




МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»


Руководитель ОП  
Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика  
и горная теплофизика

  
В.Н. Макишин

« 01 » июля 2015 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
горного дела и комплексного  
освоения георесурсов

  
В.Н. Макишин

« 01 » июля 2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Разрушение горных пород**

**Направление подготовки**

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

**Образовательная программа**

**«Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»**

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 4

лекции 18 час. / 0,5 з.е.

практические занятия 18 час. / 0,5 з.е.

лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.

с использованием МАО лек. 0/пр. 0/лаб.0 час.

всего часов контактной работы 36 час.

в том числе с использованием МАО 0 час., в электронной форме 0 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 18 час.

курсовая работа / курсовой проект нет

зачет нет

экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30.07.2014 г. № 886

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры горного дела и комплексного освоения георесурсов, протокол № 16 от 30 июня 2015 г.

Заведующий кафедрой Макишин В.Н.

Составитель: д.т.н. Макаров В.В.

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Разрушение горных пород»**

Дисциплина «Разрушение горных пород» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и является дисциплиной по выбору базовой части учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых», учебный план подготовки аспирантов по профилю «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика».

**Целью** изучения дисциплины является получение умений и навыков методологического подхода к решению теоретических и практических задач в области разрушения горных пород.

### **Задачи изучения дисциплины:**

1. Ознакомление с основными направлениями развития горной науки.
2. Получение навыков создания методик в области исследования георесурсного потенциала месторождений полезных ископаемых и подземных сооружений, обоснования направлений их безопасной и эффективной промышленной реализации; проектирования горных работ, добычи ископаемых строительства инженерных (наземных и подземных) сооружений.
3. Подготовка к преподавательской деятельности в области геоинформационных систем.

**Интерактивные формы обучения** составляют 18 часов и включают в себя лекционные занятия в виде презентаций и практические занятия с использованием программных продуктов общего назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Разрушение горных пород» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований;

ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	современные научные достижения в разрушении горных пород различными методами
	Умеет	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Знает	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области разрушения горных пород
	Умеет	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области разрушения горных пород
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	основные направления развития техники и технологий в области разрушения горных пород
	Умеет	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области
	Владеет	методами постановки научного эксперимента, научного моделирования и системного анализа в

		области разрушения горных пород
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований
	Умеет	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	Знает	методы подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов
	Умеет	готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований
	Владеет	навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полученных результатов
ПК– 1 Способность применять на практике знания о горном массиве и его свойствах, способах и методах управления состоянием массива и рудничной атмосферы, обобщать полученные результаты натурных наблюдений и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
	Умеет	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
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области разрушения горных пород
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	Знает	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах
	Умеет	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты
	Владеет	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения

ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ	Знает	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	Умеет	использовать методологические основы проведения исследований в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области разрушения горных пород
ПК- 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела	Знает	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области разрушения горных пород
	Умеет	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей
	Владеет	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

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Разрушение горных пород» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: презентации, методы проектов и мозгового штурма.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

## **КУРСА**

**(18 часов, в том числе 0 часов с использованием методов активного обучения)**

**МОДУЛЬ 1.** Разрушение горных пород в процессе ведения буровзрывных работ (6 ч.)

**Тема 1.** Разрушение горных пород взрывом (2 ч.)

Основные представления о разрушении горных пород в результате механических воздействий. Взрывное разрушение горных пород, разрушение пород при бурении шпуров и скважин, резании угля комбайном. Разрушение горных пород электрофизическими способами, гидромеханическим и гидроабразивным способами. Дробление и измельчение горных пород.

Особенности применения взрыва при открытом и подземном способе разработки месторождения. Классификация взрывчатых веществ (ВВ) и средств взрывания, области их эффективного применения. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ. Бризантные и фугасные свойства непродохранительных 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 отдельных частей 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 работ (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия. Конструкция заряда и механизм действия 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.

**Тема 2.** Разрушение пород при бурении шпуров и скважин и комбинированной проходке выработок (2 ч.)

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

**Тема 3.** Разрушение негабаритов (2 ч.)

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

**МОДУЛЬ 2.** Механические и специальные методы разрушения горных пород (10 ч.)

**Тема 1.** Разрушение горных пород и углей при выемке полезного ископаемого комбайнами и стругами (2 ч.)

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.

## **Тема 2.** Разрушение горных пород электрофизическими способами (2 ч.)

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, энергоемкость); разрушение массива методом электрофизического отрыва; разрушение массива СВЧ-волнами (типы пород, энергозатраты).

## **Тема 3.** Гидравлическое разрушение горных пород тонкими струями воды высокого давления (2 ч.)

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 с помощью многоструйных погружных резаков.

## **Тема 4.** Разрушение горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями (2 ч.)

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

## **Тема 5.** Гидромеханическое разрушение угля и горных пород (2 ч.)

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 струей воды и механическим инструмен-



том различных типов. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

### **МОДУЛЬ 3. Процессы измельчения горной массы (2 ч.)**

#### **Тема 1. Дробление и измельчение горной массы (2 ч.)**

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

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.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**(18 часов, в том числе 0 часов с использованием методов активного обучения)**

**Практическое занятие 1. Взрывные работы на горных предприятиях (2 ч.).**

Изучение видов взрывных работ, производимых на предприятиях; свойств горных пород; просмотр видеоматериала по теме «Взрывные работы на горных предприятиях» В обсуждении принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 2. Буровые работы. Бурение шпуров и скважин. Способы бурения (6 ч.).**

Изучение видов буровых работ и способов разрушения породы при бурении; оборудования для бурения шпуров.

Ознакомление с макетами, плакатами и действующим оборудованием (перфораторы, буровые штанги, буры, буровые коронки), необходимым для бурения шпуров; просмотр видеоматериалов. Выбор способов бурения, бурового оборудования и типа коронок для конкретных горно-геологических условий.

Подготовка сообщения продолжительностью 5-10 мин по теме занятия. В обсуждении докладов принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 3. Механическое разрушение горных пород (4 ч.).**

Изучение свойств горных пород, Сопротивление материалов резанию. Оборудование и инструменты для резания. Расчет нагрузок на режущий инструмент. Срок службы режущего инструмента. В обсуждении результатов занятия принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 4.** Гидромеханическое разрушение горных пород (2 ч.).

Расчет динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды. Изучение процесса разрушения угля одиночными тонкими струями. Изучение взаимодействия струи и горного массива. Расчет параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления. В обсуждении результатов занятия принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

**Практическое занятие 5.** Изучение гидрофизических способов разрушения горных пород (2 ч.).

Изучение диэлектрических характеристик горных пород, физических процессов 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. Изучение технологических схем разрушения пород электрофизическими способами. Подготовка сообщений на 5-10 мин. В обсуждении результатов занятия принимают участие все аспиранты, делаются выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

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

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.

**Практическое занятие 6.** Изучение процессов измельчения горной массы (2 ч.).

Изучение оборудования для дробления горной массы: дробилок, мельниц. Изучение факторов, влияющих на параметры измельчения, управление режимами и параметрами измельчения в мельницах. Расчет параметров дробления. Подготовка сообщений продолжительностью 5-10 мин. Обсужде-

ние докладов, выводы. Заключение по результатам занятия делает преподаватель.

### III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Разрушение горных пород» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разрушение горных пород в процессе ведения буровзрывных работ	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-1	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
ПК-2	Знает	УО-1			

			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-4	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
2	Механические и специальные методы разрушения горных пород	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
3	Процессы измельчения горной массы	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	

	ОПК–2	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ОПК–3	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК–1	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
	ПК-2	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1
ПК-3	Знает	УО-1	
	Умеет	УО-1	
	Владеет	УО-1	
ПК–4	Знает	УО-1	
	Умеет	УО-1	
	Владеет	УО-1	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении 2.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. В 2-х частях. -М.: Издательство «Горная книга», 2007. Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=1518](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=1518)
2. Взрывные работы при проведении подземных горных выработок : учебное пособие / С. К. Мангуш. –М.: Изд-во МГГУ, 2007. -120 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:389195&theme=FEFU>
3. Методы ведения взрывных работ : учебник для вузов. ч. 2. Взрывные работы в горном деле и промышленности / Б. Н. Кутузов. –М.: Горная книга, 2011. -511 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:693092&theme=FEFU>

4. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы : учебное пособие для вузов / М. И. Ганопольский, В. Л. Барон, В. А. Белин [и др.] ; под ред. В. А. Белина. –М.: Изд-во МГГУ, 2007. -563 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384249&theme=FEFU>
5. Разрушение горных пород сближенными зарядами / С. Д. Викторов, Ю. П. Галченко, В. М. Закалинский [и др.]; Российская академия наук, Институт проблем комплексного освоения недр. –М.: Научтехлитиздат, 2006. -275 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:248886&theme=FEFU>
6. Организация взрывных работ при выемке мощных рудных залежей комбинированным способом / Т. Т. Исмаилов. –М.: Изд-во МГГУ, 2008. -169 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415664&theme=FEFU>

### **Дополнительная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Взрывные работы под укрытием: монография / Е.Б. Шевкун; Хабаровский гос. техн. ун-т. – Хабаровск: Изд-во ХГТУ, 2004. -202 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:388503&theme=FEFU>
2. Буровзрывные работы при проведении горно-разведочных выработок : учебное пособие / Г. Г. Транбенков ; [отв. ред. Н. И. Селиверстов]. - Петропавловск-Камчатский: Изд-во Камчатского университета, 2006. -95 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415592&theme=FEFU>
3. Рассредоточение скважинных зарядов / А. В. Лещинский, Е. Б. Шевкун. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского университета, 2009. -154 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:381122&theme=FEFU>
4. История технологии буровзрывных работ . ч. 1 . История развития технических средств бурения шпуров и уборки породы / П. А. Лыхин. – Пермь: Пресстайм, 2011. -379 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:425373&theme=FEFU>
5. Типовая инструкция по безопасному проведению массовых взрывов на земной поверхности / Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России); [ред. кол. : А. М. Ильин (пред.) и др.]. –М.: Изд-во НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. -24 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415767&theme=FEFU>
6. Типовая инструкция по безопасному проведению массовых взрывов в подземных выработках / Федеральный горный и промышленный надзор России (Госгортехнадзор России); [ред. кол. : А. М. Ильин (пред.) и др.]. –М.: Изд-во

НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2004. -30 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:415770&theme=FEFU>

7. Технология и безопасность взрывных работ. Лабораторный практикум : учебное пособие / Б. В. Эквист, В. Г. Вартанов ; под ред. Б. Н. Кутузова. –М.: Изд-во МГГУ, 2008. -50 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384075&theme=FEFU>

8. Подземные взрывы / В. В. Адушкин, А. А. Спивак. –М.: Наука, 2007. -579 с. Режим доступа:

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:286309&theme=FEFU>

9. Разрушение горных пород при бурении скважин: Учебное пособие / В.В. Нескоромных. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 336 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат). (переплет) ISBN 978-5-16-009729-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/455795>

10. Гидроструйные технологии в горном деле [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Жабин [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Горная книга, 2014. — 399 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/101666>.

#### **Нормативно-правовые материалы**

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при взрывных работах». Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, приказ от 16 декабря 2013 г. № 605. [электронный ресурс:

<http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=161521#0>].

2. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 11 декабря 2013 г. № 599. [электронный ресурс: <http://base.garant.ru/70691622/>].

#### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Библиотека ДВФУ

<https://www.dvfu.ru/library/>

2. Библиотека НИТУ МИСиС

<http://lib.misis.ru/elbib.html>

3. Библиотека Санкт-Петербургского горного университета

<http://www.spmi.ru/biblio>

4. Горный информационно-аналитический бюллетень

<http://www.gornaya-kniga.ru/periodic>

5. Горный журнал  
<http://www.rudmet.ru/catalog/journals/1/?language=ru>
6. Глюкауф на русском языке  
<http://www.gluckauf.ru/>
7. Безопасность труда в промышленности  
<http://www.btpnadzor.ru/>
8. Научная электронная библиотека  
<http://elibrary.ru/titles.asp>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Справочная система «Гарант» <http://garant.ru/>

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В учебный курс дисциплины «Разрушение горных пород» включены практические занятия по дисциплине в объеме 18 часов.

Практикум состоит из отдельных заданий, рассчитанных на выполнение каждого в течение 2 часов из бюджета времени, предусмотренного на самостоятельную работу аспиранта. Представленные в разработке практические занятия тематически охватывают значительную часть программы дисциплины. Задания предусматривают решение задач, помогающее осмыслить и усвоить лекционный материал дисциплины, задачи аналогичного типа повседневно встречаются в практической деятельности горного инженера.

Методика проведения практических занятий основана на выдаче всего комплекса материалов по практикуму в течение первых двух недель семестра. Каждый аспирант получает индивидуальное задание в виде варианта, устанавливаемого преподавателем, и графика выполнения этих заданий. На каждом очередном занятии аспирант представляет решение своего варианта и получает консультацию по дальнейшей работе.

Структура методической разработки по практическим занятиям включает определение цели занятия, краткие теоретические сведения и ссылки на литературу по теме занятия, пример решения задачи на основе конкретных исходных данных, вопросы для самоконтроля, варианты исходных данных и список литературы. Основные и в значительной мере достаточные теоретические сведения по заданиям содержатся в первом и втором разделах первой части работы.



На первом занятии по дисциплине аспирант информируется о введении в действие практики оценки знаний по балльной системе, а также о методике оценки усвоения материалов дисциплины в конце семестра. Даются комментарии о возможных вариантах этой оценки (балльная система с учетом текущей аттестации и сдача экзамена по теоретическому материалу).

Аспирантам разъясняются принципы формирования системы знаний по дисциплине, поясняется влияние различных составляющих работы над материалами дисциплины (посещение лекций, ведение конспекта, выполнение практических заданий), обращается их внимание на регулярность работы и своевременность выполнения текущей работы.

О результатах работы аспиранта ставятся в известность руководитель образовательной программой, заведующий кафедрой и администратор образовательных программ.

На предпоследней неделе семестра аспиранту сообщаются итоговые показатели по оценке его работы в семестре и даются разъяснения по процедуре итоговой оценки знаний.

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Проведение лекционных занятий предусмотрено в мультимедийной аудитории. Лекции проводятся с использованием презентаций и видеоматериалов. Выполнение практических заданий предполагает использование прикладных компьютерных программ пакета Microsoft Office для выполнения математических расчетов и пояснительных записок, справочной системы «Гарант» для получения нормативной и методической справочной литературы, а также программ AutoCAD и Photoshop для разработки графических материалов. Практические занятия проводятся в компьютерном классе кафедры ГДиКОГР, а также самостоятельно с использованием ноутбуков.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

**Разрушение горных пород**

Направление подготовки

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

Профиль «Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2015**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 1	9	Собеседование, защита практической работы
2	6 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 2	9	Собеседование, защита практической работы
3	12 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 3	9	Собеседование, защита практической работы
4	14 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 4	9	Собеседование, защита практической работы
5	16 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 5	9	Собеседование, защита практической работы
6	18 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 6	9	Собеседование, защита практической работы
	ВСЕГО		54	

### Методические указания к выполнению самостоятельной работы

Основной целью самостоятельной работы аспирантов является улучшение профессиональной подготовки специалистов высшей квалификации, направленное на формирование у них системы профессиональных компетенций, необходимых в их будущей практической деятельности.

При изучении дисциплины предполагается выполнение следующих видов СРС:

1. Внеаудиторная самостоятельная работа.
2. Аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа предполагает выполнение аспирантом практических заданий, работу с учебной, нормативной и научно-технической литературой с использованием электронных библиотечных ресурсов. Выдаваемые преподавателем задания носят исследовательский характер и связаны с научно-исследовательской работой аспиранта.

Практические занятия проводятся преподавателем в виде собеседования, на котором аспирант предъявляет выполненные практические задания (задачи), обосновывает принятые технологические решения, защищает получен-

ные результаты, оформленные в виде пояснительной записки в соответствии с разделом II «Структура и содержание практической части курса».

При выполнении расчетно-графической части практического задания аспирант предоставляет к защите помимо пояснительной записки графические материалы, выполненные на формате листа А4.

Недостающие данные могут приниматься аспирантами самостоятельно по материалам собственных исследований, проектной документации или из литературных источников. Детали задания уточняются в личной беседе с преподавателем.

На консультациях аспиранты могут получить от ведущего преподавателя сведения о компьютерных программах, дополнительной литературе и советы по выполнению практических заданий.

При отрицательных результатах собеседования задание не засчитывается, и работа возвращается аспиранту на доработку.

Самостоятельная работа по дисциплине «Разрушение горных пород» подготавливает студента к прохождению государственной итоговой аттестации и подготовке к работе над методической частью диссертационной работы.

#### **Критерии оценки при собеседовании:**

- 100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

- 85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Допускается одна-две неточности в ответе.

- 75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить при-

меры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

• 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

***Вопросы для собеседования:***

1. Современные представления о разрушении твердых сред при взрывных нагрузках
2. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения
3. Способы, техника и технология взрывного разрушения: механизм разрушения и расчет параметров
4. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ
5. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы
6. Методы определения размеров среднего куска и показателя равномерности дробления
7. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов
8. Способы, техника и технология механического разрушения: механизм разрушения и расчет параметров
9. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов.
10. особенности разрушения горных пород и углей резцовым инструментом.
11. Способы, техника и технология термического разрушения: механизм разрушения и расчет параметров
12. Способы, техника и технология электротермического разрушения: механизм разрушения и расчет параметров
13. Способы, техника и технология гидравлического разрушения: механизм разрушения и расчет параметров

14. Способы, техника и технология электрофизического разрушения:  
механизм разрушения и расчет параметров
15. Дробление и измельчение горной породы



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

**Разрушение горных пород**

Направление подготовки

**21.06.01 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых»**

Профиль «Геомеханика, разрушение горных пород,  
рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика»

Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2015**

## Паспорт ФОС

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	Знает	современные научные достижения в разрушении горных пород различными методами
	Умеет	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	Знает	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области разрушения горных пород
	Умеет	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области разрушения горных пород
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	основные направления развития техники и технологий в области разрушения горных пород
	Умеет	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области
	Владеет	методами научного поиска, научного моделирования и системного анализа в области разрушения горных пород
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований
	Умеет	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	Знает	методы подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов
	Умеет	готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной



		работы по направлению исследований
	Владеет	навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полученных результатов
ПК– 1 Способность применять на практике знания о горном массиве и его свойствах, способах и методах управления состоянием массива и рудничной атмосферы, обобщать полученные результаты натурных наблюдений и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	Знает	методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
	Умеет	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
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области разрушения горных пород
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	Знает	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах
	Умеет	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты
	Владеет	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения
ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ	Знает	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	Умеет	использовать методологические основы проведения исследований в области разрушения горных пород
	Владеет	навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области разрушения горных пород
ПК– 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и	Знает	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области разрушения горных пород
	Умеет	формировать модели горного массива с

его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела		использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей
	Владеет	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

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Разрушение горных пород в процессе ведения буровзрывных работ	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			

2	Механические и специальные методы разрушения горных пород	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
ПК-4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
3	Процессы измельчения горной массы	УК-1	Знает	УО-1	Вопросы для собеседования
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		УК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-2	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ОПК-3	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
		ПК-1	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	

		ПК-2	Владеет	УО-1
			Знает	УО-1
			Умеет	УО-1
		ПК-3	Владеет	УО-1
			Знает	УО-1
			Умеет	УО-1
		ПК-4	Владеет	УО-1
			Знает	УО-1
			Умеет	УО-1

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	знает (пороговый уровень)	современные научные достижения в разрушении горных пород различными методами	Знание современных научных достижений в разрушении горных пород различными методами	Способность использовать современные научные достижения в разрушении горных пород в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	критически оценивать и использовать их при генерировании новых идей в области разрушения горных пород	Умение критически оценивать достижения в области разрушения горных пород и использовать их при генерировании новых идей	Способность критически оценивать достижения в области разрушения горных пород и использовать их при генерировании новых идей
	владеет (высокий)	навыками формирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород	Владение навыками генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород	Способность к генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
УК-2 Способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	знает (пороговый уровень)	основы проектирования и методы проведения комплексных исследований в области разрушения горных пород	Знание основ проектирования и методов проведения комплексных исследований в области разрушения горных пород	Способность к проектированию и проведению комплексных исследований в области разрушения горных пород
	умеет (продвинутый)	разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области разрушения горных пород	Умение разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области разрушения горных пород	Способность разрабатывать проекты проведения научных исследований и проводить комплексные исследования в области разрушения горных пород
	владеет (высокий)	навыками разработки проектирования и осуществления комплексных исследований в области разрушения горных пород	Владеет навыками проектирования и осуществления комплексных исследований в области разрушения горных пород	Способность к проектированию и проведению комплексных исследований в области разрушения горных пород
ОПК-1 Способ-	знает (порого-	основные направле-	Знание основных	Способность использовать

ность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	вый уровень)	ния развития техники и технологий в области разрушения горных пород	направлений развития техники и технологий в области разрушения горных пород	знание основных направлений развития техники и технологий в области разрушения горных пород в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области	Умение определять цели исследований, ставить задачи и проводить научные эксперименты в предметной области	Способность к постановке целей исследований и научных задач, проводить научные эксперименты в предметной области
	владеет (высокий)	методами научного поиска, научного моделирования и системного анализа в области разрушения горных пород	Владение методами научного поиска, научного моделирования и системного анализа в области разрушения горных пород	Способность к использованию современных методов научного поиска, научного моделирования и системного анализа в области разрушения горных пород
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	знает (пороговый уровень)	методы и правила подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований	Знание требований и правил подготовки научно-технической документации, а также оформления публикаций различного уровня для апробации результатов исследований	Способность к подготовке научно-технической документации, а также оформлению публикаций различного уровня для апробации результатов исследований
	умеет (продвинутый)	подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований	Умение подготавливать научно-технические отчеты в своей предметной деятельности, готовить публикации по результатам исследований	Способность к написанию научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, подготовке публикации по результатам исследований
	владеет (высокий)	навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований	Владение навыками подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований	Способность к использованию навыков подготовки научно-технических отчетов в своей предметной деятельности, публикаций по результатам исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	знает (пороговый уровень)	методы подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов	Знание методов подготовки докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов	Способность к изложению докладов и презентативного материала для аргументированной защиты полученных научных результатов
	умеет (продвинутый)	готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований	Умение готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований	Способность готовить материалы к докладам и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы по направлению исследований
	владеет (высокий)	навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полученных	Владение навыками подготовки материалов и аргументированной защиты полу-	Способность использовать навыки подготовки материалов для аргументированной защиты полученных

		результатов	ченных результатов	результатов
ПК– 1 Способность применять на практике знания о горном массиве и его свойствах, способах и методах управления состоянием массива и рудничной атмосферы, обобщать полученные результаты натурных наблюдений и модельных исследований, формулировать выводы и практические рекомендации на основе проводимых научных исследований	знает (пороговый уровень)	методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород	Знание методы научного поиска, получения информации о горном массиве, критического анализа и оценки современных научных достижений по направлению научной деятельности	Способность вести научный поиск, получать информацию о горном массиве, проводить критический анализ и оценку современных научных достижений по направлению научной деятельности, а также создавать новые идеи при решении исследовательских и практических задач в области разрушения горных пород
	умеет (продвинутый)	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	Умение 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	Способность 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
	владеет (высокий)	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области разрушения горных пород	Владение навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования в области разрушения горных пород	Способность к сбору, обработке, анализу и систематизации полуженной информации по теме исследования; выбору методов и средств решения задач исследования в области разрушения горных пород
ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований	знает (пороговый уровень)	основные методы постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах	Знание основных методов постановки научных экспериментов, моделирования на эквивалентных материалах	Способность к постановке научных экспериментов, разработке моделей на эквивалентных материалах
	умеет (продвинутый)	комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные	Умение комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать получен-	Способность комплектовать оборудование, приборы и выбирать материалы для постановки научных экспериментов, работать с этими приборами и оборудованием, формировать и аргументировано отстаивать принятые решения; критически оценивать полученные результаты

		результаты	ные результаты	
	владеет (высокий)	навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения	Владение навыками постановки научных экспериментов, обобщения и анализа полученных результатов исследований, аргументированного изложения собственной точки зрения	Способность к самостоятельной постановке научных экспериментов, обобщению и анализу полученных результатов исследований, аргументированному изложению собственной точки зрения
ПК-3 Способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой проведения исследований в области геомеханики, аэрогазодинамики и горной теплофизики; владеть методами организации экспедиционных и камеральных работ	знает (пороговый уровень)	основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности	Знание основных методологических подходов в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности	Способность использовать основные методологические подходы в области проведения исследований в своей профессиональной деятельности
	умеет (продвинутый)	использовать методологические основы проведения исследований в области разрушения горных пород	Умение использовать методологические основы проведения исследований в области разрушения горных пород	Способность использовать методологические основы проведения исследований в области разрушения горных пород
	владеет (высокий)	навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области разрушения горных пород	Владение навыками применения методологических принципов при проведении научных исследований в области разрушения горных пород	Способность к использованию методологических принципов при проведении научных исследований в области разрушения горных пород
ПК- 4 Готовность создавать и использовать современные модели состояния массива и его свойств для анализа и прогноза, использовать новый отечественный и зарубежный опыт в области горного дела	знает (пороговый уровень)	современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области разрушения горных пород	Знание современных способов моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области разрушения горных пород	Способность к моделированию свойств горного массива и использованию методов их исследования и анализа в области разрушения горных пород
	умеет (продвинутый)	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне, осуществлять технологическую, технико-экономическую и социально-экономическую оценку этих моделей	Умение формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использовать специализированное программное обеспечение с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне	Способность к созданию моделей горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования, использованию специализированного программного обеспечения с учетом отечественного и зарубежного опыта в области проводимых исследований и на междисциплинарном уровне

	владеет (высокий)	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	Владение 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	Способность к разработке моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, передовыми технологиями обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов
--	-------------------	---	--	--

Согласно приказу Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 247 «Об утверждении порядка прикрепления лиц для сдачи кандидатских экзаменов, сдачи кандидатских экзаменов и их перечня», кандидатские экзамены являются формой промежуточной аттестации при освоении программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Для приема кандидатских экзаменов создаются комиссии по приему кандидатских экзаменов из числа научно-педагогических работников (в том числе работающих по совместительству), высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров. В состав экзаменационной комиссии могут включаться научно-педагогические работники других организаций.

Решение экзаменационной комиссии оформляется протоколом, в котором указывается:

наименование дисциплины;

код и наименование направления подготовки, профиль, по которому сдавался кандидатский экзамен;

вопросы по билетам и дополнительные вопросы;

оценка уровня знаний аспиранта (по пятибалльной шкале);

фамилия, имя, отчество (последнее - при наличии), ученая степень, ученое звание и должность каждого члена экзаменационной комиссии.

Протокол подписывается членами экзаменационной комиссии, присутствующими на экзамене, и утверждается проректором по научной работе.

## **Оценочные средства для промежуточной аттестации**

### **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Особенности взрывных работ при открытом и подземном способе разработки месторождения.



2. Классификация взрывчатых веществ (ВВ), средств взрывания и области их эффективного применения.
3. Влияние структуры и диаметра заряда на параметры детонации. Методы определения работоспособности и расчета детонационных параметров ВВ.
4. Бризантные и фугасные свойства непередохранительных и предохранительных ВВ. Объемная концентрация энергии заряда ВВ, способы и средства ее регулирования.
5. Системы электрического и неэлектрического инициирования зарядов ВВ.
6. Физические и механические модели разрушения горных пород взрывом. Основы моделирования действия взрыва в горных породах.
7. Расчет параметров волн напряжений в осесимметричной постановке.
8. Роль газообразных продуктов взрыва при разрушении горных пород. Распространение волн напряжений в трещиноватых средах и влияние соударений отдельностей на результативность взрыва.
9. Методы анализа законов распределения кусковатости взорванной горной массы, определение размеров среднего куска и показателя равномерности дробления.
10. Методы управления энергией взрыва при выполнении различных видов работы (выброс, перемещение, дробление) в условиях горного предприятия.
11. Конструкция заряда и механизм воздействия ее на разрушаемый горный массив.
12. Методы расчета параметров БВР при взрыве системы скважинных зарядов. Особенности действия взрыва зарядов ВВ в зажатой среде.
13. Оценка результатов взрывных работ и основные технико-экономические критерии эффективности.
14. Закономерности формирования и распространения сейсмических волн и ударной воздушной волны при массовых взрывах. Основные экологические проблемы и методы их решения при ведении взрывных работ.
15. Способы бурения и расширения шпуров и скважин.
16. Влияние основных физико-механических свойств горных пород на показатели бурения и расширения шпуров и скважин, энергоемкость разрушения.
17. Интенсификация и оптимизация процессов бурения и расширения, техника и технология бурения и расширения шпуров и скважин.
18. Способы, техника и технология разрушения негабаритов. Механизмы разрушения и расчет их параметров.

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

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

21. Свойства горных пород, влияющих на процессы механического разрушения углей и угольных пластов.

22. Типизация угольных пластов по разрушаемости.

23. Физические особенности разрушения горных пород и углей режцовым инструментом. Схемы резания и выбор их оптимальных параметров.

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

25. Диэлектрические характеристики горных пород. Поведение пород в магнитном поле.

26. Магнитная постоянная. Потери энергии в породе в переменном магнитном поле. Формирование полей термических напряжений.

27. Физические процессы в породе при электрофизическом ее разрушении в высокочастотных электрических полях.

28. Механизмы разрушения пород электромагнитной волной.

29. Технологические схемы разрушения пород электрофизическими способами.

30. Методы расчета динамических и структурных характеристик высокоскоростных струй воды.

31. Разрушение угля одиночными тонкими струями. Взаимодействие струи и горного массива.

32. Методы расчета параметров резания угля и горных пород тонкими струями воды высокого давления.

33. Разрушение угля одновременно несколькими взаимодействующими тонкими струями. Закономерности разрушения угля тонкими струями воды при помощи многоструйных погружных резаков.

34. Сущность способа разрушения горных пород и твердых материалов гидроабразивными струями.

35. Сущность и основные положения гидромеханического способа разрушения угольного и породного массива.

36. Закономерности гидромеханического разрушения угля и горных пород. Физические особенности процесса комбинированного разрушения угля и горных пород высокоскоростной струей воды и различными типами механического инструмента.

37. Методы расчета рациональных параметров и режимов гидромеханического разрушения угля и горных пород.

38. Дробление горной массы и его параметры, область применения, типы технологического оборудования.

39. Измельчение горной массы, влияние различных факторов на параметры измельчения.

40. Оборудование для измельчения. Управление режимами и параметрами измельчения в мельницах и их расчет.

### Оценочные средства для текущего контроля

По результатам изучения разделов дисциплины проводится тестирование, представляющее собой систему стандартизированных заданий, позволяющую автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.

Критерий	Описание критерия
100–86 баллов (отлично)	Ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом и терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой.
85–76 баллов (хорошо)	Знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; использование научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы.
75–61 балл (удовлетворительно)	Фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий.
60–50 баллов (неудовлетворительно)	Незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат.