

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной работе

Дата подписания: 20.03.2024 13:13:19

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования**

**«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»**

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

### Физика горных пород

Закреплена за подразделением Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля

Направление подготовки 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО

Профиль

Квалификация **Горный инженер (специалист)**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144

в том числе:

аудиторные занятия 68

самостоятельная работа 49

часов на контроль 27

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 5

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя 19			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	49	49	49	49
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*дтн, профессор, Гупало Владимир Сергеевич; ктн, доцент, Шведов Игорь Михайлович*

Рабочая программа

**Физика горных пород**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - специалитет Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по специальности 21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, 21.05.04-СГД-23.plx , утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

21.05.04 ГОРНОЕ ДЕЛО, , утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра физических процессов горного производства и геоконтроля**

Протокол от г., №

Руководитель подразделения Винников Владимир Александрович

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины «Физика горных пород» являются:
1.2	• изучение физико-технических свойств и физических процессов в горных породах, закономерностях формирования и изменения свойств и принципах их использования при решении задач горного производства;
1.3	• приобретение знаний о поведении горных пород различного состава, строения и состояния при действии физических и вещественных полей (флюидов), параметрах количественно характеризующих их ответную реакцию на воздействие, в том числе и техногенное;
1.4	• формирование у студентов навыков по методам определения физико-технических свойств горных пород, прогнозу и практическому применению данных о свойствах в горно-технологических расчетах;
1.5	• обеспечить студентов комплексом знаний, необходимых для усвоения разделов специальных дисциплин физических процессов горного или нефтегазового производства.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.11
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Учебная практика (ознакомительная)	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	САД системы в горном производстве	
2.2.2	Гидродинамика шахтных потоков	
2.2.3	Магнитные, электрические и специальные методы обогащения	
2.2.4	Маркшейдерско-геодезические приборы	
2.2.5	Метрология, стандартизация и сертификация	
2.2.6	Производственная практика	
2.2.7	Производственная практика	
2.2.8	Производственная практика	
2.2.9	Производственная практика	
2.2.10	Производственная практика	
2.2.11	Производственная практика	
2.2.12	Специальные главы программирования	
2.2.13	Специальные главы химии	
2.2.14	Строительная механика	
2.2.15	Теория разделения минералов	
2.2.16	Электротехника и электроника	
2.2.17	Электротехническое и конструкционное материаловедение	
2.2.18	ВИМ-технологии при проектировании горнодобывающих комплексов	
2.2.19	Автоматизация горных машин и установок	
2.2.20	Аудит и экспертиза промышленной безопасности	
2.2.21	Геодезические работы при строительстве	
2.2.22	Геометрия недр	
2.2.23	Геомеханическое обеспечение подземных и открытых горных работ	
2.2.24	Геостатистика	
2.2.25	Геофизические методы изучения месторождений	
2.2.26	Гидромеханика	
2.2.27	Горная теплофизика	
2.2.28	Инженерная защита окружающей среды	
2.2.29	Интегрированные технологии добычи и переработки полезных ископаемых	
2.2.30	Комбинированные и биохимические технологии переработки сырья	
2.2.31	Математические методы в ГТИС	
2.2.32	Оборудование обогатительных фабрик и установок	
2.2.33	Подземная урбанистика	
2.2.34	Промышленная санитария и гигиена труда	
2.2.35	Промышленная электроника	
2.2.36	Рациональное использование и охрана природных ресурсов	

2.2.37	Строительное дело
2.2.38	Строительство транспортных тоннелей
2.2.39	Технологии переработки рудного сырья
2.2.40	Технологическая минералогия
2.2.41	Управление минеральными ресурсами
2.2.42	Флотационное обогащение полезных ископаемых
2.2.43	Химические и биохимические процессы горного производства
2.2.44	Экологическая безопасность подземного строительства
2.2.45	Электрические и электронные аппараты
2.2.46	Электрические машины
2.2.47	Сертификация в горном деле
2.2.48	Геомеханическая и геодинамическая безопасность
2.2.49	Гидромеханизированные и подводные горные работы
2.2.50	Комплексный мониторинг на горных предприятиях
2.2.51	Маркшейдерские информационные системы в производственно-технологической деятельности
2.2.52	Модели и методы геомеханических расчетов
2.2.53	Обогащение и комплексная переработка углей
2.2.54	Основы теории надежности
2.2.55	Системы искусственного интеллекта
2.2.56	Системы позиционирования и методы дистанционного зондирования Земли
2.2.57	Добыча и переработка строительных горных пород
2.2.58	Квалиметрия недр
2.2.59	Маркшейдерские работы при строительстве мегаполисов
2.2.60	Механика подземных сооружений
2.2.61	Моделирование и оптимизация процессов горного производства
2.2.62	Моделирование и расчет подземных сооружений
2.2.63	Окискование и металлургия
2.2.64	Организация и управление горным производством
2.2.65	Оценка аэрологических рисков горных предприятий
2.2.66	Переработка неметаллического сырья
2.2.67	Проектирование технологических машин и оборудования
2.2.68	Реконструкция горных предприятий
2.2.69	Технологии обогащения и переработки полезных ископаемых
2.2.70	Управление горнопромышленными отходами
2.2.71	Управление запасами и качеством минерального сырья
2.2.72	Управление энергоресурсами
2.2.73	Экологическая экспертиза в горном деле
2.2.74	Высшая геодезия
2.2.75	Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых
2.2.76	Машины и оборудование для горно-строительных работ
2.2.77	Моделирование и автоматизация обогатительных процессов и схем
2.2.78	Организация, планирование и управление строительного производства
2.2.79	Технология использования и утилизации отходов горного производства
2.2.80	Управление состоянием массива горных пород
2.2.81	Управление устойчивостью откосных сооружений
2.2.82	Геодинамика недр
2.2.83	Инженерный анализ технологических машин
2.2.84	Исследование обогатимости полезных ископаемых
2.2.85	Комплексное освоение георесурсного потенциала месторождений
2.2.86	Оценка проектов горных предприятий
2.2.87	Оценка проектов предприятий горно-металлургического комплекса
2.2.88	Очистка сточных и кондиционирование оборотных вод
2.2.89	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

2.2.90	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.91	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.92	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.93	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.94	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы
2.2.95	Преддипломная практика
2.2.96	Преддипломная практика
2.2.97	Преддипломная практика
2.2.98	Преддипломная практика
2.2.99	Преддипломная практика
2.2.100	Преддипломная практика
2.2.101	Технология машиностроения
2.2.102	Химия и технология флотационных реагентов
2.2.103	Экологическая безопасность
2.2.104	Экономика подземного строительства
2.2.105	Электрооборудование и сети открытых и подземных горных работ

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-4:** Способен применять полученные знания, в том числе междисциплинарные, для решения производственных задач при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, строительстве и эксплуатации подземных объектов

**Знать:**

ПК-4-32 Взаимосвязи особенностей строения, минерального состава и свойств горных пород

ПК-4-31 Физическую сущность процессов, протекающих в горной породе, как полиминеральной системе, при действии физических и вещественных полей; природу влияния основных особенностей состава и строения горных пород на физико-технические свойства

**Уметь:**

ПК-4-У2 Определять ожидаемые значения свойств горных пород в т.ч. в условиях различных физических полей

ПК-4-У1 Выполнять теоретическую оценку влияния изменчивости физических свойств горных пород на эффективность горно-технологических процессов

**Владеть:**

ПК-4-В2 Терминологией в области физики горных пород, навыками работы со справочной и научной литературой

ПК-4-В1 Современными методами научных исследований в области физики горных пород и процессов горного производства

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Понятие о минералах и горных породах как объектах горного производства</b>							

1.1	<p>Место физики горных пород среди других наук по объектам, методам и направлениям исследований.</p> <p>Основные понятия и определения физики горных пород, понятия о физико-технических свойствах и физических процессах в образцах горных пород и массивах.</p> <p>Приемы описания и количественная характеристика состава и строения горных пород.</p> <p>Характеристика элементов строения горных пород.</p> <p>Текстура горных пород.</p> <p>Структура горных пород.</p> <p>Гетерогенность горных пород.</p> <p>Методы количественного описания строения горных пород.</p> <p>Дефектность горных пород.</p> <p>Понятие о представительном объеме горной породы.</p> <p>Разноуровневые модельные представления о горные породы.</p> <p>Физико-химические, петрографические и генетические классификации горных пород. /Лек/</p>	5	6	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.5Л2.4 Э1		КМ1	
1.2	<p>Работа с научной учебной литературой, подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, подготовка отчетов по лабораторным работам и их защита /Ср/</p>	5	10	ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.5Л2.6 Э2			
	<b>Раздел 2. Физические явления в горных породах и массивах.</b>							

2.1	<p>Физические процессы в горных породах. Виды физических полей. Изменение состава, строения и состояния породы при действии физических полей. Параметры изменения физических свойств. Элементы статики и динамики жидкостей и газов в горных породах. Гидрогазодинамические свойства горных пород. Количественные параметры. Методы их определения. Влияние строения пород по гидрогазодинамические свойства. Физико-технические параметры. Внешние и внутренние факторы, влияющие на численное значение параметров. Влияние минерального состава и строения пород на их свойства. Базовые физико-технические параметры горных пород. Классификация и паспортизация горных пород по физическим и горно-технологическим свойствам. /Лек/</p>	5	8	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.5Л2.6 Э1		КМ1	
2.2	<p>Работа с научной учебной литературой, подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, подготовка отчетов по лабораторным работам и их защита /Ср/</p>	5	10	ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.5Л2.6 Э2			
	<p><b>Раздел 3. Механические свойства горных пород и массивов</b></p>							

3.1	Виды механического воздействия на горные породы. Статические и динамические нагрузки. Напряжения и деформации в горных породах. Анизотропия свойств. Виды полей напряжения и деформаций. Масштабная классификация. Взаимосвязь различных видов напряжений. Статические характеристики поля напряжений и деформаций. Упругие свойства горных пород. Тензоры напряжений и деформаций. Влияние состава и строения пород на их упругие свойства. Пластичность горных пород. Физическая природа пластичности. Поведение горных пород при действии длительных нагрузок. Реологические свойства горных пород. Количественные параметры. Методы анализа реологических свойств. /Лек/	5	6	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.5Л2.5 Э1		КМ1	
3.2	Определение прочностных параметров горных пород. Определение коэффициента крепости пород методом толчения. Определение абразивности горных пород. Определение плотностных параметров горных пород. /Лаб/	5	8	ПК-4-У2	Л1.4 Э2			
3.3	Упругие свойства горных пород. Прочностные свойства горных пород. Влияние структурно-текстурных особенностей на механические свойства горных пород. /Пр/	5	8	ПК-4-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Э2			Р1
3.4	Работа с научной учебной литературой, подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, подготовка отчетов по лабораторным работам и их защита /Ср/	5	10	ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.5Л2.6 Э1 Э2			
	<b>Раздел 4. Тепловые и электромагнитные свойства горных пород и массивов</b>							



4.1	<p>Закономерности распространения и накопления тепла неоднородной горной породой. Методы определения тепловых свойств горных пород. Виды термических напряжений в горной породе. Теплоемкость и теплопроводность и температуропроводность пород. Влияние минерального состава, структурных особенностей, пористости влажности. Виды электрической поляризации горных пород. Особые случаи поляризации минералов и горных пород. Диэлектрическая проницаемость горных пород. Влияние частоты электрического поля на поляризуемость. Влияние состава и строения на диэлектрическую проницаемость. Методы определения. Электрохимическая активность горных пород. Электрическая проводимость горных пород. Количественные параметры. Зависимость от состава и строения породы. Методы определения проводимости. Диэлектрические потери горных пород. Магнитные свойства горных пород. Количественные параметры. Ферромагнетизм природных оксидов. Влияние состава и строения на магнитные свойства. Методы определения магнитных свойств горных пород. Термомагнитные исследования фазовых переходов в оксидах железа основных минералов железных руд. Естественная радиоактивность горных пород. Виды естественной радиоактивности. Эффекты взаимодействия горных пород с ионизирующим излучением. Поглощение излучений. Радиационные свойства горных пород. Количественные параметры. Методы определения. Влияние</p>	5	8	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.5Л2.3 Э1		КМ1	
-----	--	---	---	-----------------	-------------	--	-----	--

	состава и строения пород на радиационные свойства /Лек/							
4.2	Определение коэффициента теплового линейного расширения горных пород. Определение влажности образцов горной породы по её диэлектрической проницаемости. Определение содержания магнетита в железной руде по её относительной магнитной проницаемости. /Лаб/	5	9	ПК-4-У2	Л1.4 Э2			
4.3	Волновые свойства горных пород. Магнитные свойства ферромагнитных руд. Взаимодействие электромагнитного излучения с горной породой. /Пр/	5	9	ПК-4-У1	Л2.6 Э2			P2
4.4	Работа с научной учебной литературой, подготовка к лекциям, лабораторным и практическим занятиям, подготовка отчетов по лабораторным работам и их защита /Ср/	5	10	ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.5Л2.6 Э2			
	<b>Раздел 5. Физико-техническое обеспечение горного производства</b>							

5.1	<p>Принципы классификации физических процессов горного производства. Влияние изменчивости свойств пород на эффективность физических процессов горного производства. Основы приема расчета различных технологических процессов в зависимости от свойств пород.</p> <p>Сущность и классификация физических процессов горного производства. Природа и закономерности направленного изменения состояния и свойств горных пород. Инновационные технологии рационального использования минеральных ресурсов и техногенного сырья. Особенности физико-технических свойств минерального сырья техногенных месторождений. Обоснование и основы разработки энергоемкой и ресурсосберегающей горной технологии. Перспективные направления развития космических горных технологий. /Лек/</p>	5	6	ПК-4-31 ПК-4-32	Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1		КМ1	
5.2	Работа с научной учебной литературой, подготовка к лекциям /Ср/	5	9	ПК-4-В1 ПК-4-В2	Л1.5Л2.6 Э2			

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Экзамен	ПК-4-31;ПК-4-32	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и задачи горной науки – физики горных пород. Основные понятия и определения. Объекты и методы исследований.</li> <li>2. Основные процессы горного производства. Понятие о физико-технических и горно-технологических параметрах горных пород и их взаимосвязи. Базовые физико-технические параметры пород.</li> <li>3. Общие закономерности изменения свойств горных пород от параметров состава и строения. Модели строения горных пород. Понятие анизотропии свойств.</li> <li>4. Основные особенности строения горных пород. Сравнение физических свойств породного массива и лабораторных образцов.</li> <li>5. Факторы, влияющие на численные значения физико-технических параметров горных пород. Физические поля в породных массивах.</li> <li>6. Особенности исследования физических свойств горных пород, их вариации и взаимосвязи. Сущность метода корреляционных зависимостей.</li> </ol>

		<p>7. Характеристика горной породы как гетерогенной среды. Строение кристаллических тел. Основные понятия для описания внутреннего строения кристаллов.</p> <p>8. Понятие структуры и текстуры горных пород. Характеристика и примеры.</p> <p>9. Типы горных пород в зависимости от внутренних структурных связей и происхождения. Пористость горных пород, параметры пористости.</p> <p>10. Дефекты строения горной породы. Понятие дефектов кристаллических структур.</p> <p>11. Плотностные свойства горных пород и их параметры. Характеристики силовых свойств. Понятие о механических свойствах горных пород.</p> <p>12. Напряжения и деформации в горных породах. Понятие и сущность тензора напряжения и деформации.</p> <p>13. Виды деформаций в горных породах. Типичные графики деформации горных пород.</p> <p>14. Упругие свойства горных пород. Элементы тензора упругости и деформации. Закон Гука для изотропного массива.</p> <p>15. Параметры упругости горных пород для скальных и рыхлых горных пород. Зависимость упругих свойств горных пород от их минерального состава и строения.</p> <p>16. Анизотропия упругих свойств горных пород. Вычисление модуля упругости для слоистых и квазиизотропных сред.</p> <p>17. Влияние пористости на упругие свойства горных пород. Влияние внешних физических и вещественных полей на упругие свойства пород. Понятие динамического модуля Юнга.</p> <p>18. Неупругое поведение горных пород. Модели пластических сред. Механизмы пластической деформации.</p> <p>19. Классификация точечных и линейных дефектов кристаллической структуры. Движение дислокаций в кристалле.</p> <p>20. Механизм пластического деформирования горных пород. Понятие плотности дислокаций и вектора Бюргерса.</p> <p>21. Параметры пластической деформации горных пород. График напряжения – деформации для упруго-пластичного деформирования. Зависимость пластичности горных пород от особенностей строения и состава горных пород.</p> <p>22. Прочностные свойства горных пород. Понятие процесса разрушения как многостадийного процесса. Роль дислокаций в процессе разрушения.</p> <p>23. Теория хрупкого разрушения Гриффитса. Роль энергии упругой деформации в развитии трещины.</p> <p>24. Обобщенная теория квазихрупкого разрушения Орована-Ирвина. Роль пластических деформаций в процессе разрушения.</p> <p>25. Кинетическая теория разрушения твердых тел Журкова. Основные положения.</p> <p>26. Теория прочности Кулона –Мора. Критерий прочности горных пород. Принцип построения кругов напряжений.</p> <p>27. Понятие паспорта прочности горных пород. Принцип построения и интерпретация.</p> <p>28. Влияние минерального состава и строения горных пород на их прочность. Анизотропия прочностных свойств.</p> <p>29. Понятие реологических свойств горных пород. Стадии ползучести. Анализ уравнения ползучести. Понятие релаксации напряжений.</p> <p>30. Механизмы пластических деформаций в породах. Модели вязкоупругих тел. Диффузионная ползучесть Набарро-Херринга. Идея деформационных карт Ашби.</p> <p>31. Роль реологических процессов в горном деле. Реологические процессы в мерзлых грунтах.</p> <p>32. Понятие акустических свойства горных пород. Уравнение плоской волны. Типы упругих колебаний и их основные параметры распространения в породном массиве.</p> <p>33. Анализ скоростей распространения упругих волн в изотропных средах. Зависимость типа волны от упругих свойств среды.</p> <p>34. Влияние пористости, текстурных особенностей пород на</p>
--	--	---

			<p>скорости распространения упругих волн. Распространение упругих волн в поглощающих средах. Параметры поглощения.</p> <p>35. Взаимосвязи скоростей упругих волн и прочностными свойствами. Источники упругих колебаний. Методы изучения акустических свойств горных пород.</p> <p>36. Параметры поглощения тепла горными породами. Особенности гетерогенных термодинамических систем.</p> <p>37. Механизмы теплопроводности горных пород.</p> <p>38. Тепловые потоки в породном массиве. Условия стационарного и нестационарного потоков.</p> <p>39. Температуропроводность, теплопередача, теплоотдача горных пород. Анизотропия свойств. Теплопроводность пористых пород.</p> <p>40. Тепловое расширение горных пород. Зависимость от минерального состава, пористости. Анизотропия свойств.</p> <p>41. Механизмы термических напряжений в горных породах. Влияние теплового поля на физические свойства горных пород.</p> <p>42. Виды и механизмы поляризации горных пород. Явление электрострикции.</p> <p>43. Особые случаи поляризации минералов и горных пород. Поляризационные методы в электроразведке.</p> <p>44. Диэлектрическая проницаемость горных пород и минералов. Зависимость от минерального состава и строения.</p> <p>45. Электрохимическая поляризация и проводимость горных пород.</p> <p>46. Термины и определения в области магнетизма горных пород. Основные понятия о природе магнетизма ферромагнетиков. Магнитные эффекты в ферромагнитных минералах.</p> <p>47. Особые свойства ферромагнетиков. Кривая намагничивания, магнитный гистерезис.</p> <p>48. Магнитные фазовые переходы. Температурные превращения основных железосодержащих минералов.</p> <p>Термомагнитные</p>
--	--	--	--

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	Решение задач на механические свойства горных пород	ПК-4-У1;ПК-4-У2	Решение типовых задач на определение плотностных и механических параметров горных пород различного состава и строения.
P2	Решение задач на электромагнитные свойства горных пород	ПК-4-У1;ПК-4-У2	Решение типовых задач на определение электромагнитных свойств горных пород различного состава и строения.

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Пример экзаменационного билета:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

Дисциплина «Физика горных пород»  
Экзаменационный билет № 3

1. Реологические свойства горных пород. Понятие ползучести и релаксации напряжений. Анализ уравнения ползучести горных пород.
2. Модели строения горных пород. Принцип описания взаимосвязи свойств пород переменного минерального состава. Понятие анизотропии свойств.
3. Известно, что модуль Юнга горной породы  $E=3 \cdot 10^5$  кг/см<sup>2</sup>. Предел прочности на сжатие – 2800 кг/см<sup>2</sup>. Определить удельную работу разрушения данной породы, если известно, что порода разрушается хрупко.

Экзаменатор: \_\_\_\_\_

#### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Экзаменационная оценка выставляется по четырехбалльной шкале (“неудовлетворительно”, “удовлетворительно”, “хорошо” или “отлично”) как среднее арифметическое из оценок, полученных за освоение компетенции, в соответствии со следующими критериями:

**ПК-4**  
 Незнание диапазонов изменчивости и единиц измерения основных параметров, характеризующих базовые свойства горных пород, экспериментальных методов их определения, методов исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. - Допороговый уровень (оценка “неудовлетворительно”).  
 Выборочное знание диапазонов изменчивости и единиц измерения основных параметров, характеризующих базовые свойства горных пород, экспериментальных методов их определения, методов исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. - Пороговый уровень (оценка “удовлетворительно”).  
 Знание и владение диапазонами изменчивости и единиц измерения основных параметров, характеризующими базовые свойства горных пород, экспериментальными методами их определения, методами исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. - Продвинутый уровень (оценка “хорошо”).  
 Исчерпывающие знания и владение диапазонами изменчивости и единиц измерения основных параметров, характеризующих базовые свойства горных пород, экспериментальными методами их определения, методами исследований в области физики горных пород и процессов горного производства. - Высокий уровень (оценка “отлично”).

Незнание физической сущности процессов, протекающих в горной породе, природы влияния основных особенностей состава и строения горных пород на физико-технические свойства, терминологии в области физики горных пород. - Допороговый уровень (оценка “неудовлетворительно”).  
 Выборочное знание физической сущности процессов, протекающих в горной породе, природы влияния основных особенностей состава и строения горных пород на физико-технические свойства, терминологии в области физики горных пород. - Пороговый уровень (оценка “удовлетворительно”).  
 Знание и владение физической сущностью процессов, протекающих в горной породе, природой влияния основных особенностей состава и строения горных пород на физико-технические свойства, терминологией в области физики горных пород. - Продвинутый уровень (оценка “хорошо”).  
 Исчерпывающие знания и владение физической сущностью процессов, протекающих в горной породе, природой влияния основных особенностей состава и строения горных пород на физико-технические свойства, терминологией в области физики горных пород. - Высокий уровень (оценка “отлично”).

Незнание природы влияния различных физических полей на ожидаемые значения свойств горных пород, методов математического анализа и теоретического описания физических процессов, свойств и параметров горных пород. - Допороговый уровень (оценка “неудовлетворительно”).  
 Выборочное знание природы влияния различных физических полей на ожидаемые значения свойств горных пород, методов математического анализа и теоретического описания физических процессов, свойств и параметров горных пород. - Пороговый уровень (оценка “удовлетворительно”).  
 Знание и владение природой влияния различных физических полей на ожидаемые значения свойств горных пород, методами математического анализа и теоретического описания физических процессов, свойствами и параметрами горных пород. - Продвинутый уровень (оценка “хорошо”).  
 Исчерпывающие знания и владение природой влияния различных физических полей на ожидаемые значения свойств горных пород, методами математического анализа и теоретического описания физических процессов, свойствами и параметрами горных пород. - Высокий уровень (оценка “отлично”).

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Каркашадзе Г. Г.	Задачник по разрушению горных пород: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 2008
Л1.2	Каркашадзе Г. Г.	Задания для самостоятельной работы при решении задач по разрушению горных пород: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2009
Л1.3	Каркашадзе Г. Г.	Задачник по разрушению горных пород: учеб. пособие студ. вузов, обуч. по спец. "Физ. процессы горн. или нефтегазового пр-ва"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2008

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Баклашов И. В., Давиденко Б. Ю., Кузьев Л. С., Христолюбов В. Д.	Лабораторный практикум по дисциплине "Геомеханика": учебно-метод. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2004
Л1.5	Ржевский В. В., Новик Г. Я.	Основы физики горных пород: учебник для студ. горн. спец. вузов	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1984

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Нескоромных В. В.	Разрушение горных пород при бурении скважин: учебное пособие	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2014
Л2.2	Ямщиков В. С.	Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Физические процессы горного пр-ва"	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1982
Л2.3	Дмитриев А. П., Гончаров С. А.	Термодинамические процессы в горных породах: учебник для студ. обуч. по спец. "Физ. процессы горн. и нефтегаз. пр-ва"	Библиотека МИСиС	М.: Недра, 1990
Л2.4	Гюльнина В. П., Хаяутин А. Д., Христолюбов В. Д., Янченко Г. А.	Физика горных пород и процессов. Термины и определения: учеб. пособие для подготовки бакалавров по напр. Т.06 "Горное дело"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 1998
Л2.5	Шведов Игорь Михайлович	Физика горных пород. Механические свойства горных пород (N 3458): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2019
Л2.6	Гончаров Степан Алексеевич, Пашенков Павел Николаевич, Плотникова А. В.	Физика горных пород. Физические явления и эффекты в практике горного производства (N 2721): учеб. пособие	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2016

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Материалы по дисциплине "Физика горных пород"	<a href="https://vk.com/topic-63466866_32749822">https://vk.com/topic-63466866_32749822</a>
Э2	Дополнительные материалы по дисциплине "Физика горных пород"	<a href="https://www.studmed.ru/science/geologic/fizika-porod-plastov-massivov/fizika-gornyh-porod?page=3">https://www.studmed.ru/science/geologic/fizika-porod-plastov-massivov/fizika-gornyh-porod?page=3</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Office
-----	------------------

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	<a href="http://basemine.ru/12/osnovy-fiziki-gornyx-porod/">http://basemine.ru/12/osnovy-fiziki-gornyx-porod/</a> Основы физики горных пород
И.2	<a href="http://lib.rushkolnik.ru/text/23818/index-1.html">http://lib.rushkolnik.ru/text/23818/index-1.html</a> Лекции по курсу «Физика горных пород»
И.3	<a href="http://www.aldebarans.ru/40207-fizika-gornyx-porod-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov.html">http://www.aldebarans.ru/40207-fizika-gornyx-porod-uchebnoe-posobie-dlya-vuzov.html</a> / Учебное пособие. В.В. Соболев, А.В. Скобенко, С.Я. Иванчишин
И.4	<a href="https://www.twirpx.com/file/832690/">https://www.twirpx.com/file/832690/</a> (ресурс по основам физики горных пород)
И.5	<a href="https://www.elsevier.com/books/physical-properties-of-rocks/schon/978-0-08-100404-3">https://www.elsevier.com/books/physical-properties-of-rocks/schon/978-0-08-100404-3</a> (Physical Properties of Rocks, 2015, 512 p.)

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
------	------------	-----------

Л-237	Учебная аудитория	блок системный P4 3.0 Cel/512/80/VGA/CDRW+DVD/SB,DIMM,80Gb,Video, Kb,mouse-2шт., монитор ACER 19" AL1923 W/SPEAKER - 2шт., весы KERN EG 300-3M -2шт., измеритель E-7-12 -1шт., измеритель E-7-14 -1шт., компьютер в сборе: системный блок: Core i3 2120 3.30Ghz/Intel DH67CF/4Gb/750Gb.-1шт., прибор ультразвуковой УК-151м -1шт., принтер Q5927HJ 1320(A4, 12000dpi, 21ppm, USB)-1шт., электропечь SNOL -1шт., прибор УКБ-1М -1шт., машина ИП-6010-100-1 -1шт., машина ИП-6012-1000-1 -1шт., электропечь SNOL -1шт., вакуумный сушильный шкаф, установка для определения линейного коэффициента теплового расширения, прибор для определения теплопроводности ИТП-4, установка для определения коэффициента крепости по М.М.Протодюконову, установка для определения диэлектрической проницаемости горных пород
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Методические указания по лабораторным работам находится в распечатанном виде в аудитории Л-237