

ФАНО РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК»  
(ФИЦ УУХ СО РАН)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**учебной дисциплины**

**Геомеханика, разрушение горных пород**

Направление подготовки: 21.06.01. – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых

Направленность: 25.00.20 - Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная  
аэрогазодинамика и горная теплофизика

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: очная

Кемерово, 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

1.	Цели и задачи освоения учебной дисциплины.....	3
2.	Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.....	3
3.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине.....	3
4.	Содержание и структура учебной дисциплины .....	10
4.1.	Содержание разделов учебной дисциплины .....	10
4.2.	Распределение часов по семестрам и видам занятий .....	13
4.3.	Темы, выносимые на лекционные занятия .....	13
4.4.	Лабораторные занятия .....	15
4.5.	Практические занятия (семинары) .....	15
4.6.	Самостоятельная работа .....	18
5.	Образовательные технологии .....	19
6.	Материально-техническое обеспечение дисциплины .....	19
7.	Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций.....	19
7.1.	Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине.....	19
7.2.	Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся .....	20
7.2.1.	Типовые контрольные задания или иные материалы .....	20
7.3.	Шкала академических оценок освоения дисциплины .....	23
7.4.	Система оценки достижений обучающегося по дисциплине .....	23
8.	Учебно-методическое обеспечение дисциплины.....	25
8.1.	Основная литература .....	25
8.2.	Дополнительная литература.....	25
8.3.	Интернет-ресурсы .....	26
8.4.	Методические указания к лабораторным занятиям.....	26
8.5.	Методические указания к практическим занятиям.....	27
8.6.	Методические указания к видам самостоятельной работы .....	27

## 1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины

**Цель** дисциплины заключается в формировании у аспирантов углубленных профессиональных знаний о геомеханических процессах протекающих в массивах горных пород при разработке полезных ископаемых.

**Задачами** дисциплины являются:

1. Освоение теоретических основ изучаемой дисциплины.
2. Освоение методических основ проведения лабораторных и натурных экспериментов при решении поставленных задач.
3. Обоснование направлений повышения эффективности горного производства на основе использования закономерностей геомеханики.
4. Совершенствование методов, средств, технологий при добыче полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации сооружений.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина отнесена к обязательным дисциплинам вариативной части Блока 1 программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для освоения данной дисциплины обучаемый должен:

**знать** методы анализа, закономерности поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений;

**уметь:** выполнять инженерные расчеты и строить математические модели физических процессов, происходящих при разработке полезных ископаемых;

**владеть:** основами технологий добычи твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов; способностью к обобщению и анализу информации, постановке целей и выбору путей их достижения.

Дисциплина изучается на 3 году обучения (курсе).

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 21.06.01. – Геология, разведка и разработка полезных ископаемых (табл. 1).

Таблица 1

Коды компетенции	Результаты освоения дисциплины ООП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
ОПК-1	способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	<b>знать:</b> - основные тенденции развития теоретических и экспериментальных исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики <b>уметь:</b> - определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты <b>владеть:</b> методологией теоретических исследований, методами научного поиска, научного моделирования и системного анализа

<b>Профессиональные компетенции</b>		
ПК-1	<p>способность выполнять информационный поиск и анализ информации по объектам исследований в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики</p>	<p><b>знать:</b> методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений при открытой и подземной добыче полезных ископаемых; методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач геомеханики и рудничной аэрогазодинамики, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>уметь:</b> анализировать полученные результаты, альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, обобщать, создавать, сопоставлять и оценивать эти варианты, формулировать выводы и давать практические рекомендации по использованию результатов исследований</p> <p><b>владеть:</b> навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования</p>
ПК-4	<p>готовность осуществлять научно-исследовательскую, научно-производственную и экспертно-аналитическую деятельность в области геомеханики, разрушения горных пород, рудничной аэрогазодинамики и горной теплофизики</p>	<p><b>знать:</b> современные способы моделирования в области геомеханики, аэрогазодинамики и методы их исследования и анализа</p> <p><b>уметь:</b> применять компьютерное моделирование, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей</p> <p><b>владеть:</b> информацией и навыками создания моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов</p>

## 4. Содержание и структура учебной дисциплины

### 4.1. Содержание разделов учебной дисциплины

#### Тема 1. Геомеханика

1.1. Основные представления о геомеханике, как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уровни. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.

1.2. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно – деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках.

1.3. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования.

1.4. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

1.5. Сдвигание породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвига горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвига породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

1.6. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

1.7. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные

факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

1.8. Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и природных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования. Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

## **Тема 2. Разрушение горных пород**

2.1. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непродохранных и предохранительных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

2.2. Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

2.3. Разрушение негабаритов: Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

2.4. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости. Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом,

дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

2.5. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов, содержащихся в породе влаги или минералов. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоёмкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).

2.6. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления. Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

2.7. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струёй воды и различными типами механического инструмента. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

2.8. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоёмкость. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

## 4.2. Распределение часов по семестрам и видам занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часа), в том числе:

*Очная форма обучения*

Таблица 2

№ п.п	Наименование тем	Всего	Контактная работа с преподавателем		Самостоятельная работа Аспиранта (СРА)	Форма текущего контроля
			Лекционные	Практические /семинарские		
1	Геомеханика	108	16	20	72	собеседование, подгото-

						товка реферата, презентации
2	Разрушение горных пород	72	16	20	36	собеседование, подготовка реферата, презентации
	Всего: 216 часа (6 з.е.)		32	40	108	36 экзамен

#### 4.3. Темы, выносимые на лекционные занятия

Таблица 3

№№ темы	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
1	1.1	Массив горных пород и его состояние.	[1], [4, 7]
1	1.2	Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Геомеханические модели массива горных пород.	[1], [4, 7]
1	1.3	Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве	[1], [4, 7]
1	1.4	Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок.	[1], [7, 15]
1	1.5	Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвигения горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвигения породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.	[1], [7, 22]
1	1.6	Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.	[7], [28]



№№ темы	№№ разделов тем дисциплины, выносимых на лекции	Содержание	Литература
1	1.7	Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров, способы управления состоянием бортов карьеров.	[1], [15]
1	1.8	Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование.	[1], [17]
2	2.1	Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения.	[2], [27]
2	2.2	Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок.	[2], [16]
2	2.3	Разрушение негабаритов: Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения.	[2], [16]
2	2.4	Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами.	[7], [12]
2	2.5	Разрушение горных пород электрофизическими способами.	[1], [31]
2	2.6	Гидравлическое разрушение горных пород.	[1], [23]
2	2.7	Гидромеханическое разрушение угля и горных пород.	[1], [23]
2	2.8	Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.	[1], [4]

#### 4.4. Лабораторные занятия

*Учебным планом не предусмотрены*

#### 4.5. Практические занятия (семинары)

##### Тема 1. Геомеханика

##### План

1.1. Основные представления о геомеханике, как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уров-

ни. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.

1.2. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно – деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках.

1.3. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования.

1.4. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

1.5. Сдвигание породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвигания горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвигания породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

1.6. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

1.7. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

1.8. Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования. Снижение напо-

ра подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

#### **Литература:**

- 1.1. [1], [4, 7]
- 1.2. [1], [4, 7]
- 1.3. [1], [4, 7]
- 1.4. [1], [7, 15]
- 1.5. [1], [7, 22]
- 1.6. [7], [28]
- 1.7. [1], [15]
- 1.8. [1], [17]

### **Тема 2. Разрушение горных пород**

#### **План**

2.1. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непереходных и переходных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

2.2. Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

2.3. Разрушение негабаритов: Способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

2.4. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками). Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами. Свойства горных пород, влияющих на процессы механиче-

ского разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости. Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

2.5. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов, содержащихся в породе влаги или минералов. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоёмкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).

2.6. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления. Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

2.7. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струёй воды и различными типами механического инструмента. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

2.8. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоёмкость. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

**Литература:** (ссылка на литературу)

2.1. [2], [27]

2.2. [2], [16]

2.3. [2], [16]

2.4. [7], [12]

2.5. [1], [31]

2.6. [1], [23]

2.7. [1], [23]

2.8. [1], [4]

#### 4.6. Самостоятельная работа

Таблица 4

№ п/п	Наименование видов самостоятельной работы	Трудоемкость (в академических часах)	Методические материалы
1	Расчетно-графическая работа № 1. Сдвигание земной поверхности и массива горных пород при очистной выемке	21/32	[7], [8]
2	Расчетно-графическая работа № 2. Построение границ защищенных зон при отработке свиты пластов	21/32	[7], [8]
3	Расчетно-графическая работа № 3. Оценка удароопасности при ведении горных работ вблизи геологических нарушений	22/32	[7], [8]
4	Расчетно-графическая работа № 4. Построение суммарной эпюры при взаимном наложении полей напряжений	22/33	[7], [8]
5	Расчетно-графическая работа № 5. Расчет устойчивости борта карьера	22/33	[7], [8]
<b>Итого</b>		108	

#### 5. Образовательные технологии

Таблица 5

##### Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, СМ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество аудиторных часов
	Л, ПР	Технология дискуссионного общения. Публичное обсуждение или свободный вербальный обмен знаниями, суждениями, идеями или мнениями по поводу какого-либо спорного вопроса, проблемы.	12
	Л, ПР	Доклад (публичное сообщение) – развернутое изложение какой-нибудь темы или же итоговое выступление с информацией. Он характеризует уровень познавательной деятельности, самостоятельности, активности аспирантов в учебной, методической и научной работе за определенный период (квартал, семестр, учебный год).	8
	Л, ПР	Модерация – сложная форма организации обучения, комплекс взаимосвязанных условий, методов и приемов организации совместной деятельности участников для выявления, осмысления и анализа затруднений в профессиональной деятельности, поиска путей их разрешения, неформального осмысления и распространения опыта коллег, а также взаимного обучения на ос-	20

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, СМ)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество аудиторных часов
		нове знаний и опыта участников.	
<b>Итого</b>			40

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для проведения лекционных занятий по дисциплине требуется стандартная аудитория на 10 мест с компьютером и проектором; рабочими местами преподавателя и обучающихся, трибуной для выступающих.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточных аттестаций

### 7.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

*Таблица 6*

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1.	Тема 1. Геомеханика	ОПК – 1, ПК – 1, ПК – 4	собеседование, подготовка реферата, презентации
2.	Тема 2. Разрушение горных пород	ОПК – 1, ПК – 1, ПК – 4	собеседование, подготовка реферата, презентации

## 7.2. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся

### 7.2.1. Типовые контрольные задания или иные материалы

#### Экзаменационные вопросы

#### Тема 1. Геомеханика

1. Основные представления о геомеханике, как науке о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ, и ее объекте – массиве горных пород, являющемся частью земной коры.

2. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах, а также о причинах различия свойств массива и образцов горных пород. Масштабный эффект и масштабные уровни.

3. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению.

4. Методы изучения и прогнозирования состава, строения, состояния и свойств горных массивов.

5. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов.

6. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.

7. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность.

8. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.

9. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и природных условиях.

10. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений. Характер напряженно – деформированного состояния массива при таких полях, оценка компонентов тензора напряжений в его заданных точках.

11. Геомеханические процессы, происходящие в геологической среде под влиянием горных работ и управление ими при подземных и открытых работах, а также подземном и гражданском строительстве.

12. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.

13. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования.

14. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых. Управление тяжелыми кровлями угольных месторождений.

15. Особенности деформирования и разрушения породных массивов вблизи забоя, устья и сопряжений выработок.

16. Деформирование и разрушение кровли, почвы и породных целиков очистных выработок.

17. Зоны опорного давления в окрестности выработок. Физическая природа концентрации напряжений в зонах опорного давления и характер распределения напряжений в зависимости от ряда определяющих природных и производственных факторов.

18. Сдвигение породных массивов под влиянием подземных и открытых горных работ. Связь сдвига горных пород и газовыделения в горные выработки и на поверхность. Определение параметров сдвига породных массивов и земной поверхности. Защита зданий, сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных разработок.

19. Динамические проявления геомеханических процессов в виде горных ударов и внезапных выбросов; их прогноз и предупреждение. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов.

20. Геодинамическое районирование. Раскройка шахтных полей в условиях блочного строения массива, рациональное расположение выработок в активных геодинамических зонах.

21. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.

22. Устойчивость горных выработок и подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные положения механики подземных сооружений.

23. Крепи горных выработок и их роль в управлении напряженно-деформированным состоянием массива. Капитальные, подготовительные и очистные выработки. Требования к выбору типа и параметров крепи.

24. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ.

25. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.

26. Понятие о сейсмических волнах, их параметры и воздействие сейсмических сигналов на строящиеся и эксплуатируемые подземные сооружения. Принципы и приемы геомеханического воздействия на массив для повышения интенсивности и продолжительности нефте- и газоотдачи скважин. Методы контроля.

27. Связь между геомеханическими и геодинамическими процессами. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования.

28. Снижение напора подземных вод в водоносных породах и их осушение. Влияние подземных вод на устойчивость горных выработок и откосов горных пород. Горно-строительный дренаж. Осадка толщ горных пород в результате глубокого водопонижения.

## Тема 2. Разрушение горных пород

1. Разрушение горных пород взрывом. Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения.

2. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ.

3. Бризантные и фугасные свойства неперехранительных и переходных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.

4. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом.

5. Основы моделирования действия взрыва в горных породах. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке.

6. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва.

7. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления.

8. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив.

9. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде. Оценка результатов взрыва и основные технико-экономические критерии эффективности.

10. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах.

11. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.

12. Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок. Способы бурения и расширения шпуров и скважин. Вращательное, ударно-вращательное, шарошечное, термическое, электротермическое, электрофизическое, гидравлическое, гидромеханическое и другие комбинированные способы бурения.

13. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения.

14. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.

15. Разрушение негабаритов: способы, техника и технология взрывного, механического, термического, электротермического, электрофизического разрушения. Механизм разрушения и расчет параметров разрушения каждым из указанных способов.

16. Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами. Особенности процесса разрушения угля и горных пород инструментами (резцами и шарошками).

17. Методы и способы экспериментальных исследований процесса разрушения комбайнами и стругами.

18. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости.



19. Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров.

20. Влияние параметров породоразрушающих инструментов, режима и схем разрушения на силовые и энергетические показатели процессов механического разрушения горных пород и углей.

21. Разрушение горных пород электрофизическими способами. Электрическое поле в несовершенном диэлектрике. Диэлектрические характеристики горных пород. Система уравнений электромагнитного поля.

22. Поведение пород в магнитном поле. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле.

23. Формирование полей термических напряжений. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной: термический и за счет фазовых переходов, содержащихся в породе влаги или минералов.

24. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами: разрушение скальных отдельностей (характер разрушения, типы пород, энергоемкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ волнами (типы пород, энергозатраты).

25. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления. Тонкие струи воды высокого давления их структура и гидродинамические параметры.

26. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива.

27. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления. Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

28. Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями. Сущность способа. Факторы, определяющие эффективность процесса разрушения горных пород и других материалов гидроабразивными струями воды.

29. Гидромеханическое разрушение угля и горных пород. Сущность способа и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива применительно к использованию в очистных и проходческих комбайнах. Основные факторы, определяющих процесс гидромеханического разрушения и критерии оценки их эффективности. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород.

30. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и различными типами механического инструмента. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

31. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.

32. Измельчение горной массы: типы мельниц, условия их применения, механизмы измельчения, энергозатраты и способы их снижения, влияние различных факторов на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

## Вопросы для собеседования

### Раздел 1. Геомеханика

1. Массивы горных пород, геологическое и тектоническое строение, классификация по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению.

2. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов.

3. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.
4. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.
5. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях.
6. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород.
7. Зоны опорного давления в окрестности выработок.
8. Динамические проявления геомеханических процессов.
9. Геодинамическое районирование.
10. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.
11. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений.

## Раздел 2. Разрушение горных пород

1. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках, физические и механические модели разрушения горных пород взрывом.
2. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы в условиях горного предприятия.
3. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.
4. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов. Типизация угольных пластов по разрушаемости.
5. Физические особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом, дисковыми и штыревыми шарошками, комбинированным инструментом.
6. Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления.
7. Дробление горной массы: типы дробилок, область их применения, механизм разрушения, параметры дробления и его энергоемкость.

## Вопросы для самостоятельной работы

1. Проявления горного давления.
2. Механические свойства массивов горных пород.
3. Напряженное состояние массива горных пород до и после начала горных работ.
4. Опорное давление. Механизм формирования, параметры, динамика.
5. Крепление горных выработок.
6. Буровзрывные работы.
7. Расчет зон разрушения.
8. Нормативные документы, регламентирующие состав воздуха горных предприятий.
9. Меры борьбы со взрывами угольной пыли.

## Темы рефератов

1. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород.
2. Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов.

3. Механические модели пород: упругие, жесткопластические, упругопластические, реологические.
4. Теории прочности и критерии разрушения пород.
5. Средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях.
6. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния.
7. Геодинамическое районирование.
8. Моделирования действия взрыва в горных породах.
9. Дробление горной массы.

#### Темы докладов (презентаций)

1. Деформационные и механические характеристики горных пород.
2. Методы и средства лабораторных испытаний пород.
3. Прочность и разрушение горных пород в условиях объемного сжатия.
4. Физические процессы при детонации промышленных ВВ.
5. Гранулометрический состав разрушенной горной массы.
6. Взаимодействие крепи с массивом пород.
7. Напряженное состояние массива горных пород.
8. Анкерная крепь выработок.
9. Буровзрывные работы.
10. Меры борьбы со взрывами угольной пыли.

### 7.3. Шкала академических оценок освоения дисциплины

Таблица 7

Виды оценок	Оценки			
	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая оценка по 4-х балльной шкале (экзамен, дифференцированный зачет)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая оценка по 2-балльной шкале (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

### 7.4. Система оценки достижений обучающегося по дисциплине

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме экзамена, собеседования

Таблица 8

Оценка	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
2 - неудовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области геомеханики, разрушения горных пород. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

3- удовлетворительно	Аспирант при ответе демонстрирует знания только основного материала в области геомеханики, разрушения горных пород, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает логическую последовательность в изложении. Фрагментарно разбирается в проблемах, и не всегда в состоянии наметить пути их решения
4 - хорошо	Аспирант при ответе демонстрирует хорошее владение и использование знаний в области геомеханики, разрушения горных пород, твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно трактует теоретические положения. Достаточно уверенно разбирается в проблемах, но не всегда в состоянии наметить пути их решения.
5 - отлично	Аспирант при ответе демонстрирует глубокое и прочное владение и использование знаний в области геомеханики, разрушения горных пород, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает его на экзамене, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение.

Оценивание доклада (презентации)

№	Балл	Традиционная оценка
1	6-9	Зачтено – соответствие работы теме, полнота раскрытия темы, последовательность изложения, отсутствие лишней информации, креативность представления материала.
2	0-5	Не зачтено - тема раскрыта не полностью, изложение не логичное, стандартное (не творческое), представленный материал малоинформативен и дублируется.

Таблица 9

Критерий 1. Обзор источников информации		Баллы
1.	Дан исчерпывающий, глубокий обзор использованных источников информации	2
2.	Обзор использованных источников информации носит поверхностный характер	1
3.	Обзор использованных источников информации не осуществлен	0
Критерий 2 . Логика изложения материала		
1.	Материал изложен связно, последовательно	2
2.	Материал изложен недостаточно связно / последовательно	1
3.	Материал изложен несвязно / непоследовательно	0
Критерий 3. Убедительность сформулированных выводов		
1.	Сделаны выводы, которые сформулированы чётко и убедительно	2
2.	Сделаны не все выводы / сделанные выводы сформулированы	1

	недостаточно четко	
3.	Выводы не сформулированы	0
<b>Критерий 4 . Качество выступления с докладом</b>		
1.	Речь автора соответствует требованиям выступления, автору удалось заинтересовать аудиторию, выступление не вышло за рамки регламента.	3
2.	Речь автора соответствует требованиям выступления, автору удалось заинтересовать аудиторию, выступление вышло за рамки регламента.	2
3.	Речь автора не полностью соответствует требованиям выступления, автору не удалось заинтересовать аудиторию, выступление не вышло за рамки регламента.	1
4.	Речь автора не соответствует требованиям выступления, автору не удалось заинтересовать аудиторию, он вышел за рамки регламента.	0

#### Оценивание реферата

№	Балл	Традиционная оценка
1	3-6	Зачтено – соответствие работы теме, полнота раскрытия темы, последовательность изложения, отсутствие лишней информации, креативность представления материала.
2	0-2	Не зачтено - тема раскрыта не полностью, изложение не логичное, стандартное (не творческое), представленный материал малоинформативен и дублируется.

*Таблица 10*

Критерий 1. Обзор источников информации		Баллы
1.	Дан исчерпывающий, глубокий обзор использованных источников информации	2
2.	Обзор использованных источников информации носит поверхностный характер	1
3.	Обзор использованных источников информации не осуществлен	0
<b>Критерий 2 . Логика изложения материала</b>		
1.	Материал изложен связно, последовательно	2
2.	Материал изложен недостаточно связно / последовательно	1
3.	Материал изложен несвязно / непоследовательно	0
<b>Критерий 3. Убедительность сформулированных выводов</b>		
1.	Сделаны выводы, которые сформулированы чётко и убедительно	2
2.	Сделаны не все выводы / сделанные выводы сформулированы недостаточно четко	1
3.	Выводы не сформулированы	0

## 8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 8.1. Основная литература

1. Борщ-Компоницец, В. И. Практическая механика горных пород. Учебное пособие. М.: Горная книга, 2013.
2. Гальперин А.М. Геомеханика открытых горных работ. Учебное пособие. – М.: Изд. «Горная книга», 2012. – 480 с.

### 8.2. Дополнительная литература

3. Адушкин В.В., Спивак А.А. Геомеханика крупномасштабных взрывов. – М.: Недра, 1993.
4. Баклашов И.В. Геомеханика: учеб. для вузов: в 2 т. // Основы геомеханики. Т. 1. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 208 с.
5. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений: учеб. для вузов. – М.: Недра, 1982. – 270 с.
6. Внезапные разрушения почвы и прорывы метана в выработки угольных шахт / А.М. Морев [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 174 с.
7. Геомеханика: учеб. для вузов: в 2 т. Геомеханические процессы. Т. 2. / И.В. Баклашов [и др.]. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 249 с.
8. Геомеханика. Практикум по выполнению расчетно-графических работ / А. А. Ренев [и др.] – Кемерово : Изд-во Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева, 2014. – 92 с.
9. Демидюк Г.П., Бугайский А.Н. Средства механизации и технология взрывных работ с применением гранулированных взрывчатых веществ. – М.: Недра, 1975.
10. Дмитриев А.П., Гончаров С.А. Термодинамические процессы в горных породах. – М.: Недра, 1990.
11. Дубнов Л.В., Бахаревич Н.С., Романов А.И. Промышленные взрывчатые вещества. – М.: Недра, 1982.
12. Ефремов Э.И., Вовк А.А. Справочник по взрывным работам. – Киев: Наукова думка, 1983.
13. Иофис М.А. Научные основы управления деформационными и дегазационными процессами при разработке полезных ископаемых. – М.: ИПКОН АН СССР, 1984.
14. Иофис М.А., Шмелев А.И. Инженерная геомеханика при подземных разработках. – М.: Недра, 1985.
15. Казикаев Д.М. Геомеханика подземной разработки руд: учеб. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2005. – 542 с.
16. Каркашадзе Г.Г. Механическое разрушение горных пород: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2004. – 222 с.
17. Киреев А.М., Войтенко В.С. Управление проявлениями горного давления при строительстве нефтяных и газовых скважин. – Тюмень: Экспресс, 2006. – Т. 1–2.
18. Линьков А.М., Зубков В.В., Хейб М.А. Метод решения трехмерных задач о пластовых выработках и геологических нарушениях // ФТПРПИ. – 1997. – № 4. – С. 3–25.
19. Мангуш С.К. Взрывные работы при проведении подземных горных выработок: учеб. пособие. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2005. – 120 с.
20. Мосинец Э.Н. Дробящее и сейсмическое действие взрыва в горных породах. – М.: Недра, 1976.
21. Навитный А.М., Иофис М.А., Айруни А.Т. Опыт разработки угольных пластов под инженерными и природными объектами / ЦНИЭИуголь. – М., 1987.
22. Николаевский В.Н. Геомеханика и флюидодинамика. – М.: Недра. – 1996. – 447 с.

23. Никонов Т.П., Кузьмич И.А., Гольдин Ю.А. Разрушение горных пород струями воды высокого давления. – М.: Недра, 1986.
24. Отечественная маркшейдерия и геомеханика. – М.: Недра, 1987.
25. Петухов И.М., Линьков А.М. Механика горных ударов и выбросов. – М.: Недра, 1983. – 280 с.
27. Подильчук Ю.Н. Пространственные задачи механики горных пород. – Киев: Наук. думка, 1983. – 160 с.
28. Протасов Ю.И. Разрушение горных пород: учеб. – М.: Изд-во Моск. гос. геол. ун-та, 2003. – 455 с.
29. Расчетные методы в механике горных ударов и выбросов: справ. пособие / И.М. Петухов [и др.]. – М.: Недра, 1992. – 256 с.
30. Родионов В.Н., Сизов И.А., Цветков В.М. Основы геомеханики. – М.: Недра, 1986.
31. Турчанинов И.А., Иофис М.А., Каспарьян Э.В. Основы механики горных пород. – Л.: Недра, 1989.
32. Электротермическое и электротермомеханическое разрушение крепких горных пород / В.Ф. Бызов [и др.]. – Киев: Техніка, 1989.
33. Физика взрыва / Ф.А. Баум [и др.]; под ред. К.П. Станюковича. – М.: Наука, 1975.

### **8.3. Интернет-ресурсы**

1. Научная электронная библиотека elibrary.ru  
<http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база дан-ных Web of Science  
[http://apps.webofknowledge.com/UA\\_GeneralSearch\\_input.do?product=UA&search\\_mode=GeneralSearch&SID=N1ueGpOv8ndHm2xXVE2&preferencesSaved=](http://apps.webofknowledge.com/UA_GeneralSearch_input.do?product=UA&search_mode=GeneralSearch&SID=N1ueGpOv8ndHm2xXVE2&preferencesSaved=)
3. Электронные ресурсы удаленного доступа ГПНТБ России  
<http://www.gpntb.ru/elektronnye-resursy-udalennogo-dostupa.html>
4. Электронные каталоги и базы данных ГПНТБ СО РАН  
[http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r\\_01/cgi/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBN=CAT&P21DBN=CAT](http://webirbis.spsl.nsc.ru/irbis64r_01/cgi/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=CAT&P21DBN=CAT)
5. Электронная библиотека ГПНТБ СО РАН  
<http://www.spsl.nsc.ru/win/nelbib/index-new1.html>

### **8.4. Методические указания к лабораторным занятиям**

Не предусмотрены

### **8.5. Методические указания к практическим занятиям**

Практические занятия предназначены для углубленного изучения материала дисциплины. На этих занятиях идет проработка теоретического материала, формируется умение убедительно формулировать собственную точку зрения, приобретаются навыки профессиональной деятельности. Формы проведения практических занятий: дискуссия, представление и обсуждение доклада-презентации. Рекомендуется применение информационных технологий.

### **8.6. Методические указания к видам самостоятельной работы**

Самостоятельная подготовка к занятиям осуществляется регулярно по каждой теме дисциплины и определяется календарным графиком изучения дисциплины. В ходе освоения

курса предполагается написание рефератов и подготовка докладов, выполнение расчетно-графических работ.

К видам самостоятельной работы аспирантов относятся:

- проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение с помощью основной и дополнительной литературы;
- конспектирование материалов, аннотирование научных публикаций, работа со справочной литературой;
- подготовка к опросу, выполнение расчетно-графических работ с привлечением специальной технической литературы (справочников, нормативных документов и т.п.);
- подготовка рефератов докладов, презентаций.