



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**

**Геомеханика**

Направление подготовки

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

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

Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 3, 4  
лекции 36 час. / 1 з.е.  
практические занятия 36 час. / 1 з.е.  
лабораторные работы 0 час. / 0 з.е.  
с использованием МАО лек. 18/пр. 18/лаб.0 час.  
всего часов контактной работы 54 час.  
в том числе с использованием МАО 36 час., в электронной форме 0 час.  
самостоятельная работа 144 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 36 час.  
курсовая работа / курсовой проект нет  
зачет нет  
экзамен 3, 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 В.Н. Макишин  
Составитель: д.т.н. В.Н. Макишин

## **Аннотация рабочей программы дисциплины «Геомеханика»**

Дисциплина «Геомеханика» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» и входит в базовую часть 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 геомеханики.

### **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 32 часа и включают в себя лекционные занятия в виде презентаций и практические занятия с использованием программных продуктов общего назначения.

Для успешного изучения дисциплины «Геомеханика» 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

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

ПК- 2 Готовность применять современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натуральных и на эквивалентных материалах экспериментов информации при проведении научных и прикладных исследований

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

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	методы ведения научно-исследовательской деятельности и анализа современных научных достижений в области геомеханики
	Умеет	использовать современные научные достижения положения при генерировании новых идей при решении и исследовательских и научных задач
	Владеет	Навыками анализа и оценки современных научных достижений применительно к решению исследовательских и практических задач в области геомеханики
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	Способы и методы постановки научных экспериментов и проведения комплексных научных исследований
	Умеет	Разрабатывать планы проведения научно-исследовательских работ и осуществлять их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики
	Владеет	Навыками разработки планов проведения научно-исследовательских работ и осуществления их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	методологию планирования и постановки научных экспериментов в области геомеханики
	Умеет	планировать экспериментальную работу и проводить научные эксперименты в области геомеханики
	Владеет	методами планирования и постановки научных экспериментов, обработки и анализа полученных результатов
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	правила написания научно-технических отчетов и подготовки научных публикаций в области геомеханики
	Умеет	готовить научно-технические отчеты, научные статьи по результатам выполненных исследований в области своей профессиональной деятельности
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам научных иссле-

		дований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	Знает	правила подготовки научных докладов и последовательности изложения материалов выполненной научной работы
	Умеет	готовить научные доклады, обоснованно и аргументировано представлять результаты выполненных научных исследований
	Владеет	навыками подготовки научных докладов и аргументированного представления результатов научно-исследовательских работ
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	основные свойства горных массивов и методы управления его состоянием при решении научных задач в области геомеханики
	Умеет	использовать на практике знания свойств вмещающего массива горных пород при выборе методов управления его свойствами при постановке научных экспериментов
	Владеет	способами и методами управления состоянием массива горных пород при постановке научных экспериментов, решении научных задач в области геомеханики
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	современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации
	Умеет	обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информацию
	Владеет	навыками обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации
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 геомеханики
	Умеет	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования для анализа и прогноза поведения горных пород при постановке и проведении научных экспериментов
	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 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» применяются следующие методы активного/ интерактивного обучения: презентации, методы проектов и мозгового штурма.

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

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

**МОДУЛЬ 1.** Основные свойства горных пород как предмет научного исследования (6 ч.)

**Тема 1.** Горные породы и массивы, как иерархически блочная геосреда (2 ч.)

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.

**Тема 2.** Деформируемость, прочность и разрушение горных пород и массивов (4 ч.)

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.

**МОДУЛЬ 2.** Напряженно-деформированное состояние массива горных пород и методы его исследования(12 ч.)

**Тема 1.** Напряженное состояние массива горных пород (2 ч.)

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. 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.

**Тема 2.** Мониторинг напряженно-деформированного состояния породного массива при проведении горных выработок (2 ч.)

История становления системы наблюдения. Отечественный и зарубежный опыт натурных наблюдений. Приборы и оборудование для мониторинга напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Схемы установки оборудования. Способы воздействия на горный массив с целью снижения динамических проявлений.

**Тема 3.** Виды динамических проявлений и условия формирования напряженно-деформированного состояния горных пород при ведении горно-строительных работ (4 часа)

Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния, включая область запредельного деформирования. 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. Понятие о сильно сжатых горных породах и массивах.

**Тема 4.** Сдвигание горных пород при проведении горных выработок (2 ч.)

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.

**Тема 5.** Устойчивость горных пород при создании обнажений в процессе проведения выработок (2 ч.)

Понятие устойчивости горных пород при проведении выработок и строительстве подземных сооружений. Взаимодействие массива горных пород с инженерными конструкциями подземных сооружений. Основные по-

ложения механики подземных сооружений. Крепь горных выработок и ее 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.

### **МОДУЛЬ 3. Моделирование геомеханических процессов (18 ч.)**

#### **Тема 1. Геомеханические процессы и методы их исследований (4 ч.)**

Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы: эквивалентных материалов, фотоупругости, центробежного моделирования.

Численные методы в геомеханике. Метод конечных элементов. Метод граничных элементов.

#### **Тема 2. Физическое моделирование геомеханических процессов в лабораторных условиях (4 ч.)**

Общие сведения. Основные положения теории подобия. Метод центробежного моделирования. Метод эквивалентных материалов. Поляризационно-оптический метод.

#### **Тема 3. Инструментальные методы исследования геомеханических процессов в натуральных условиях (6 ч.)**

Измерение деформаций и напряжений на поверхности горных выработок. Измерение деформаций и напряжений в глубине массива. Измерение перемещений в окрестности горных выработок. Измерение нагрузки на крепь горных выработок. Автоматизированная система геомеханического мониторинга. Оценка структурно-механических особенностей породных массивов методами томографии

#### **Тема 4. Исследования геомеханических процессов в массивах пород при подземной и открытой разработке месторождений (4 ч.)**

Геомеханические процессы при проведении выработки в массиве пород. Исследования напряжённо-деформированного состояния массивов пород вокруг горных разработок. Влияние забоя выработки на напряжённо-деформированное состояние массива пород.

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

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

**Практическое занятие 1.** Изучение прочностных характеристик горных пород. Изучение видов горного давления и интенсивности проявления динамического воздействия на горные выработки и породные выемки при ведении горных и горно-строительных работ (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 2.** Изучение современных приборов и оборудования для диагностики состояния напряженно-деформированного состояния образцов горных пород и вмещающего массива. (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 3.** Изучение параметров механической прочности горных пород, методов и средств испытаний горных пород в лабораторных и натуральных условиях (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 4.** Изучение видов динамических проявлений и условий формирования напряженно-деформированного состояния горных пород (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 5.** Изучение основных методов исследований физических процессов в горном массиве. Применение численных методов на практике (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов, выполнение расчетов в соответствии с заданными параметрами горных пород. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 6.** Изучение методов физического моделирования напряженно-деформированного состояния горных пород в лабораторных условиях (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – постановка эксперимента, выполнение необходимых расчетов, подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 7.** Изучение инструментальных методов наблюдения за состоянием массива горных пород (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 8.** Изучение зонального формирования напряжений вокруг горных выработок при их проведении (2 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

**Практическое занятие 9.** Исследования устойчивости бортов открытых горных разработок и при ведении горно-строительных работ (4 ч.).

Изучение методических материалов и литературных источников по теме занятия. Ответы преподавателя на вопросы аспирантов. Выполнение практического занятия – подготовка реферата по теме, необходимых графических материалов. Оформление пояснительной записки. Защита результатов выполненного практического задания (собеседование).

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

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Геомеханика» 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 ЦЕЛИ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Основные свойства горных пород как предмет научного исследования	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- 4	Знает	УО-1	
			Умеет	УО-1	
			Владеет	УО-1	
2	Напряженно-деформированное состояние массива горных пород и методы его исследования	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- 4	Знает	УО-1			
	Умеет	УО-1			
	Владеет	УО-1			
3	Моделирование геомеханических процессов	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, ПР-13	
		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-4	Знает	УО-1
		Умеет	УО-1
		Владеет	УО-1, ПР-13

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении 2.

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Геомеханика: учеб. для вузов /М. Е. Певзнер, М. А. Иофис, В. Н. Попов. – Горная книга. -2010. -438 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384246&theme=FEFU>  
<http://znanium.com/catalog/product/995601>
2. Прогнозирование геодинамических явлений в сильно сжатых горных породах и массивах// В.В.Макаров, В.С.Куксенко, И.Ю.Расказов, Е.Е.Дамаскинская. Монография [Научное электронное издание] / Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2013. – 130 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:730983&theme=FEFU>
3. Закономерности деформирования и разрушения сильно сжатых горных пород и массивов // Л.С.Ксендзенко, В.В.Макаров, Опанасюк Н.А., Голосов А.М.: Монография [Научное электронное издание] / Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2014. – 250 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:767844&theme=FEFU>
4. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд: учебное пособие для вузов / Д. М. Казикаев, Г. В. Савич. – М.: Горная книга, 2013. - 220 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:729119&theme=FEFU>

## Дополнительная литература

1. Гузев М.А., Макаров В.В. Деформирование и разрушение сильно сжатых горных пород вокруг выработок. – Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2007. – 232 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:263007&theme=FEFU>
2. Емельянов Б. И., Макишин В.Н., Геомеханика. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2012. – 461 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:425853&theme=FEFU>
3. Практическая геомеханика: пособие для горных инженеров / А.Б. Макаров. –М.: Горная книга, 2006. -391 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:391956&theme=FEFU>
4. Геомеханика: учеб. для вузов /М. Е. Певзнер, М. А. Иофис, В. Н. Попов. – Горная книга. -2010. -438 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384246&theme=FEFU>
5. Braja M. Das, Khaled Sobhan Principles of Geotechnical Engineering, Cengage Learning, 2010. Режим доступа:  
<https://lib.dvfu.ru:8443/lib/item?id=chamo:681446&theme=FEFU>
6. Геомеханика на угольных шахтах / Г. И. Коршунов, А. К. Логинов, В. М. Шик [и др.] ; Сибирская угольная энергетическая компания (СУЭК). – М.: Горное дело, 2011. - 387 с. Режим доступа:  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:660976&theme=FEFU>
7. Практический курс геомеханики подземной и комбинированной разработки руд: Учебное пособие / Казикаев Д.М., Савич Г.В. - М.:Горная книга, 2012. - 224 с.: . - (Горное образование) ISBN 978-5-98672-277-1 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/995162>
8. Термостимулированная акустическая эмиссия в геоматериалах / Шкуратник В.Л., Новиков Е.А., Вознесенский А.С. - М.:Горная книга, 2015. - 241 с.: ISBN 978-5-98672-401-0 - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/992644>

## 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 «Геомеханика» включены практические занятия по дисциплине в объеме 36 часов, в т.ч. – 3 семестр – 18 часов, 4 семестр – 18 часов.

Практикум состоит из отдельных заданий, рассчитанных на выполнение каждого от 2 до 4 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, 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»  
(ДФУ)

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине

**Геомеханика**

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
<b>3 семестр</b>				
1	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 1	12	Собеседование, защита практической работы
2	8 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 2	14	Собеседование, защита практической работы
3	12 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 3	14	Собеседование, защита практической работы
4	18 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 4	14	Собеседование, защита практической работы
	Итого 3 семестр		54	
	Промежуточная аттестация	Подготовка к экзамену	18	Сдача экзамена
	ИТОГО 3 семестр		72	
<b>4 семестр</b>				
1	4 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 5	10	Собеседование, защита практической работы
2	8 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 6	12	Собеседование, защита практической работы
3	12 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 7	12	Собеседование, защита практической работы
4	14 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 8	10	Собеседование, защита практической работы
5	18 неделя семестра	Работа с учебной и нормативной литературой, необходимой для выполнения практического задания 9	10	Собеседование, защита практической работы
	Итого 3 семестр		54	
	Промежуточная аттестация	Подготовка к экзамену	18	Сдача экзамена
	ИТОГО 4 семестр		72	
	ВСЕГО		144	

### 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 полученные 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 «Геомеханика, разрушение горных пород, рудничная аэрогазодинамика и горная теплофизика» 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 моно-

логической 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 примеры; 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. Физико-механические свойства массива горных пород
2. Геологическое и тектоническое строение массивов горных пород
3. Классификация массивов горных пород
4. Механические модели пород
5. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород
5. Процессы разупрочнения и предразрушения горных пород при добыче полезных ископаемых
6. Динамические проявления геомеханических процессов
7. Начальные гравитационные и тектонические поля напряжений в массивах горных пород, их связь с геодинамическим полем напряжений

8. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород
9. Определение параметров сдвижения породных массивов и земной поверхности
10. Основные положения механики подземных сооружений
11. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений
12. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях
13. Теории прочности и критерии разрушения пород.
14. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения
15. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натуральных условиях
16. Методы и средства изучения и контроля геомеханических процессов в массиве



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

---

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине

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

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  
2017**

## 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	методы ведения научно-исследовательской деятельности и анализа современных научных достижений в области геомеханики
	Умеет	использовать современные научные достижения положения при генерировании новых идей при решении и исследовательских и научных задач
	Владеет	Навыками анализа и оценки современных научных достижений применительно к решению исследовательских и практических задач в области геомеханики
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	Способы и методы постановки научных экспериментов и проведения комплексных научных исследований
	Умеет	Разрабатывать планы проведения научно-исследовательских работ и осуществлять их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики
	Владеет	Навыками разработки планов проведения научно-исследовательских работ и осуществления их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики
ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты	Знает	методологию планирования и постановки научных экспериментов в области геомеханики
	Умеет	планировать экспериментальную работу и проводить научные эксперименты в области геомеханики
	Владеет	методами планирования и постановки научных экспериментов, обработки и анализа полученных результатов
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	Знает	правила написания научно-технических отчетов и подготовки научных публикаций в области геомеханики
	Умеет	готовить научно-технические отчеты, научные статьи по результатам выполненных исследований в области своей профессиональной деятельности
	Владеет	навыками подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам научных исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	Знает	правила подготовки научных докладов и последовательности изложения материалов выполненной научной работы
	Умеет	готовить научные доклады, обоснованно и аргументировано представлять результаты выполнен-

		ных научных исследований
	Владеет	навыками подготовки научных докладов и аргументированного представления результатов научно-исследовательских работ
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	основные свойства горных массивов и методы управления его состоянием при решении научных задач в области геомеханики
	Умеет	использовать на практике знания свойств вмещающего массива горных пород при выборе методов управления его свойствами при постановке научных экспериментов
	Владеет	способами и методами управления состоянием массива горных пород при постановке научных экспериментов, решении научных задач в области геомеханики
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	современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации
	Умеет	обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информацию
	Владеет	навыками обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации
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 геомеханики
	Умеет	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования для анализа и прогноза поведения горных пород при постановке и проведении научных экспериментов
	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	Основные свойства горных пород как предмет научного исследования	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-4	Знает	УО-1				
			Умеет	УО-1				
			Владеет	УО-1				
		2	Напряженно-деформированное состояние массива горных пород и методы его исследования	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						

		ПК-2	Умеет	УО-1				
			Владеет	УО-1				
			Знает	УО-1				
			Умеет	УО-1				
			Владеет	УО-1				
			Знает	УО-1				
		ПК-4	Умеет	УО-1				
			Владеет	УО-1				
			Знает	УО-1				
		3	Моделирование геомеханических процессов	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, ПР-13				
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-4	Знает			УО-1				
	Умеет			УО-1				
	Владеет			УО-1, ПР-13				

### 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 задач	знает (пороговый уровень)	методы ведения научно-исследовательской деятельности и анализа современных научных достижений в области геомеханики	Знание методов ведения научно-исследовательской деятельности и анализа современных научных достижений в области геомеханики	Способность осуществлять научно-исследовательскую деятельность и анализировать современные научные достижения в области геомеханики
	умеет (продвинутый)	использовать современные науч-	Умение использовать современные	Способность использовать современные науч-

<p>тельских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>		<p>ные достижения положения при генерировании новых идей при решении и исследовательских и научных задач</p>	<p>научные достижения положения при генерировании новых идей при решении и исследовательских и научных задач</p>	<p>ные достижения положения при генерировании новых идей при решении и исследовательских и научных задач</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Навыками анализа и оценки современных научных достижений применительно к решению исследовательских и практических задач в области геомеханики</p>	<p>Владение навыками анализа и оценки современных научных достижений применительно к решению исследовательских и практических задач в области геомеханики</p>	<p>Способность анализировать и оценивать современные научные достижения применительно к решению исследовательских и практических задач в области геомеханики</p>
<p>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</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>Способы и методы постановки научных экспериментов и проведения комплексных научных исследований</p>	<p>Знание способов и методов постановки научных экспериментов и проведения комплексных научных исследований</p>	<p>Способность осуществлять постановку научных экспериментов и проведение комплексных научных исследований</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>Разрабатывать планы проведения научно-исследовательских работ и осуществлять их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>	<p>Умение разрабатывать планы проведения научно-исследовательских работ и осуществлять их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>	<p>Способность разрабатывать планы проведения научно-исследовательских работ и осуществлять их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>
	<p>владеет (высокий)</p>	<p>Навыками разработки планов проведения научно-исследовательских работ и осуществления их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>	<p>Владение навыками разработки планов проведения научно-исследовательских работ и осуществления их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>	<p>Способность к разработке планов проведения научно-исследовательских работ и осуществлению их в процессе своей исследовательской практической деятельности в области геомеханики</p>
<p>ОПК-1 Способность планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты</p>	<p>знает (пороговый уровень)</p>	<p>методологию планирования и постановки научных экспериментов в области геомеханики</p>	<p>Знание методологии планирования и постановки научных экспериментов в области геомеханики</p>	<p>Способность планировать и осуществлять постановку научных экспериментов в области геомеханики</p>
	<p>умеет (продвинутый)</p>	<p>планировать экспериментальную работу и проводить научные экспери-</p>	<p>Умение планировать экспериментальную работу и проводить научные</p>	<p>Способность планировать экспериментальную работу и проводить научные эксперименты в</p>

		менты в области геомеханики	эксперименты в области геомеханики	области геомеханики
	владеет (высокий)	методами планирования и постановки научных экспериментов, обработки и анализа полученных результатов	Владение методами планирования и постановки научных экспериментов, обработки и анализа полученных результатов	Способность планировать и осуществлять постановку научных экспериментов, обработку и анализ полученных результатов
ОПК-2 Способность подготавливать научно-технические отчеты, а также публикации по результатам выполнения исследований	знает (пороговый уровень)	правила написания научно-технических отчетов и подготовки научных публикаций в области геомеханики	Знание правила написания научно-технических отчетов и подготовки научных публикаций в области геомеханики	Способность использовать правила написания научно-технических отчетов и подготовки научных публикаций в области геомеханики
	умеет (продвинутый)	готовить научно-технические отчеты, научные статьи по результатам выполненных исследований в области своей профессиональной деятельности	Умение готовить научно-технические отчеты, научные статьи по результатам выполненных исследований в области своей профессиональной деятельности	Способность готовить научно-технические отчеты, научные статьи по результатам выполненных исследований в области своей профессиональной деятельности
	владеет (высокий)	навыками подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам научных исследований	Владение навыками подготовки научно-технических отчетов и публикаций по результатам научных исследований	Способность осуществлять подготовку научно-технических отчетов и публикаций по результатам научных исследований
ОПК-3 Готовность докладывать и аргументировано защищать результаты выполненной научной работы	знает (пороговый уровень)	правила подготовки научных докладов и последовательности изложения материалов выполненной научной работы	Знание правил подготовки научных докладов и последовательности изложения материалов выполненной научной работы	Способность к подготовке научных докладов и последовательности изложения материалов выполненной научной работы
	умеет (продвинутый)	готовить научные доклады, обоснованно и аргументировано представлять результаты выполненных научных исследований	Умение готовить научные доклады, обоснованно и аргументировано представлять результаты выполненных научных исследований	Способность готовить научные доклады, обоснованно и аргументировано представлять результаты выполненных научных исследований
	владеет (высокий)	навыками подготовки научных докладов и аргументированного представления результатов научно-исследовательских	Владение навыками подготовки научных докладов и аргументированного представления результатов научно-	Способность к подготовке научных докладов и аргументированному представлению результатов научно-исследовательских работ

		работ	исследовательских работ	
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)	основные свойства горных массивов и методы управления его состоянием при решении научных задач в области геомеханики	Знание основных свойств горных массивов и методов управления его состоянием при решении научных задач в области геомеханики	Способность использовать знания об основных свойствах горных массивов и методы управления его состоянием при решении научных задач в области геомеханики
	умеет (продвинутый)	использовать на практике знания свойств вмещающего массива горных пород при выборе методов управления его свойствами при постановке научных экспериментов	Умение использовать на практике знания свойств вмещающего массива горных пород при выборе методов управления его свойствами при постановке научных экспериментов	Способность использовать на практике знания свойств вмещающего массива горных пород при выборе методов управления его свойствами при постановке научных экспериментов
	владеет (высокий)	способами и методами управления состоянием массива горных пород при постановке научных экспериментов, решении научных задач в области геомеханики	Владение способами и методами управления состоянием массива горных пород при постановке научных экспериментов, решении научных задач в области геомеханики	Способность применять способы и методы управления состоянием массива горных пород при постановке научных экспериментов, решении научных задач в области геомеханики
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)	современные методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации	Знание современных методов обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации	Способность использовать методы обработки и интерпретации полученной в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации
	умеет (продвинутый)	обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информацию	Умение обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информацию	Способность обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информацию
	владеет (высокий)	навыками обработки и интерпретации полученной в результате проведения	Владение навыками обработки и интерпретации полученной в результате прове-	Способность обрабатывать и анализировать полученную в результате проведения натурных и на эквивалент-

		натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации	дения натурных и на эквивалентных материалах экспериментов информации	ных материалах экспериментов информацию
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 геомеханики	Знание современных способов моделирования свойств горного массива и методов их исследования и анализа в области геомеханики	Способность использовать современные способы моделирования свойств горного массива и методы их исследования и анализа в области геомеханики
	умеет (продвинутой)	формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования для анализа и прогноза поведения горных пород при постановке и проведении научных экспериментов	Умение формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования для анализа и прогноза поведения горных пород при постановке и проведении научных экспериментов	Способность формировать модели горного массива с использованием эквивалентных материалов и компьютерного моделирования для анализа и прогноза поведения горных пород при постановке и проведении научных экспериментов
	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 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	Способность к разработке моделей горного массива с заданными физико-механическими свойствами, использованию передовых технологий обработки массивов исходных данных и их графической интерпретации с целью анализа полученных результатов

Согласно приказа 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. Геомеханика как наука о механических явлениях и процессах в земной коре, вызываемых воздействием горных работ. Объект геомеханики.
2. Понятие о массивах горных пород, их физических состояниях и важнейших физико-механических свойствах.
4. Классификация массивов по прочности, слоистости, трещиноватости и склонности к разрушению.
5. Механические модели пород. Теории прочности и критерии разрушения пород. Полные диаграммы прочности.
6. Деформационные, прочностные и реологические характеристики горных пород, их физический смысл и размерность.
7. Паспорт прочности горных пород, методы и технические средства его построения.
8. Методы и средства испытаний пород в лабораторных и натурных условиях.
9. Методы и средства исследований напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Маркшейдерские прямые и косвенные методы.
10. Особенности деформирования и разрушения горных пород и массивов в условиях трехмерного напряженно-деформированного состояния.
11. Динамические проявления геомеханических процессов, их прогноз и предупреждение.

12. Основные признаки удароопасности пород. Механизм внезапных выбросов. Геодинамическое районирование.
13. Методы и средства (включая геофизические) изучения и контроля геомеханических процессов в массиве.
14. Геомониторинг при строительстве подземных сооружений. Обработка и интерпретация результатов измерений. Обратный анализ.
15. Оценка устойчивости породных откосов и бортов карьеров. Основные факторы, определяющие их устойчивость. Горнотехнические и специальные способы управления состоянием бортов карьеров.
16. Методы исследований геомеханических процессов в лабораторных и натуральных условиях. Предметное и аналоговое моделирование. Критерии подобия. Методы моделирования.
17. Особенности строения массивов горных пород, сложенных магматическими, осадочными и метаморфическими породами.
18. Виды структурных нарушений массивов горных пород.
19. Классификация горных пород по степени трещиноватости.
20. Классификация горных пород по слоистости, строению, обрушаемости и устойчивости обнажений.
21. Плотностные, прочностные и упругие свойства горных пород; соотношения их величин.
22. Ползучесть, релаксация, длительная прочность пород.
23. Структурное ослабление пород. Коэффициент структурного ослабления.
24. Гипотезы о напряженном состоянии нетронутого массива.
25. Понятие критической глубины ведения горных работ.
26. Изменения свойств горных пород с увеличением глубины их залегания.
27. Влияние температуры, обводненности и газоносности на изменение состояния массива пород.
28. Фильтрационные свойства массива горных пород.
29. Сущность метода конечных элементов и его возможности.
30. Метод граничных элементов.
30. Основные положения теории подобия.
31. Метод центробежного моделирования.
32. Метод эквивалентных материалов.
33. Поляризационно-оптический метод.
- 34.. Методы измерений деформаций и напряжений на поверхности горных выработок и в глубине массива.
35. Измерения перемещения пород в окрестности горных выработок.
36. Измерение нагрузки на крепь горных выработок. Приборы и устройства.
37. Автоматизированная система геомеханического мониторинга.
38. Оценка структурно-механических особенностей породных массивов методами томографии.
39. Зональная дезинтеграция горных пород.
40. Формы проявления деформаций пород в области сдвижения.

41. Формы развития деформаций и обрушений пород непосредственной и основной кровли.
42. Основные факторы, влияющие на устойчивость пород кровли. Классификация С.Т. Кузнецова.
43. Основные причины возникновения опорного давления. Его параметры.
44. Динамическая и статическая составляющие опорного давления.
45. Механизм продавливающего воздействия целиков.
46. Определение границ защищенных зон и зон повышенного горного давления.

### **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.