Рулетки измерительные металлические» в названии рулетки входят буквы и числа, обозначают следующее:

- Р – рулетка;
- 5, 10, 20, 30, 50, 100 – число, обозначающее длину рулетки в метрах;
- У, Н – материал (углеродистая сталь, нержавеющая сталь);
- 1, 2, 3 – класс точности;
- К – с кольцом на вытяжном кольце рулетки.

Вертикальная съёмка горных выработок. Приборы и инструменты для измерений.

Вертикальные съемки в горных выработках предназначены для определения высот пунктов опорных и съёмочных сетей, а также построения профиля транспортных путей.

Вертикальная соединительная съемка.

Для решения всех геометрических задач, кроме плоских координат (X, Y), необходимо иметь в подземных горных выработках и высотные координаты (Z).

Для передачи высотной отметки в шахту используются мерные ленты, длинномеры ДА-2 и электронные и лазерные светодальномеры. Передача высотной отметки производится двумя разными независимыми способами.

Разность передачи при этом не должна превышать  $(10 + 0,2 Н)$  мм, где Н – глубина шахтного ствола в метрах.

Высотная съемка горных выработок.

Высотную съемку или нивелирование в подземных горных выработках производят по точкам плановых маркшейдерских сетей и высотным реперам для следующих основных целей:

- определения отметок пунктов высотного обоснования (реперов);
- контроля уклона откаточных путей;
- задание в вертикальной плоскости направления выработкам, проводимым догоняющими или встречными забоями.

В горных выработках с углом наклона до  $8^\circ$  выполняется геометрическое нивелирование прибором, который называется нивелир, главным свойством которого является горизонтальность визирной оси и нивелирными рейками.

Нивелиры по конструктивному исполнению делятся на:

- нивелиры с цилиндрическим уровнем при трубе;
- нивелиры с компенсатором.

По точности нивелиры делятся на 3 класса:

- высокоточные (типа Н-0,5; Н-1);
- точные (типа Н-3);
- технические (типа Н-10).

По ГОСТу в названии прибора все нивелиры обозначаются буква «Н», цифры после буквы «Н» обозначают среднюю квадратическую погрешность, определения превышения на 1 км двойного хода, цифра перед буквой «Н» обозначает модификацию нивелира.

В соответствии с ГОСТом нивелирные рейки бывают трех типов по точности:

Тип рейки	Характеристика	Область применения	Соответствующие нивелиры
РН-05	Рейка инварная штриховая с уровнем	Нивелирование I и II класса. Специальные работы высокой точности	Н-05 (Н-05К), Н-1, Н-2, Ni-002, Ni-007
РН-3	Шашечная цельная рейка (нескладная) с уровнем	Нивелирование III и IV класса. Специальные точные работы	Н-3, Н-3К, 2Н-3КЛ, НС-3, НС-4
РН-10	Шашечные рейки 3-х и 4-х метровые	Техническое нивелирование	Н-10, Н-10К, 2Н-10КЛ

В выработках с углом наклона более  $8^\circ$  используют тригонометрическое нивелирование. Инструментом для производства тригонометрического нивелирования служит теодолит и стальная рулетка. При этом измеряются углы наклона (вертикальные углы) и наклонные длины.

Подземные маркшейдерские плановые и высотные сети являются основой для решения всех геометрических производственных задач в процессе разведки, строительства, эксплуатации и ликвидации любого горного предприятия.

Угломерная и буссольная съемки базируются на теодолитных подземных ходах, характеризуются пониженной точностью и используются в нарезных и очистных горных выработках, съемка которых необходима для правильного их изображения на МЧ (планах).

На действующем горном предприятии основные требования к выполнению горных работ заложены в проекте отработки шахтного поля. Они реализуются в проектах подготовки и отработки каждого участка и проведения каждой горной выработки в соответствии с планом развития горных работ. В указанных проектах предусматриваются:

- взаимное пространственное расположение существующих и проектируемых выработок;
- линейные размеры выработок;
- площади сечения;
- уклоны;
- элементы систем разработки и т. д.

По проекту выработки на маркшейдерский план горных выработок наносится место заложения запроектированных выработок, задается их направление, т. е. решается задача перенесения в натуру предусмотренных проектом геометрических параметров выработок.

Далее выполняется съемка нарезных и очистных выработок, результаты которых отображаются на маркшейдерских планах, вертикальных проекциях и разрезах. Объем и характер работ определяется формой, сложностью залегания полезного ископаемого и применяемой системой разработки. При этом протяженность нарезных и очистных выработок незначительна, поэтому допускается выполнение съемки упрощенными угломерными приборами и инструментами (угломерами, висячей буссолью с полукругом и рулетками). Иногда съемочные работы выполняются теодолитом.

Периодически должен осуществляться контроль за проведением выработок, соблюдением их геометрических параметров. Сроки его выполнения обуславливаются потребностями производства, скоростью подвигания выработок, их состоянием и т.д.

Результаты угломерных и буссольных съемок существенно дополняются периодически выполняемыми замерами горных выработок, имеющими большое значение для горного предприятия. По результатам замеров пополняются детали маркшейдерских планов горных выработок, определяются объемы выполненных работ, а также добыча полезного ископаемого, сведения о которой используются для контроля оперативного учета добычи. Периодичность замеров устанавливается в соответствии с требованиями производства, но, как правило, месячные маркшейдерские замеры производятся на всех горных предприятиях за исключением разрабатывающих месторождения распространенных строительных материалов, на которых замеры могут выполняться реже.

Маркшейдерские работы при строительстве шахт.

Маркшейдерские работы при строительстве шахт являются ответственным видом работ, специфика которых заключается в том, что в процессе измерений по данным проекта переносят в натуру и соответствующим образом закрепляют проектные параметры подземных выработок и надшахтного комплекса. Кроме того, при современном шахтном строительстве, когда сооружаются сложные комплексы, обеспечивающие большие скорости подъема и использующие подъемные сосуды в несколько десятков кубических метров, особо жесткие требования предъявляются к точности монтажа.

Основные задачи, решаемые маркшейдерами при шахтном строительстве, заключаются:

- в построении опорных сетей на поверхности;
- определении объемов земляных работ;
- разбивке на промплощадке осей шахтного подъема и перенесении в натуру геометрических элементов сооружений;
- специальных измерениях и съемке для контроля за проходкой и армированием шахтных стволов;
- контроле за точным соблюдением в процессе строительства соотношения геометрических элементов шахтного подъема;
- задании направлений для проведения выработок и маркшейдерский контроль за правильностью их проведения по направлению, уклону и размерам сечений;
- исполнительной съемке объектов строительства и пройденных горных выработок с последующим их изображением на планах и разрезах и т. п.

Разбивка строительных объектов выполняется с пунктов маркшейдерской опорной сети, с пунктов, расположенных на осевых линиях шахтных стволов, и с пунктов разбивочной сети. В подземных условиях разбивочные работы проводятся от пунктов подземной полигонометрии и съемочных сетей 1 и 2 разрядов.

Под разбивочными работами понимают работы по перенесению проекта сооружения в натуру. Основные разбивочные работы заключаются в построении на местности главных осей промышленной площадки, которыми являются оси шахтных стволов или стороны разбивочной сети.

Под осями вертикального шахтного ствола понимают две горизонтальные прямые, одна из которых параллельна, а другая перпендикулярна к основным несущим расстрелам этого ствола.

Маркшейдерские работы при проведении горных выработок.

Проектом разработки месторождения, исходя из геологических особенностей и правил технической эксплуатации, заранее определяются места закладки (засечки), направление, способ крепления и сечение основных горных выработок. Для откаточных выработок, кроме того,

устанавливаются величина уклонов и радиус закруглений, местоположение закруглений и т. д. В целях ускорения работ по проведению выработок, последние часто осуществляются так называемыми встречными и догоняющими забоями.

Маркшейдерские работы при проведении горных выработок включают:

- указание места заложения (рассечки) выработок;
- задание направления для проведения выработок;
- закрепление и перенос направлений;

– контрольные наблюдения за проведением выработок по заданному направлению, с соблюдением проектного профиля и паспорта крепления.

Особенно важное значение имеет проведение выработок по направлению (в горизонтальной и вертикальной плоскостях). Методы задания направлений в значительной мере определяются условиями производства, элементами залегания пластов и характером разреза пород по направлению проводимой выработки. Так, часто выработки проводят, придерживаясь какого-либо естественного ориентира (например, плоскости напластования почвы или кровли пласта). Такой ориентир, называется «проводником» и в данном случае говорят, что выработка проводится по проводнику. Наличие проводника значительно облегчает задание направления. Так например, при наличии проводника для проведения штрека в наклонном пласте необходимо задавать направление забоя штрека только по вертикали.

При проведении бремсберга, наклонного ходка и прочих выработок по падению пласта следует задавать одно направление только в горизонтальной плоскости и т. д.

При проведении квершлагов, ортов и других выработок, где нет указанных «проводников», необходимо задавать направления в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Решение приведенных выше задач рассмотрим на ряде наиболее типичных примеров.

Подсчет и учет запасов, добычи, вскрыши и потерь полезного ископаемого.

Классификация разведанных запасов полезного ископаемого.

Изучение месторождений полезных ископаемых завершается их оценкой. Один из ее существенных элементов – подсчет запасов полезных ископаемых, в результате которого устанавливается:

- 1) количество полезного ископаемого в недрах и распределение запасов по сортам;
- 2) качество полезного ископаемого;
- 3) технологические свойства полезного ископаемого и рекомендации по его промышленному использованию;
- 4) геологические и горнотехнические условия для правильного выбора способа вскрытия и системы разработки месторождения;
- 5) степень надежности результатов подсчета запасов и изученности месторождения для решения вопроса о промышленном назначении минерального сырья.

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

Запасы полезного ископаемого (руда, уголь) выражают в тоннах; запасы естественных строительных материалов (песок, глина, камень и т. д.) – в кубических метрах. Для руд черных металлов (железо, марганец, титан, ванадий, хром) кроме их количества по массе указывают также и среднее содержание в них металла.

Для руд цветных металлов (медь, цинк, свинец и т. д.) кроме запасов руд подсчитывают и запасы металла в тоннах.

Запасы золота, платины, серебра выражают в килограммах.

*Разведанными запасами* называют общее количество полезного ископаемого в весовом или объемном выражении, выявленного в недрах данного месторождения.

Запасы полезных ископаемых по степени пригодности их для промышленного освоения делятся на балансовые и забалансовые, подлежащие отдельному подсчету, утверждению и учету.

*К балансовым* относятся запасы всех категорий разведанности, пригодные для использования в народном хозяйстве при существующем уровне техники и экономики и удовлетворяющие требованиям кондиции.

К о н д и ц и и для подсчета запасов полезных ископаемых устанавливаются соответствующими государственными органами для каждого месторождения или для групп месторождений с аналогичными условиями на основании технико-экономических расчетов.

*К забалансовым* относятся запасы, использование которых в данное время экономически нецелесообразно вследствие малого их количества, низкого содержания ценных компонентов, особо сложных условий эксплуатации и т. д., но которые в дальнейшем могут быть объектом промышленного освоения.

По степени разведанности месторождений и изученности качества сырья запасы полезных ископаемых подразделяются на категории А, В, С<sub>1</sub> и С<sub>2</sub>.

Классификация промышленных запасов по степени их готовности к добыче (выемке).

И с х о д н ы м и б а л а н с о в ы м и з а п а с а м и, подлежащими учету на действующих горных предприятиях, являются утвержденные ГКЗ балансовые запасы в пределах горного отвода и принятые проектом разработки месторождения. Однако проектом разработки месторождения предусматриваются потери, т. е. безвозвратное оставление в недрах некоторой части балансовых запасов.

К проектным потерям относятся:

а) потери в предохранительных целиках (под охраняемыми зданиями, сооружениями и другими объектами);

б) потери из-за неблагоприятных геологических и гидрогеологических условий (обводненность, сложная форма залегания и т. д.);

в) эксплуатационные потери в пределах установленных нормативов для различных условий и систем разработки.

П р о м ы ш л е н н ы м и з а п а с а м и называется та часть исходных балансовых запасов, которая должна быть извлечена из недр при полной отработке месторождения. Следовательно, промышленные запасы получают путем исключения из исходных балансовых запасов проектных потерь.

На действующих рудниках (шахтах) промышленные запасы по степени их подготовленности к выемке подразделяют на различные категории в зависимости от вида минерального сырья и способа разработки месторождения. Для отнесения этих запасов к различным категориям руководствуются отраслевыми инструкциями, составленными отдельно для месторождений угля и сланцев, рудных и нерудных месторождений, в которых много общего.

*При подземной разработке месторождений* промышленные В с к р ы т ы е – запасы месторождения или его части, находящиеся выше горизонта подсечки капитальными вскрывающими выработками, из которых намечается проведение подготовительных горных выработок.

П о д г о т о в л е н н ы е – запасы полезного ископаемого на участках, в которых пройдены все подготовительные горные выработки, предусмотренные проектом принятой системы разработки и дающие возможность начать проведение нарезных выработок. К категории подготовленных относятся также межкамерные целики, в которых пройдены блоковые восстающие, предназначенные для выемки как камер, так и этих целиков.

Г о т о в ы е к в ы е м к е – запасы полезного ископаемого в блоке или в части блока (камера, панель), в которых пройдены все нарезные выработки и устранены различные причины, которые могут задержать начало отработки блока.

При текущем учете промышленных запасов действующего рудника (шахты) они подразделяются еще и по степени возможности вовлечения их в добычу на активные и неактивные запасы.

К а к т и в н ы м относятся не только готовые к выемке запасы, но и та часть промышленных запасов, которые готовы для перевода их в более высокие категории, например от вскрытых к подготовленным или от подготовленных к готовым к выемке запасам.

К н е а к т и в н ы м относят те части различных категорий промышленных запасов, которые в ближайшее время не могут быть вынутыми или подготовленными без выполнения специальных работ. К ним относятся запасы во временных целиках, временно затопленные и т. д.

При открытой разработке месторождений промышленные запасы по степени подготовленности к выемке делятся на следующие категории.

Вскрытые – часть промышленных запасов участков уступов, верхняя площадь которых освобождена от покрывающих пустых пород и полезного ископаемого вышележащего уступа или обнажена вследствие естественных условий залегания (например, при выходе залежи на поверхность). Во всех случаях на этом участке должна быть пройдена выездная траншея или траншея для оборудования подъемника на отметку рабочего горизонта, предусмотренного техническим проектом. В случае, когда месторождение представлено разобценными залежами, к вскрытым относят запасы той залежи, на которой выполнены вышеуказанные работы.

Границами вскрытой залежи или ее участка являются: на глубине – горизонт, подсеченный выездной траншеей, и по площади – контур обнаженного участка залежи.

Из числа вскрытых выделяют запасы: подготовленные к зачистке, готовые к выемке, во временных целиках, временно затопленные и временно находящиеся в пожарных участках.

Подготовленными к зачистке считают вскрытые запасы, не требующие для дальнейшей подготовки производства вскрышных работ, и которые нуждаются только в зачистке породы мощностью 0,5-1,0 м, оставшейся на рабочих площадках уступов.

Готовыми к выемке считают зачищенные запасы, которые могут быть извлечены без нарушения основных правил технической эксплуатации и безопасности. Запасы нижележащих уступов переходят в готовые к выемке по мере подвигания фронта очистных работ вышележащих уступов, а по верхнему уступу – по мере подвигания вскрышных работ и зачистки породы после экскаваторных работ.

К запасам во временных целиках относят запасы во временных целиках под сооружениями (например, эстакадами); вскрытые запасы в нижних уступах, выемка которых в данное время не может производиться из-за наличия неотработанных запасов в вышележащих уступах; запасы в предохранительных и путевых бермах.

К временно заваленным относят запасы, выемка которых временно невозможна вследствие завала их породой (в том числе при оползнях). После уборки этой породы временно заваленные запасы переводят в более высокие категории запасов.

К временно затопленным относят запасы на затопленных участках, откачка воды или дренаж которых могут быть осуществлены в непродолжительный срок.

Кроме приведенных выше категорий все подготовленные запасы, как и при подземной разработке месторождений, делятся на активные и неактивные.

Общие формулы для подсчета запасов любого твердого полезного ископаемого в недрах следующие:

1. Объемное количество полезного ископаемого

$$V = S m_{cp}, \quad (4.7)$$

где  $S$  – площадь залежи или ее части в данной плоскости проекции,  $m^2$ ;  $m_{cp}$  – средняя мощность залежи, измеряемая по нормали к плоскости проекции,  $m$ .

2. Количество полезного ископаемого

$$Q = V \gamma_{cp} = S m_{cp} \gamma_{cp}, \quad (4.7,a)$$

где  $\gamma_{cp}$  – средняя объемная масса полезного ископаемого,  $t/m^3$ .

3. Количество полезного компонента, например металла в рудной залежи, в тоннах или килограммах

$$P = k'Q c_{cp}, \quad (4.8)$$

где  $c_{cp}$  – среднее содержание полезного компонента, % или  $г/т$ .

Маркшейдерские работы при разработке месторождений открытым способом.

Маркшейдерские работы при открытых горных разработках заключаются в производстве съемок открытых горных работ, ситуации земной поверхности, а также в решении различных технических задач, связанных с разработкой месторождения полезного ископаемого. При этом выполняются триангуляционные работы, угломерная, тахеометрическая, мензульная и фотограмметрическая съемки; геометрическое и тригонометрическое нивелирование. Применяются также способы создания опорной сети и съемки подробностей на карьерах построением эксплуатационной сетки или профилей линий.

Создание сети опорных пунктов на открытых разработках.

Сети опорных пунктов для съемки открытых горных работ подразделяют на основную и заполняющую сети. Заполняющая сеть называется *съемочным обоснованием*.

Основная сеть опорных пунктов создается построением аналитической (триангуляционной) сети и прокладкой ходов полигонометрии. Заполняющая сеть строится на базе пунктов основной сети и служит для производства съемок подробностей.

Способы создания основной сети опорных пунктов.

Пункты основной опорной сети следует закладывать за границами ведения открытых горных работ так, чтобы сохранность этих пунктов обеспечивалась на весь срок существования открытых разработок.

Основную сеть опорных пунктов, как правило, нужно создавать построением тригонометрической сети и только в исключительных случаях путем полигонометрии.

Площадь, занимаемая открытыми разработками, обычно не особенно велика, и в зависимости от формы участка открытых разработок основная сеть опорных пунктов имеет разную форму.

Для карьеров, разрабатывающих месторождения вытянутой формы, наиболее простой и геометрически выгодной триангуляционной сетью будет цепь треугольников.

Для карьеров, разрабатывающих месторождения компактной формы, наиболее выгодной схемой триангуляционной сети будут геодезический четырехугольник или центральная система.

Основная сеть опорных пунктов открытых разработок должна быть обязательно привязана к государственной триангуляции. В исключительных случаях триангуляционная сеть открытых разработок может быть самостоятельной.

Расчет элементов переноса проекта в натуру. Перенос элементов проекта открытого способа разработки месторождений в натуру может быть произведен следующими способами:

- полярным,
- угловыми и линейными засечками,
- перпендикуляров,
- прямоугольных координат и др.

Способы привязки горнотехнических объектов.

Маркшейдерские работы по привязке горно-геологических и горно-технических объектов на карьерах производятся по схемам следующих способов:

- полярного,
- угловых и линейных засечек,
- обратной засечки и т.п.

Маркшейдерское обеспечение взрывных работ.

Маркшейдерское обеспечение взрывных работ заключается в подготовке исходного материала для составления проекта взрыва, перенесении проекта взрывных выработок в натуру, уточнении фактического положения взрывных выработок после их проходки, определении объемов взорванной массы, величины развала, выхода негабаритов и положения выработанного пространства, экскавации пород.

Для составления паспорта взрывных работ изготавливают выкопировку с плана горных выработок и, если необходимо, с разреза, на основании которых в натуру переносят проектное положение устьев скважин, закрепляемых колышками с указанием номера скважины, номера бурового станка, проектной глубины и величины сопротивления по почве.

При разбивке устьев скважин маркшейдер, как правило, выносит в натуру только границы взрываемого блока, отмечая их на верхней бровке уступа. Если границы взрываемого блока выносят при незачищенном откосе уступа, то должна быть вынесена линия створа скважин предыдущего взрыва. Разбивку устьев взрывных скважин внутри блока осуществляет мастер-взрывник. Разбивку устьев взрывных скважин производят только в тех случаях, когда участки взрыва расположены у проектной границы карьера и осуществляется проходка капитальных съездов. Основными способами вынесения взрывных выработок в натуру являются полярный и перпендикуляров.

После окончания проходки взрывных выработок выполняют съемку блока, подлежащего взрыву. С пунктов съемочной сети фиксируют положение скважин, расположенных на флангах участка. Положение скважин в промежутке определяют измерением расстояний между скважинами. Кроме этого, измеряют расстояния от скважин до верхней бровки и величину

сопротивления по почве. Отметки устьев взрывных скважин определяют геометрическим нивелированием.

Маркшейдерские работы при рекультивации земель.

При извлечении полезного ископаемого из недр государству наносится определенный ущерб в результате нарушения земной поверхности. Особенно сильно этот процесс сказывается при открытых разработках. Это предопределило необходимость рекультивации (восстановления) земель, причем при открытом способе разработки рекультивация рассматривается как неотъемлемая часть общего горнотехнического процесса.

Объектами рекультивации земель при открытых разработках являются выработанные пространства карьеров, внутренние и внешние породные отвалы, нагорные и водоотводные каналы и пр.

Рекультивация территорий, нарушенных горными работами, ведется для следующих целей:

- дальнейшего сельскохозяйственного использования земель;
- дальнейшего лесохозяйственного использования земель;
- водохозяйственного использования; гражданского и промышленного строительства;
- создания объектов и зон отдыха.

В зависимости от отмеченных направлений рекультивации к восстановительным работам предъявляются соответствующие требования. Так, при рекультивации, выполняемой для приведения земельных участков в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве, необходимо, чтобы они были спланированы под плоскую поверхность, покрыты плодородным слоем почвы, при необходимости обеспечены дорогами. При этом если восстанавливаемая земля предусмотрена для зерновых, то корнеобитаемый слой создается мощностью не менее 0,8 м, если для плодовых культур, то не менее 1,5-2,0 м. Кроме того, предъявляются определенные требования по составу пород, подстилающих корнеобитаемый слой.

При рекультивации участков под лесные насаждения грунт должен иметь благоприятные лесорастительные свойства, а в поверхностном слое не должны встречаться негабаритные включения скальных пород. Поверхность таких участков не должна иметь продольные уклоны более 10 и поперечные – более 4°.

При рекультивации земель под строительство должно быть обеспечено создание соответствующего рельефа на строительных площадках с учетом проекта застройки, организации сброса поверхностных вод.

Рекультивация включает в себя два этапа выполняемых друг за другом работ – горнотехнический и биологический. Горнотехническая рекультивация рассматривается как завершающий этап технологии горного производства, ее основной целью является создание благоприятного для произрастания растений корнеобитаемого горизонта. Биологическая рекультивация выполняется после горнотехнической и заключается в работах по восстановлению плодородия почв, созданию сельскохозяйственных и лесохозяйственных угодий, подборке вида культур и технологии их возведения, разведению рыбы в водоемах, дичи в лесах.

В проектировании и выполнении рекультивационных работ активное участие принимает маркшейдерская служба горного предприятия. По маркшейдерским чертежам составляют проект рекультивации, который маркшейдерской службой выносится в натуру. Маркшейдерами также осуществляется контроль за ходом формирования рекультивируемой поверхности и строительства сооружений на рекультивируемых площадях.

В процессе рекультивации маркшейдерская служба решает широкий круг задач, связанных со всеми процессами производства работ. Создание опорной и съемочной сетей служит для выполнения различных разбивочных работ и съемок. В зависимости от условий развития съемочной сети могут применяться различные методы создания, описанные выше, однако погрешность положения в плане пунктов съемочного обоснования не должна превышать по отношению к ближайшим пунктам опорной сети в натуре  $\pm 0,2$  м.

Топографическую съемку делают с целью получения исходного материала для составления проекта рекультивационных работ. Такую съемку удобнее называть рекультивационной. Объектами этой съемки являются естественный и техногенный рельеф, пути сообщения, контуры карьеров, откосы породных отвалов и борта карьеров, поверхностные и подземные инженерные коммуникации, дно карьеров, поверхность породных отвалов, водоотводные каналы и другие

объекты, которые должны быть учтены при проведении рекультивационных работ. Составляют маркшейдерские чертежи, связанные с проектированием и выполнением отдельных этапов рекультивационных работ.

Ведется систематический контроль за восстановлением нарушенных земель во времени и пространстве. Существенное место при этом занимает контроль вертикальной планировки, который может выполняться как с помощью обычных визирок, так и лазерных систем. При выполнении работ по засыпке отработанных карьеров маркшейдерский контроль должен быть направлен на то, чтобы рекультивируемые площади хорошо вписывались в гидрографическую сеть района. Поэтому маркшейдеры производят периодическую съемку, составляя планы и разрезы, по которым осуществляется текущий контроль за процессом рекультивации, и при необходимости внося коррективы в ход восстановительных работ.

Маркшейдеры должны учитывать объемы выполненных работ по производимым планировкам, снятию грунтов, их укладке на новое место, составлять почвенные планы и вести учет запасов, потерь и разубоживания наиболее ценных плодородных почв. Наблюдения за осадкой насыпных грунтов и контроль за соблюдением геометрических параметров породных отвалов производят в соответствии с проектом рекультивации. Маркшейдеры обеспечивают работы по выполаживанию и трассированию откосов карьеров и породных отвалов. Готовят графический материал к акту передачи восстановленных земель, маркшейдерскую отчетность по рекультивационным работам, а также принимают участие в работе комиссий по сдаче землепользователям рекультивированных земель.

## **Лекция №7 (2 ч)**

Горная геомеханика и управление состоянием массива горных пород

### **Предмет геомеханики**

Геомеханика занимается изучением механических свойств горных пород и породных массивов, слагающих земную кору, а также механических процессов в земной коре под воздействием различных природных сил (гравитации, температурного поля Земли и др.), в том числе под воздействием инженерной деятельности человека в виде горных и строительных работ. В зависимости от вида и места этой деятельности выделяются: механика грунтов, изучающая последствия строительных работ на поверхности; механика горных пород и массивов, изучающая последствия горных работ.

Механика грунтов занимается изучением механических свойств грунтов и грунтовых массивов, а также геомеханических процессов, возникающих в них при производстве горных работ. Для механики грунтов и механики горных пород не существует строгого разграничения по объектам изучения: более существенное различие состоит в методах изучения и модельном представлении геомеханических процессов.

Предметом учебной дисциплины «Геомеханика» является, главным образом, механика горных пород и отдельные фундаментальные положения механики грунтов, ориентированные на горные и горно-строительные работы.

Практика горного дела выдвигает перед геомеханикой сложные и ответственные задачи, связанные с обеспечением максимальной безопасности горных работ и определением оптимальных параметров ведения разработок. То есть ведения их с максимальным экономическим эффектом, но в то же время при достаточно высокой надежности и предотвращения, либо предвидения и локализации вредных проявлений геомеханических процессов. Поэтому ни один проект разработки месторождений, строительства гидротехнических сооружений, тоннелей, подземных хранилищ не обходится без рассмотрения основных вопросов геомеханики с предварительным проведением исследований еще на стадии геологоразведочных и изыскательских работ.

Следует напомнить, что механику в целом определяют, как науку о механическом движении материальных тел и происходящих при этом взаимодействиях между телами. Современная механика охватывает механику точки и системы точек, гидродинамику и аэродинамику, составляет основу учения о механизмах, о прочности и устойчивости сооружений. Очевидно, давая определение геомеханике, следует учитывать приведенные общие определения механики.

С учетом изложенного, геомеханику можно определять, как науку о прочности, устойчивости и деформируемости породного массива и горнотехнических объектов в поле природных и вызванных влиянием горных работ сил горного давления.

Основные процессы, изучаемые геомеханикой, можно подразделить на следующие группы: формирование напряженного состояния в породном массиве и его изменение в связи с проведением выработок; сдвигание горных пород, проявляющееся в самых разнообразных формах; взаимодействие пород и крепей. Эти группы процессов будем именовать в дальнейшем геомеханическими процессами.

### **Объект исследования и общая методология геомеханики**

Основным объектом геомеханики является породный массив, механическое поведение массива под воздействием внешних сил, а именно происходящие в нем механические процессы, «связанные» с проведением в нем горных выработок. Геомеханика весьма специфична, что обусловлено особенностями горных пород, механические свойства которых весьма различны, а степень неоднородности гораздо больше, чем для металлов, полимерных материалов и других твердых тел. Кроме того, механические и геометрические схемы задач здесь также существенно отличны от схем классических задач теории упругости, пластичности, типовых задач строительной механики, машиноведения.

В геомеханике приходится рассчитывать объемные задачи, существенную роль в которых играют процессы, связанные с деформациями пород во времени. Поскольку деформации горных пород лишь в ограниченном диапазоне следуют теории упругости, использование известных решений из классической теории упругости весьма ограничено.

Отмеченная специфичность обуславливает и применяемую общую методологию.

Первостепенное значение имеет анализ характера и форм проявления геомеханических процессов при различных способах ведения горных работ, и разнообразных горно-геологических условиях. Данные натурных исследований позволяют проанализировать изучаемые явления и процессы, уяснить их общий механизм и физическую сущность, а также проводить дальнейшие теоретические обобщения, устанавливать допустимую степень схематических задач.

Для геомеханики характерно широкое использование различных методов моделирования, позволяющих выявить в исследуемых процессах роль различных действующих факторов и получить значения необходимых параметров при невозможности сведения поставленных задач к схемам, решаемым аналитическими методами.

В геомеханике широко используются и аналитические методы решения на основе общих закономерностей теорий упругости, пластичности и предельного равновесия. При этом необходимые параметры определяют обычно из результатов натурных измерений и моделирования. При этом необходимо подчеркнуть, что получение весьма точных решений по отношению к такому неоднородному объекту, как породный массив, невозможно. Поэтому предпочтительно ставить вопрос о расчете основных параметров геомеханических процессов с точностью, удовлетворяющей практику.

Таким образом, общая методология геомеханики состоит в широком использовании и анализе натурных наблюдений с одновременным привлечением методов и приемов моделирования и аналитических исследований на базе теоретических положений из основных разделов современной механики, математических и физических аналогий.

### **История развития геомеханики и взаимосвязи с другими горными научными дисциплинами**

С первых же шагов развития горного промысла, людям, добывающим полезные ископаемые, приходилось постоянно сталкиваться с вопросами, которые ныне относят к геомеханике.

Прежде всего, это касалось оценки устойчивости пространств, образующихся в результате извлечения полезных ископаемых, а также оценки степени «добываемости» последних. На первых порах эти вопросы решались на основе практического опыта рудокопов, передаваемого из поколения в поколение, который основывался, главным образом, на визуальных наблюдениях за поведением горных пород и на интуиции.

Однако по мере развития масштабов добычи, перед горняками возникали все новые и новые трудности. С одной стороны, это преодоление вредных последствий от выемки толщ полезных ископаемых из недр и образования полостей, а с другой – ведение работ в более прочных массивах

руд и угля на больших глубинах, при сложном рельефе дневной поверхности, в непосредственной близости от ранее выработанных участков и горизонтов, под надземными сооружениями и зданиями, водоемами и т. д.

В свою очередь, это обусловило изменение технологии горнодобычных работ – взрывных работ, способов крепления, сооружения предохранительных целиков, закладки. Выбор и определение условий применения этих мероприятий настоятельно требовали изучения процессов деформирования и разрушения горных пород вокруг выработок, установления закономерностей развития этих процессов в пространстве и во времени.

Начальным этапом развития геомеханики является изучение закономерностей обрушения и оседания горных пород в выработках и на земной поверхности на базе обобщения практического опыта ведения горных работ, а также визуальных и простейших инструментальных наблюдений.

Вплоть до 20-х годов прошлого столетия в область геомеханики включались: охрана сооружений на поверхности от влияния сдвижения горных пород, изучение взаимосвязи обрушения пород над выработками с применяемыми системами разработки, развитие гипотезы свода естественного равновесия пород над выработками, расчеты устойчивых пролетов выработок и величины горного давления.

В 20-е годы прошлого столетия была создана научная школа по изучению сдвижения горных пород. В 1930-е годы началось изучение полей напряжений вокруг выработок на основе теории упругости, были предложены методы определения напряжений в породном массиве, методы моделирования с использованием эквивалентных материалов.

В 40–50-е годы были созданы: способы расчета на прочность предохранительных целиков; инженерные способы расчета горного давления на основе строительной механики и сопротивления материалов; изучен механизм взаимодействия породного массива и крепей горных выработок.

В 60–70-е годы развивались исследования: реологических процессов в породном массиве; особенностей деформирования и разрушения горных пород в условиях неравномерных нагрузок при высоком горном давлении. Расширились представления о природе горного давления, связанные с изучением тектонических полей напряжений.

Начало изучению физико-механических свойств горных пород было положено в XIX веке. В.М. Севергин ввел в России термин «горные породы». В 1936 году М.М. Протоdjяконов создал классификацию горных пород по крепости.

В 1932 году Г.К. Покровским и Н.Н. Давиденковым был предложен метод центробежного моделирования в горном деле.

В 1959 году Г.В. Кузнецовым и др. были заложены теоретические основы моделирования методом эквивалентных материалов, а также техника применения и результаты практического использования этого метода при решении различных задач геомеханики.

В 1962 году В.В. Ржевским были сформулированы основные принципы физики горных пород и процессов.

Дальнейшее развитие геомеханики вызвано возрастающими потребностями горного производства. Требовалось изучение поведения породного массива в процессе ведения горных работ в различных технологических условиях.

Взаимосвязь геомеханики, как научной дисциплины, с геологической и горной науками обширна и многогранна и для каждой из них раскрывается особым образом. По сути, геомеханика возникла на стыке трех отраслей науки: геологии, механики и геометрии недр, и по новой классификации горных наук входит в группу «Горное недроведение».

### **Основные понятия и определения**

*Геомеханика* (механика горных пород) – наука, изучающая физико-механические свойства горных пород и породного массива, их напряженное состояние, процессы деформирования и разрушения, происходящие под влиянием природных и техногенных факторов. То есть, если коротко, геомеханика – наука о геомеханическом поведении породного массива под действием внешних сил.

*Горные породы* – естественные минеральные агрегаты более или менее постоянного состава, сформировавшиеся в результате геологических процессов, и залегающие в земной коре в виде самостоятельных литологических разностей.

*Литологическая разность* – часть земной коры, сложенная одноименной горной породой.

*Породный массив* (массив горных пород) – связанная часть земной коры, сложенная одной или несколькими литологическими разностями, в пределах которой локализуются все механические процессы, обусловленные горными работами.

*Образец горной породы* – часть горной породы, изъятая из естественно залегающей литологической разности для экспериментального определения ее свойств, размеры которой больше элементарного объема горной породы.

*Элементарный объем горной породы* – фундаментальное понятие в геомеханике – наименьший объем горной породы, который сохраняет все ее свойства. Соответственно площадь сечения элементарного объема – элементарная площадка, линейный размер – элементарная длина. Объемы породы меньше элементарного обладают физическими свойствами, отличными от свойств горной породы.

*Образец породного массива* – часть породного массива, изъятая из естественного залегания для экспериментального определения его свойств, технически доступные размеры которой обычно меньше размеров экспериментального объема породного массива.

*Элементарный объем породного массива* – наименьший объем массива, который сохраняет все его свойства. Судя по определению технически доступного образца породного массива, его свойства не дают возможности составить представления о свойствах массива в целом.

В геомеханике под свойствами горных пород и породных массивов имеются в виду механические свойства: деформируемость и прочность.

*Механические свойства горной породы* – это класс физических свойств, характеризующий поведение горной породы в условиях различных механических воздействий.

*Механические свойства образца горной породы* – это механические свойства части горной породы, изъятая из естественно залегающей литологической разности и имеющей размеры не менее элементарного объема горной породы.

*Механические свойства породного массива* – это класс физических свойств, которые характеризуют поведение массива в условиях различных механических воздействий и которые, как правило, не могут быть определены как механические свойства технически доступных образцов массива.

*Механические свойства образца породного массива* – это механические свойства части массива, изъятая из естественного залегания и имеющего размер обычно меньше элементарного объема.

Изучение механических свойств горных пород и массивов является вспомогательной задачей в геомеханике, основная ее задача – изучение геомеханических процессов.

*Геомеханическое состояние* – это совокупность показателей, характеризующих деформируемость, прочность и устойчивость массива при определенном силовом воздействии, т. е. характеризующих уровень развития геомеханических процессов деформирования, перераспределения напряжений и разрушения.

*Геомеханические процессы в породных массивах* – это механические процессы деформирования (в том числе совместно с конструкциями), перераспределения напряжений и разрушения.

*Проявления геомеханических процессов* (проявления горного давления) – это инструментально или визуально наблюдаемые реализации механических процессов в виде смещений, обрушений, горных ударов и т. д., как правило, осложняющие технологию ведения горных работ, а в некоторых случаях используемые для ее совершенствования.

И наконец, приведем еще одно чрезвычайно важное понятие, связанное с изучением свойств горных пород и массивов – *геомеханическое состояние породного массива*, подразумевающее совокупность показателей, характеризующих его деформируемость, прочность и устойчивость при определенном силовом воздействии, т. е. характеризующих уровень развития механических процессов деформирования, перераспределения напряжений и разрушения.

## Лекция №8 (2 ч)

Снижение негативного воздействия на окружающую среду



Химическая и не-фтехим.	Си	Си	Ср	Ср	Н	Ср	Н
Металлургическая	Си	Си	Н	Ср	Н	Ср	О
Целлюлозно-бумажная	Ср	Си	н	н	О	н	О
Топливно-энергетическая	Си	Си	н	н	Н	н	О
Строительство	Н	Н	н	Ср	Ср	н	Н
Транспорт	Ср	Ср	н	н	Н	н	О
Горнодобывающая	Ср	Си	Си	Си	Си	Ср	Си

Примечание: О - отсутствие воздействия, Н – незначительное воздействие, Ср – воздействие средней силы, Си – сильное воздействие.

Как следует из этой таблицы, горное производство оказывает наиболее широкое воздействие на биосферу, затрагивающее практически все ее элементы. В то же время воздействие некоторых других видов деятельности на отдельные элементы биосферы проявляется более интенсивно.

Некоторыми авторами сделана попытка классифицировать воздействие горного производства на окружающую среду.

Японский ученый М. Накао разделяет негативное воздействие горного производства на окружающую среду на следующие группы:

I- осадка земной поверхности вследствие образования подземных пустот и полостей, которые возникают при извлечении полезных ископаемых и откачке шахтных вод;

II- ущерб сельскому хозяйству и рыбоводству от воздействия откачанных шахтных вод,

III- ущерб сельскому хозяйству и лесоводству от выделений газов, содержащих сернистые оксиды,

IV- ущерб живым существам, строениям и земельным угодьям вследствие образования терриконов, отстойников шахтных вод и складирования отходов.

Эта классификация является очень узкой и не отражает всех особенностей воздействия горного производства на окружающую среду.

Польские специалисты Е. Малара, Т. Скавина и З. Боярский считают, что это воздействие вызывает геомеханические, гидрологические, химические, физико-механические и термические изменения в окружающей среде.

*Геомеханические* изменения обусловлены:

- 1.Строительством карьеров, отвалов, отстойных водоемов, различных насыпей и траншей.
- 2.Деформацией поверхности в результате ведения горных работ.
- 3.Хранением отходов обогатительных фабрик и других отходов.
4. Монтажными работами, работой тяжелого оборудования и др.

В результате этого воздействия происходят изменения рельефа местности, геологической структуры массива горных пород, почвы и строительного полотна; механические повреждения почвы, ликвидация почвы и создание беспочвенных местностей; повреждения строительных объектов и инженерных сооружений.

*Гидрологические* изменения обусловлены:

Дренажным воздействием подземных и открытых горных выработок.

Деформацией поверхности в результате ведения горных работ.

Строительством карьеров, отвалов, водоемов, различных насыпей и траншей.

Смещением русел рек, строительством водоемов, перепадов и других гидротехнических сооружений.

Загрязнением вод.

Использованием подземных вод для различных целей.

Дренированием месторождений.

В результате этого воздействия происходят изменения положения и движения уровня подземных вод и гидрографической сети; ухудшение качества вод мелко залегающих водоносных горизонтов, геолого-инженерных условий строительного полотна, водного режима почвенного слоя; уменьшение ресурсов подземных вод, увеличение суффозии и механического уплотнения грунтов; изменения морфодинамического режима рек; создание пойм.

*Химические* изменения обусловлены:

1. Эмиссией газов и химически активной пыли.
2. Сбросом засоленных и загрязненных вод.
3. Воздействием токсичных компонентов, содержащихся в породных отвалах и хвостохранилищах.

В результате этого воздействия происходят изменения состава и свойств атмосферного воздуха, вод и почвы.

*физико-механические* изменения обусловлены:

1. Эмиссией пыли и аэрозолей.
2. Сбросами вод, загрязненных суспензией и гидрозолями. В результате этого воздействия происходят изменения состава и свойств атмосферного воздуха, вод и почв; изменения русел и водотоков.

*Термические* изменения обусловлены:

1. Загрязнением воздуха.
2. Сбросом подогретых вод.
3. Нагнетанием подогретых вод в массив горных пород. В результате этого воздействия происходят изменения качества атмосферного воздуха и водного бассейна.

Классификация, предложенная польскими специалистами, представляется недостаточно удачной по следующим причинам:

1. Неясны принципы, положенные в основу классификации типов изменений, так как одни и те же причины обуславливают различные изменения в окружающей среде.
2. Одни и те же результаты воздействия горного производства отнесены в различные классы.

Более целесообразно классифицировать воздействие горного производства на окружающую среду по отдельным элементам биосферы. Основные виды и результаты воздействия горного производства на биосферу приведены в табл.2.

На современном этапе развития отечественной и зарубежной науки и техники месторождения твердых полезных ископаемых разрабатываются в основном тремя способами? - открытым, подземным и геотехнологическим. В будущем значительные *перспективы* имеет подводная добыча полезных *ископаемых со* дна морей и океанов.

Таблица 2 - Основные виды и результаты воздействия горного производства на биосферу

Элементы биосферы	Воздействие на элементы биосферы	Результаты воздействия
1	2	3
Водный бассейн: воды подземные воды по-верхностные	Осушение месторождения, сброс сточных и дренажных вод Осушение и перенос поверхностных водоемов и водостоков, сброс сточных и дренажных вод, водозабор для технических и бытовых нужд предприятий	Уменьшение запасов подземных, грунтовых и поверхностных вод. Нарушение гидрогеологического и гидрологического режимов. Загрязнение водного бассейна сточными и дренажными водами. Ухудшение качества вод в результате неблагоприятных изменений гидрохимических и биологических режимов поверхностных и подземных вод
Воздушный бассейн	Организованные и неорганизованные выбросы в атмосферу пыли и газов	Загрязнение (запыление и загазованность) атмосферы

Природный ландшафт	Проведение горных выработок, сооружение отвалов, гидроотвалов, хвосто- и водохранилищ. Строительство промышленных и гражданских сооружений. Прокладка дорог и других видов коммуникации	Деформация земной поверхности. Нарушение почвенного покрова. Сокращение площадей продуктивных угодий различного назначения. Ухудшение качества почв. Изменение облика I территории. Изменение состояния грунтовых и поверхностных вод Осаждение пыли и химических соединений вследствие выбросов в атмосферу. Эрозионные прогибы.
флора и фауна	Промышленное и гражданское строительство. Вырубка лесов. Нарушение почвенного покрова. Изменение состояния грунтовых и поверхностных вод. Запыление и загазовывание атмосферы. Производственные и бытовые полны.	Ухудшение условий существования лесной, степной и водной флоры и фауны. Миграция и сокращение численности диких животных. Угнетение и сокращение видов дикорастущих растений. Снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Снижение продуктивности животноводства, рыбного и лесного хозяйства
Недра	Проведение горных выработок. Извлечение полезных ископаемых, вмещающих и вскрышных пород. Осушение месторождения. Обводнение участков месторождения. Возгорание полезных ископаемых и пустых пород. Захоронение вредных веществ и отходов производства. Сброс сточных вод	Изменение напряженно- деформированного состояния массива горных пород. Снижение качества полезных ископаемых и промышленной ценности месторождений. Загрязнение недр. Развитие карстовых процессов. Потери полезных ископаемых

Сравнительная оценка воздействия различных способов добычи полезных ископаемых на окружающую среду приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Оценка воздействия способов добычи полезных ископаемых на биосферу

Способ добычи полезных ископаемых	Уровень воздействия горного производства на биосферу				
	водный бассейн	воздушн. бассейн	флора фауна	природный ландшафт	недра
Открытый	Си	Си	Си	Си	Си
Подземный	Ср	О	Н	Ср	Си
Геотехнологический	Ср	Н	О	н	Си

Примечание. О - отсутствие воздействия, Н - незначительное воздействие, Ср - воздействие средней силы, Си - сильное воздействие.

Как следует из этой таблицы, наиболее сильное воздействие на окружающую среду оказывают открытые горные работы, наименьшее - геотехнологический способ добычи.

*Горная экология - новое направление в горных науках*

В последнее время среди других проблем, связанных с минеральными ресурсами, все большее внимание уделяется проблеме влияния добычи и использования минеральных ресурсов на окружающую среду, что объясняется рядом причин, в том числе:

1. Крупными нарушениями состояния биосферы в ряде горнопромышленных регионов, ставящими под угрозу здоровье проживающих там людей.

2. Возможностью пополнения резервов многих видов минеральных ресурсов в ряде стран только за счет экологически "грязных" источников, таких, как нефтяные пески, битуминозные сланцы, бедные руды, и др., разработка которых серьезно угрожает природной среде.

3. Перестройкой в настоящее время или в ближайшей перспективе ряда технологических процессов (из-за энергетических затруднений), которая может существенно ухудшить состояние окружающей среды.

4. Наглядностью отрицательного воздействия горного производства на окружающую среду (создание техногенного ландшафта, нарушение водного и воздушного режимов в горнопромышленных районах и др.).

5. "Ответственностью" минеральных ресурсов, используемых в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве, за экологическую чистоту последующей производственной цепочки.

Следует констатировать, что в области охраны окружающей среды от вредного воздействия горного производства имеется еще много нерешенных вопросов, что обусловлено рядом причин объективного и субъективного характера:

1. качественными различиями кругооборота вещества и энергии в искусственных (хозяйственных) и в естественных (экологических) системах;

2. недостаточным обоснованием экологических ограничений в технологии добычи и переработки ископаемых;

3. противоречиями между требованиями улучшения технико-экономических показателей горного производства и необходимостью сохранения биосферы в оптимальном состоянии;

4. недостаточной разработанностью методов экономической оценки природных ресурсов и ущерба, наносимого горным производством элементам биосферы;

5. ведомственным подходом к охране и рациональному использованию природных ресурсов;

6. недостаточной подготовленностью работников горного производства в вопросах экологии.

Если раньше охрана окружающей среды предполагала в основном разработку и реализацию мероприятий только защитного характера, то теперь уровень развития производства (и горного производства, в частности) требует расширения этого понятия с включением в него и планового управления природными ресурсами.

Важнейшей стороной проблемы взаимодействия горного производства с окружающей средой в современных условиях является и все более усиливающаяся обратная связь, т.е. влияние условий окружающей среды на выбор решений при проектировании, строительстве горных предприятий и их эксплуатации (способ осушения месторождения, вид рекультивации, способ отбойки горной массы, размещение отвалов вскрышных и вмещающих пород и др.).

Для разработки и успешной реализации долгосрочной общегосударственной программы рационального и эффективного использования минеральных ресурсов в сочетании с охраной окружающей среды необходимо под иным углом зрения рассматривать деятельность горного предприятия и интенсивно развивать научные исследования в этом направлении.

Наше время характеризуется возникновением, развитием и становлением новых наук и научных направлений. Они рождаются тогда, когда уровень научных знаний и разработанности методов исследований позволяют вскрыть фундаментальную общность процессов, явлений и общественных отношений, казавшихся ранее далекими друг от друга.

Каждая отдельная наука (в том числе и горная), взятая сама по себе, представляет собой концептуальную систему идей и понятий, имеющую замкнутый характер. Вместе с тем в науках, изучающих Землю, все более утверждается диалектическая идея взаимосвязанности и взаимообусловленности изучаемых явлений. Современный этап развития горной науки показывает, что барьеры, ограждавшие ее от других наук, исчезают, и на стыке горных наук и экологии на основе научных идей и разработок академиков РАН М.И. Агошкова, Б.Н. Ласкорина, Н.В. Мельникова, В.В. Ржевского, Е.М. Сергеева, А.В. Сидоренко, К.И. Трубецкого, Н.Ф. Федоренко, Т.С. Хачатурова, С.С. Шварца и др. возникают условия для становления и развития нового направления в горных науках - горной экологии (экологии горного производства), имеющей большое теоретическое и прикладное значение.

Впервые понятие "горная экология" было предложено в 1978 г. академиком РАЕН М.Е. Певзнером. Он определил тогда горную экологию как новое научное направление, мучающее закономерности воздействия человека на окружающую среду в сфере горного производства.

Предметом горной экологии в настоящее время является взаимосвязь физических и химических процессов, возникающих при недропользовании, с кругооборотом вещества и энергии в биосфере,

Цель этого направления - разработка научных основ экологически безопасного недропользования и рекомендаций по их практической реализации.

Для достижения поставленной цели на современном этапе развития горной экологии необходимо решить следующие задачи:

1. сформулировать сущность всей проблемы в целом;
2. разработать научную программу и методы изучения проблемы;
3. построить общую и частные модели взаимодействия человека с окружающей средой при пользовании недрами;
4. обобщить результаты проведенных исследований и разработать комплекс рекомендаций по обеспечению оптимального уровня воздействия недропользования на окружающую среду.

Формирование горно-экологического направления соответствует современным тенденциям развития экологии вообще, которая возникла более 100 лет назад как учение о взаимосвязи "организм-среда" и на наших глазах становится теоретической основой поведения в природе человека индустриального общества.

Член-корреспондент РАН Л.А. Пучков выделяет горную экологию как одну из "горных наук внешней сферы", которые определяются как совокупность знаний о взаимосвязях горного дела с окружающим миром.

Горно-экологические исследования базируются на широком привлечении данных различных наук для вскрытия и анализа междисциплинарных (в научном отношении) и межотраслевых (в практическом плане) связей, позволяющих подойти к всестороннему рассмотрению проблемы "горное дело и окружающая среда". Такой подход охватывает три аспекта рассматриваемой проблемы: горное дело как объект, воздействующий на окружающую среду; окружающая среда как объект, определяющий условия развития горного дела; взаимодействие этих двух объектов.

Изучая процессы горного дела и их воздействие на биосферу и учитывая многочисленность и разнообразие видов этого воздействия, горная экология использует как методы физики, химии, биологии, математики, механики, геологии и горных наук, так и методы, применяющиеся в экономике и социологии.

В соответствии с законом РФ "О недрах" недра предоставляются в пользование для геологического изучения, добычи полезных ископаемых, использования отходов горнодобывающего и связанных с ним Перерабатывающих производств, строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых; образования особо охраняемых геологических объектов и сбора геологических и коллекционных материалов.

Очевидно, что горную экологию должны интересовать в первую очередь те процессы и явления, которые возникают в окружающей среде при добыче и переработке полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных сооружений. Создание единой системы обеспечения экологической безопасности пользования недрами не имеет аналогов в отечественной и зарубежной Практике, и в силу своей масштабности и значимости эта проблема станет центральной в горно-экологических исследованиях.

В параграфе 2.1. отмечалось, что природоохранная политика в горнодобывающих отраслях промышленности должна исходить из государственной стратегии охраны окружающей среды и обеспечения устойчивого развития страны, что позволит сбалансировано решать задачи социально-экономического развития на перспективу и сохранить природоресурсный потенциал в целях удовлетворения жизненных потребностей населения.

Рассматривая применимость концепции устойчивого развития к решению проблемы обеспечения безопасности окружающей среды при пользовании недрами, необходимо отметить следующее:

1.ресурсы недр (твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые, энергетические ресурсы и подземные полости естественного и техногенного происхождения) являются важнейшим компонентом жизнеобеспечения общества,

2.нерациональное использование ресурсов недр может привести к их физическому или экологическому истощению. Под физическим истощением понимается полное исчерпание какого-либо вида ресурса недр. Экологическое истощение рассматривается с двух точек зрения: во-первых, создание неблагоприятных условий жизни и работы людей в районах добычи минеральных ресурсов, что делает невозможным освоение того или иного горнодобывающего района, во-вторых, отрицательное влияние на окружающую среду в глобальном масштабе деятельности по освоению ресурсов недр, что может заставить пересмотреть всю стратегию в этой отрасли.

Таким образом, концепция устойчивого развития является базовой при решении основной задачи горной экологии на современном этапе - разработки научных основ экологически безопасного недропользования.

Экологически безопасное недропользование включая следующие элементы:

Рациональное использование ресурсов недр, их охрана и воспроизводство

*Рациональное использование ресурсов недр* в свете концепции устойчивого развития должно в перспективе снизить удельный расход минерального сырья на единицу ВВП. Для этого необходимо:

1.в сфере производства минерального сырья осуществлять комплексное освоение крупных сырьевых регионов, добывать и перерабатывать минеральное сырье с высокими показателями извлечения, комплексно использовать все компоненты, содержащиеся в минеральном сырье, утилизировать вмещающие породы и отходы производства, пересматривать кондиции и вовлекать в эксплуатацию на основе прогрессивных технологических решений запасы минерального сырья, отнесенные к забалансовым, и так называемые "малые" месторождения, т.е. месторождения со сравнительно ограниченными запасами полезных ископаемых, пригодных для удовлетворения потребностей в данном виде сырья одного или нескольких соседних регионов, использовать выработанное пространство для захоронения отходов производства;

2.в сфере потребления минерального сырья снизить расход сырья за счет применения более совершенной технологии, использовать вторичное сырье и отходы, заменять минеральное сырье искусственными материалами из возобновляемых ресурсов и т.д.

*Воспроизводство ресурсов недр.* Принято считать; что ресурсы недр - это твердые, жидкие и газообразные полезные ископаемые, энергетические ресурсы и полости естественного и техногенного происхождения в массиве горных пород.

Академик РАН М.И. Агошков разделяет ресурсы недр на 6 основных групп:

*I группа - месторождения полезных ископаемых. Эта группа включает две подгруппы- месторождения твердых, жидких или газообразных полезных ископаемых однородного состава;*

комплексные месторождения твердых, жидких или газообразных полезных ископаемых, представленные близко расположенными залежами с существенно различным вещественным составом. Разработку таких месторождений можно вести совместно из единой сети горных выработок, а переработка добытых полезных ископаемых различного вещественного состава должна осуществляться раздельно или по различным технологическим схемам;

*II группа - отвалы вскрышных и вмещающих пород, терриконы угольных шахт, отвалы и склады забалансовых полезных ископаемых;*

*III группа - отходы горно-обогатительного и металлургического производства;*

*IV группа - глубинные источники пресных, минеральных и термальных вод; «*

*V группа - внутреннее глубинное тепло недр Земли,*

*VI группа - природные и техногенные (созданные в результате деятельности человека) полости в массиве горных пород.*

Проблема создания и воспроизводства ресурсов и является относительно новой в горной науке и в принципиальном плане рассмотрена в работах ППКОН РАН, в которых введены такие новые понятия как "ресурсовоспроизводящие технологии" и "ресурсовоспроизводящие функции" горного производства.

Под ресурсовоспроизводящими технологиями понимаются прямые воздействия или дополнительные технологические процессы, при применении которых, наряду с использованием

тех или иных ресурсов недр, производятся целенаправленные изменения условий залегания, агрегатного состояния и качества геогенных и техногенных образований, создающие новые виды ресурсов недр, либо переводящие потенциальные ресурсы в реальные.

Как отмечает академик РАН К. Н. Трубецкой, реализация ресурсовоспроизводящих функций горного производства требует придания многоцелевого характера каждому очередному этапу освоения ресурсов недр с применением соответствующей техники и технологии.

*Охрана ресурсов недр* - это система технических, экономических и организационно-правовых мероприятий, обеспечивающих соблюдение установленного порядка пользования ресурсами недр. Основные требования к охране недр изложены в статье 23 закона РФ "О недрах" и включают, в том числе:

1. обеспечение полного и комплексного геологического изучения недр;
2. соблюдение установленного порядка предоставления недр в пользование и недопущение самовольного пользования недрами;
3. недопущение вредного влияния работ, связанных с использованием недрами, на сохранность запасов полезных ископаемых;
4. охрану месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других факторов, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений или осложняющих их разработку;
5. предотвращение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа и иных веществ и материалов, захоронении вредных веществ и отходов производства, сбросе сточных вод;
6. охрану участков недр, представляющих особую научную или культурную ценность.

Рациональное использование, воспроизводство и охрана других ресурсов биосферы (водного и воздушного бассейнов, земельных ресурсов, флоры и фауны) при пользовании недрами.

Для современной экологической ситуации в России характерен чрезвычайно высокий уровень воздействия на окружающую среду различных видов пользования недрами и в первую очередь добычи полезных ископаемых.

Решение проблемы экологически безопасного недропользования осуществляется в следующих пяти направлениях: информационном, техническом, правовом, экономическом и организационном.

Научное направление здесь не выделено в качестве самостоятельного, поскольку разработка и практическая реализация мероприятий в рамках каждого из указанных направлений требует проведения крупномасштабных исследований.

*Информационное направление* связано с разработкой и промышленной реализацией системы горноэкологического мониторинга для получения информации о процессах и явлениях, происходящих в биосфере при пользовании ресурсами недр.

*Техническое направление* предусматривает разработку новых и совершенствование существующих технических средств и технологических решений по осуществлению экологически эффективного недропользования.

*Правовое направление* включает работы по кодификации горного законодательства. Необходимо отделить, действующие нормы от устаревших, обосновать новые правовые нормы по тем вопросам, которые еще не решены законодательно (в первую очередь природоохранные), и создать новый сводный акт - Кодекс России о недрах, построенный на единых принципах.

*Экономическое направление* включает разработку экономического механизма, стимулирующего природоохранную деятельность при пользовании ресурсами недр. Здесь, в частности, предполагается:

1. совершенствование системы платежей за загрязнение биосферы в процессе недропользования,
2. создание налоговых стимулов, побуждающих предприятия и отдельных предпринимателей вкладывать средства в природоохранные мероприятия,
3. экологическое страхование предприятий, работающих в сложных горно-геологических и гидрогеологических условиях и добывающих сырье, представляющее повышенную экологическую опасность, и др.

*Организационное направление* должно предусматривать меры, направленные, прежде всего на демонополизацию управления Государственным фондом недр.

Проблема экологически безопасного недропользования, основанного на концепции устойчивого развития, является центральной для горной экологии как нового научного направления.

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

6.1. Гавришев С.Е., Кузнецова Т.С. Методические указания к практическим работам по дисциплине «Технология и комплексная механизация открытых горных работ». Магнитогорск: МГТУ, 2008. - 18 с.

6.2. Гавришев С.Е., Пыталев И.А. Углубочные системы разработки. Магнитогорск: МГТУ, 2010. - 23 с.

### 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	Современные вызовы и актуальные проблемы горного дела. Современное состояние и основные направления развития техники и технологий разработки месторождений твердых полезных ископаемых.	Индивидуально	Раскрыть тему; введение; основная часть; заключение	[1], 51-108	Один реферат или презентация по выбору студента	До ноября	5
2	Современные горнотехнические системы. Принципы вскрытия и подготовки шахтных (карьерных) полей. Выбор и обоснование схемы вскрытия и способа подготовки шахтного поля.			[1], 115-126			
3	Организация проектных работ. Стадии технологического проектирования. Проект карьера, шахты.			[1], 154			
4	Современные тренды и вызовы. Индустрия 4.0, технологии виртуальной и дополненной реальности, интернет вещей. 3D и 5D концепции. Передовые цифровые, интеллектуальные и роботизированные технологии горного производства.			[3], 214-238			
5	Основные подходы к оценке и управлению профессиональными рисками, принципы построения системы управления охраны на различных уровнях управления (от национального до уровня			[3], 238-266			

	предприятия). Понятие автоматизированных систем контроля.						
6	Современные методы съемок при маркшейдерском обеспечении горного производства.			[3], 187-210			
7	Напряженно-деформированное состояние массива «возмущенного» ведением горных работ. Требования к способам управления состоянием массива.			[4], 41	Один реферат или презентация по выбору студента	До декабря	5
8	Основные экологические проблемы при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Природные экологические системы, их изменения в результате горнодобывающей деятельности.			[5], 153			
	<b>Итого: 102 ч</b>						<b>10</b>

**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. Какие основные технологические свойства горных пород определяют производительность машин и труда рабочих?
2. Какими факторам определяются размеры поперечного сечения подземных горных выработок в свету?
3. Какие факторы влияют на выбор способа проведения подготовительных выработок?
4. Как разделяются подземные горные выработки в зависимости от назначения?
5. Как называется проведение комплекса вскрывающих выработок, которые открывают доступ с поверхности к полезному ископаемому и обеспечивают возможность проведения основных подготовительных выработок?
6. От чего зависит объем околовольного двора?
7. Как называется комплекс зданий, сооружений и оборудования, предназначенный для подъема, приема, переработки и отправки потребителям полезного ископаемого, приема и складирования породы, подачи воздуха в шахту?
8. Каким основным требованиям должна отвечать технология очистных работ при отработке пластов лавами?
9. В каких горно-геологических условиях целесообразно применение струговых установок?
10. Как называется технический график, который строится с учетом тех-нологической и организационной взаимосвязи процессов в пространстве и во времени. По оси ординат приводится длина очистного забоя, а по оси абсцисс - продолжительность суток?
11. Что называется системой разработки?
12. Какие достоинства и недостатки присущи столбовой системе разработки?
13. Что ограничивает применение камерных систем разработки?
14. В чем заключаются основные отличия поточной и циклической организации работ?
15. Из каких основных блоков состоит технологический комплекс поверхности?

16. Как называется взаимосвязанный комплекс капитальных горных выработок, расположенных непосредственно у ствола на данном горизонте, специально оборудованных и связывающих ствол с главными выработками горизонта и предназначенных для обслуживания горных работ на горизонте в соответствии с назначением ствола?
17. Как называется отношение времени работы выемочной машины по выемке полезного ископаемого к времени продолжительности смены с учетом регламентируемых и случайных перерывов в технологии
18. Как называется способность горных пород в раздробленном состоянии саморозогреваться и возгораться?
19. Какая горизонтальная выработка имеет выход на земную поверхность?
20. Какие достоинства и недостатки имеет способ охраны выработок целиками?
21. Какие основные причины могут иметь технологические перерывы в длинном очистном забое?
22. Какие основные схемы проветривания выемочных участков используются при подземной разработке пластовых месторождений?
23. Какие технологические процессы при проведении выработок являются основными?
24. Что такое экологический мониторинг?
25. Каковы задачи экологического мониторинга?

### **Контрольные вопросы к 2 модулю:**

1. Как подразделяется мониторинг по масштабу наблюдений и характеру обобщения информации?
2. Каковы системы мониторинга по методам наблюдения?
3. Как классифицируются системы мониторинга?
4. Как Вы понимаете термин «авария» применительно к объекту ведения горных работ?
5. Какой принцип заложен в модель «галстук-бабочка»?
6. Какие этапы включает в себя процедура оценки риска?
7. Как Вы понимаете термин «опасность»?
8. Что представляет собой показатель LTIFR?
9. Какие стадии комплексного подхода к снижению уровня производственного травматизма и профессиональной заболеваемости определяет Международная организация труда?
10. Что включает в себя стратегия предотвращения несчастных случаев?
11. Что предусматривает концепция «Нулевого травматизма»?
12. Какой номер носят Международные стандарты в области качества, охраны окружающей среды и безопасности труда?
13. Какой принцип заложен в основу всех современных систем управления?
14. Для чего нужны многофункциональные системы безопасности (МФСБ)?
15. Какие системы включает в себя Комплекс «Умная шахта»?
16. Какие функции выполняет система Granch МИС?
17. Какова точность определения местонахождения (позиционирования) людей?
18. С какой целью при определении концентрации пыли измеряют температуру и давление воздуха?
19. От каких факторов зависит характер образующегося поля напряжений вокруг выработок?
20. На какие группы делятся способы охраны горных выработок?
21. Какие способы охраны горных выработок находят применение при разработке пластовых месторождений?
22. Чем обусловлена необходимость обоснования места расположения относительно краевых частей массива?
23. В чем заключаются недостатки способа охраны выработок методом оставления предохранительных целиков?
24. Чем обусловлено возникновение опорного давления?
25. Какие зоны по уровню напряжений выделяют впереди очистного забоя?

## **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.