МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
в г. Губкине Белгородской области (ГФ НИТУ «МИСиС»)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 02C89CCE0054AC5E89482DDA6B2898269B
Владелец: Кожухов Алексей Александрович
Действителен: с 14.10.2020 до 14.10.2021

рабочая программа утверждена
решением Ученого совета
НИТУ «МИСиС»
от «31» августа 2020 г.
протокол № 1-20

Рабочая программа дисциплины

Физика горных пород

Закрепленная кафедра Кафедра горного дела

Направление подготовки 21.05.04 Горное дело

Специализация Обогащение полезных ископаемых

Квалификация Горный инженер (специалист)

Форма обучения Очная

Общая трудоемкость 3 ЗЕТ

Часов по учебному плану 108

в том числе:

аудиторные занятия 54
самостоятельная работа 54
часов на контроль -

Семестр(ы) изучения 5

Формы контроля:

зачет в 5 семестре

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	5		Итого
Вид занятий	УП	РП	
Лекции	26	26	26
Практические	28	28	28
Итого ауд.	54	54	54
Сам. работа	54	54	54
Часы на контроль			
Итого:	108	108	108

Год набора 2019
В редакции 2020 г.

Программу составил:
Казанцев Антон Александрович, доцент, к.т.н. _____
Должность, уч.ст., уч.зв ФИО полностью *подпись*

Рабочая программа дисциплины
Физика горных пород

разработана в соответствии с ОС ВО:
Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования – уровень специалитета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по специальности 21.05.04 Горное дело (приказ от «02» декабря 2015 г. № 602 о.в.)

Выпуск 2:
от 2 декабря 2015 г. № 602 о.в.

Составлена на основании учебного плана 2019 года набора:
21.05.04 Горное дело, Обогащение полезных ископаемых, утвержденного Ученым советом НИТУ «МИСиС» 23.05.2019 г., протокол №9.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
горного дела
наименование кафедры

Протокол от «23» апреля 2020 г. № 9-20

Зав. кафедрой ГД _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

«23» апреля 2020 г.

Руководитель ОПОП ВО
Зав.кафедрой ГД, д.т.н., доцент _____ А.А. Кожухов
подпись *И.О. Фамилия*

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ
Цели освоения дисциплины: – изучение физико-технических свойств и физических процессов в горных породах, закономерностях формирования и изменения свойств и принципах их использования при решении задач горного производства; – 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. **Задачи дисциплины**: 1. Объяснить необходимость знания физико-технических свойств горных пород для проектирования и ведения процессов добычи и переработки минерального сырья. 2. Рассмотреть диапазоны изменчивости, систематизировать и классифицировать все многообразие параметров, используемых при описании поведения горных пород. 3. Определить факторы, оказывающие влияние на изменчивость физико-технических свойств горных пород. 4. Обосновать базовый комплекс физико-технических свойств горных пород, необходимый и достаточный для информативного описания поведения породы как объекта горного производства. 5. Объяснить принципиальную возможность направленного изменения физико-технических свойств горных пород в процессах горного производства. 6. Показать взаимосвязь физических свойств пород с горно-технологическими. 7. Дать методические основы экспериментального определения базовых физико-технических свойств горных пород.

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Часть ОПОП ВО (базовая, вариативная)	Базовая
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающихся – предшествующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.1.1	Математика 1
2.1.2	Математика 2
2.1.3	Математика 3
2.1.4	Физика 1
2.1.5	Физика 2
2.1.6	Физика 3
2.1.7	Химия
2.1.8	Геология
2.1.9	Основы горного дела
2.2	Дисциплины (модули), практики и НИР, для которых необходимо освоение данной дисциплины – последующие дисциплины (модули), практики и НИР
2.2.1	Технология и безопасность взрывных работ
2.2.2	Организация эксперимента
2.2.3	Научно-исследовательская работа

3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
УК-6.1: демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях профессиональной деятельности	
Знать:	З-1. Диапазоны изменчивости и единицы измерения основных параметров, характеризующих базовые свойства горных пород. З-2. 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:	У-1. Определять экспериментально базовые физические свойства горных пород. У-2. Выполнять теоретическую оценку влияния изменчивости физических свойств горных пород на эффективность горнотехнологических процессов
Владеть навыком:	Н-1. Терминологией в области физики горных пород, навыками работы со справочной литературой.
ПК-3.1: готовность участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	

Знать:	З-1. Нормативные документы по безопасности и промышленной санитарии при проектировании, строительстве и эксплуатации предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых.
Уметь:	У-1. Разрабатывать планы мероприятий по реализации технологического регламента процессов добычи и переработки полезных ископаемых.
Владеть навыком:	Н-1. Современными методами научных исследований в области физики горных пород и процессов горного производства.
ПК-3.2: готовность выполнять экспериментальные и лабораторные исследования, интерпретировать полученные результаты, составлять и защищать отчеты	
Знать:	З-1. Принципы методологического обеспечения постановки и проведения экспериментальных исследований. З-2. Элементы математической статистики, используемые при обработке результатов измерений.
Уметь:	У-1. Выявлять новые закономерности взаимодействия горных пород с полями различной физической природы и разрабатывать на этой основе новые методы контроля и управления свойствами. У-2. Интерпретировать полученные результаты экспериментальных данных с установлением корреляционных зависимостей
Владеть навыком:	Н-1. Установления корреляционных зависимостей, используемых для оценки многофакторных зависимостей свойств горных пород от внешних физических воздействий естественного и техногенного происхождения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Кол-во часов	Компетенции	Литература	Примечание
1	**Раздел 1. Понятие о минералах и горных породах как объектах горного производства.**	**5**	**6**			
1.1	**Введение. Основы металлургического производства.** Место физики горных пород среди других наук по объектам, методам и направлениям исследований. Основные понятия и определения физики горных пород, понятия о физико-технических свойствам и физических процессах в образцах горных пород и массивах. Приемы описания и количественная характеристика состава и строения горных пород **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
1.2	Характеристика элементов строения горных пород. Текстура горных пород. Структура горных пород. Гетерогенность горных пород. Методы количественного описания строения горных пород. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
1.3	Дефектность горных пород. Понятие о представительном объеме горной породы. Разноуровневые модельные представления о горные породы. Физико-химические, петрографические и генетические классификации горных пород. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
2	**Раздел 2. Физические явления в горных породах и массивах.**	**5**	**8**			
2.1	Физические процессы в горных породах. Виды физических полей. Изменение состава, строения и состояния породы при действии физических полей. Параметры изменения физических свойств **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
2.2	Элементы статики и динамики жидкостей и газов в горных породах. Гидрогазодинамические свойства	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	

	горных пород. Количественные параметры. Методы их определения. Влияние строения пород по гидрогазодинамические свойства. **/лекция/**					
2.3	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. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
2.4	Классификация и паспортизация горных пород по физическим и горно-технологическим свойствам. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
3	**Раздел 3. Механические свойства горных пород и массивов**	**5**	**20**			
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. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
3.2	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. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
3.3	Пластичность горных пород. Физическая природа пластичности. Поведение горных пород при действии длительных нагрузок. Реологические свойства горных пород. Количественные параметры. Методы анализа реологических свойств. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
3.4	Упругие свойства горных пород. **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.5	Прочностные свойства горных пород. **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.6	Влияние структурно-текстурных особенностей на механические свойства горных пород. **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.7	Определение прочностных параметров горных пород **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.8	Определение коэффициента крепости пород методом толчения. **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.9	Определение абразивности горных пород **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
3.10	Определение плотностных параметров горных пород **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4	**Раздел 4. Тепловые и электромагнитные свойства горных пород и массивов**	**5**	**20**			
4.1	Закономерности распространения и накопления тепла неоднородной горной породой. Методы определения	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	

	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. **/лекция/**					
4.2	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. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
4.3	Магнитные свойства горных пород. Количественные параметры. Ферримагнетизм 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 состава и строения пород на радиационные свойства. **/лекция/**	5	2	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.1, З-1 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
4.4	Волновые свойства горных пород. **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.5	Магнитные свойства ферромагнитных руд **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.6	Взаимодействие электромагнитного излучения с горной породой **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.7	Определение коэффициента теплового линейного расширения горных пород **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.8	Определение влажности образцов горной породы по её диэлектрической проницаемости **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, У-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.9	Определение содержания магнетита в железной руде по её относительной магнитной проницаемости **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2 ПК-3.1, У-1 ПК-3.2, У-2, Н-1	Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	
4.10	Контрольная работа **/ практика /**	5	2	УК-6.1, У-1, У-2	Л 2.1	
5	**Самостоятельная работа студента**	**5**	**54**			

5.1	Темы для дополнительной проработки: 1. Принципы классификации физических процессов горного производства. 2. Влияние изменчивости свойств пород на эффективность физических процессов горного производства. 3. Основы приема расчета различных технологических процессов в зависимости от свойств пород. 4. Сущность и классификация физических процессов горного производства. 5. Природа и закономерности направленного изменения состояния и свойств горных пород. 6. Инновационные технологии рационального использования минеральных ресурсов и техногенного сырья. 7. Особенности физико-технических свойств минерального сырья техногенных месторождений. 8. Обоснование и основы разработки энергоемкой и ресурсосберегающей горной технологии. 9. Перспективные направления развития космических горных технологий.	5	36	УК-6.1, З-1, З-2 ПК-3.1, З-1 ПК-3.2, З-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3	
5.2	Выполнение домашнего задания (подготовка презентации по заданной теме)	5	18	УК-6.1, Н-1 ПК-3.1, Н-1 ПК-3.2, У-2	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 2.2	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Контрольные вопросы для самостоятельной подготовки к текущей аттестации по итогам изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

Варианты контрольных работ для текущей аттестации.

Вариант 1.

1. Определить изменение модуля упругости при изменении коэффициента пористости горной породы от 0,7 до 1,3. Сделать вывод.
2. Определить коэффициенты пластичности $k_{пл}$ и хрупкости породы $k_{хр}$, если известны: $\sigma_{сж}$ = 140 МПа; E = 80 ГПа; σ_E = 40 МПа; $E_{пл}$ = 20 ГПа.

Вариант 2.

1. Сравнить пористости горных пород и сделать вывод, если известно, что у первого образца $k_п$ = 0,35, а у второго пористость P_2= 27%.
2. Цилиндрический образец начальной длиной l = 60 мм и диаметром d = 40 мм при действии сжимающей силы F = 40 кН, испытывает упругие деформации: продольную Δl = 74 мкм и поперечную Δd = 12,6 мкм. Определить коэффициент Пуассона, модуль Юнга, коэффициент упругости при сдвиге.

Вариант 3.

1. Песчаник с объемной плотностью ρ =2660 кг/м^3 имеет коэффициент пористости $k_п$ = 0,12. Определить плотность минерального скелета и удельный вес породы.
2. Определить коэффициенты пластичности $k_{пл}$ и хрупкости породы $k_{хр}$, если известны: $\sigma_{сж}$ = 280 МПа; E = 70 ГПа; σ_E = 260 МПа; $E_{пл}$ = 60 ГПа.

Вариант 4.

1. Будет ли отличаться величина плотности минерального скелета от объемной плотности горной породы при изменении коэффициента пористости от $k_{п1}$ = 0 до $k_{п2}$ = 1,2. Дать сравнение.
2. Определить пределы прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ для образцов горной породы с размерами зерен d_1 = 0,2 мм, d_2 = 1,4 мм, d_3 = 4,2 мм, если для всех образов $k_п$ = 0,09.

Предел прочности для абсолютно непористого образца выражается эмпирической зависимостью: $\sigma_{сж0} = 1100 \cdot d^{-1/2}$, кгс/см^2, где d –размер зерен в мм.

Показатель формы порового пространства ***a*** = 2,7. Построить график зависимости: $\sigma_{сж} = f(d)$ и сделать вывод.

Вариант 5.

1. Модуль Юнга для алевролита составляет E= 35 ГПа, а коэффициент пластичности при этом равен $k_{пл}$ = 0,75. Чему будет равен модуль деформации $E_{деф}$?

2. Определить величину модуля Юнга горной породы с пористостью P= 14%, если модуль упругости минерального скелета равен 80 ГПа. Определить величину коэффициента упругости при сдвиге, если υ = 0,31.

Вариант 6.

1. Предел упругости песчаника составляет σ_E = 50 МПа, а $\sigma_{сж}$ = 190 МПа, при этом полная пластическая деформация составляет $1{,}5\cdot10^{-3}$ м. Определить модуль пластичности породы.

2. Модуль упругости горной породы с коэффициентом пористости $k_п$ = 0,66 составляет 110 ГПа, при это модуль Юнга минерального скелета равен 260 ГПа. Определить величину показателя порового пространства **а**.

Вариант 7.

1. Определить модуль продольной деформации магнетита, если предел прочности при одноосном сжатии составил 270 МПа, а полная относительная деформация образца составляла 5,2 мм.

2. Модуль Юнга E_0 был определен на кубическом образце со стороной 50 мм при нагрузке 28 кН. При других испытаниях той же породы определили модуль Юнга E_1 при нагрузке 62 кН. В обоих случаях деформации были упругими. Насколько отличаются друг от друга значения E_0 и E_1, если известно, что зависимость E от величины сжимающих нагрузок выражается формулой $E_1 = E_0\ (1+ 1{,}6\cdot\ln\sigma_1/\sigma_0.)$.

Вариант 8.

1. Определить величину модуля продольной деформации известняка, если υ = 0,32; упругие деформации сдвига $\gamma = 3{,}2\cdot10^{-3}$ м, а предельные касательные напряжения составляют τ =26 МПа.

2. Определить пределы прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ для образцов горной породы с размерами зерен d_1 = 0,6 мм, d_2 = 2,4 мм, d_3 = 5,2 мм, если для всех образов $k_п$ = 0,16. Предел прочности для абсолютно непористого образца выражается эмпирической зависимостью:

$\sigma_{сж0} = 1100\cdot d^{-1/2}$, кгс/см^2, где d –размер зерен в мм.

Показатель формы порового пространства ***а*** = 1,7. Построить график зависимости: $\sigma_{сж} = f(d)$ и сделать вывод.

Вариант 9.

1. Определить коэффициенты анизотропии свойств для алевролита, если модуль Юнга определен перпендикулярно слоистости и равен 17,2 ГПа при υ = 0,29; для определенного вдоль слоистости E = 26,7 ГПа при υ = 0,25.

2. Определить пределы прочности при сжатии $\sigma_{сж}$ для образцов горной породы с размерами зерен d_1 = 1,6 мм, d_2 = 3,4 мм, d_3 = 4,8 мм, если для всех образов $k_п$ = 0,4. Предел прочности для абсолютно непористого образца выражается эмпирической зависимостью:

$\sigma_{сж0} = 1100\cdot d^{-1/2}$, кгс/см^2, где d –размер зерен в мм.

Показатель формы порового пространства ***а*** = 3. Построить график зависимости: $\sigma_{сж} = f(d)$ и сделать вывод.

Вариант 10.

1. Определить модуль объемного сжатия кварцита с E = 6,7 ГПа, если при испытании на сжатие образца цилиндрической формы длиной L = 150 мм, диаметром d = 40 мм, относительно продольные деформации составили ΔL =1,5 мм, а относительно поперечные Δd = 0,1 мм.

2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона составляет $\nu \geq 0{,}35$. Были получены следующие численные значения упругих параметров:32,6 ГПа; 7,4 ГПа; 20 ГПа; 43 ГПа. Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 11.

1. Определить модуль Юнга образца базальта кубической формы со стороной 5 см, если при испытании методом одноосного нагружения с силой F = 20 кН, изменение продольного размера составило ΔL = 1 мкм.

2. Модуль объёмного сжатия породы составляет 80 ГПа. Определить величину коэффициента Пуассона, если модуль упругости минерального скелета составляет 255 ГПа, а пористость породы P= 35%.

Вариант 12.

1. Модуль Юнга минерального скелета составляет 73 ГПа. Чему будет равен модуль Юнга породы с пористостью P = 15%, если параметр формы порового пространства равен 3.

2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона составляет $\nu \geq 0{,}35$. Были получены следующие численные значения упругих параметров:$2{,}66 \cdot 10^5$ МПа; $5{,}32 \cdot 10^4$ МПа; $1{,}96 \cdot 10^5$ МПа; $1{,}4 \cdot 10^5$ МПа. Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 13.

1. Параметр формы порового пространства **a = 2**, при пористости породы P = 8%. Определить предел прочности на сжатие минерального скелета через $\sigma_{сж}$ породы.
2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона составляет $\nu \geq 0{,}35$. Были получены следующие численные значения упругих параметров: 80 ГПа; $2{,}24 \cdot 10^5$ МПа; $1{,}92 \cdot 10^5$ МПа; 2,88ГПа. Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 14.

1. Слоистая горная порода состоит из следующих минералов: гематита с E_1 = 212 ГПа, кальцита с E_2 = 83 ГПа, магнетита с E_3 = 100 ГПа и ортоклаза с E_4 = 63 ГПа. Относительное объемное содержание минералов в породе составляет: V_1 = 0,3; V_2 =0,25; V_3 = 0,4; V_4 = 0,05. Определить значение модуля Юнга вдоль слоистости.
2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона находится в пределах $0{,}13<\upsilon<0{,}30$. Были получены следующие численные значения упругих параметров:
$3{,}22 \cdot 10^{10}$ Па; $5{,}62 \cdot 10^{10}$ Па; 46 ГПа; 18,4 ГПа.
Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 15.

1. Горная порода представляет собой смесь минералов: кварца с E_1 = 96 ГПа, пирита с E_2 = 140 ГПа, магнетита с E_3 = 105 ГПа и серпентина с E_4 = 50 ГПа. Относительное объемное содержание минералов в породе составляет: V_1 = 0,4; V_2 =0,15; V_3 = 0,35; V_4 = 0,1. Определить модуль упругости породы.
2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона находится в пределах $0{,}13<\upsilon<0{,}30$. Были получены следующие численные значения упругих параметров:
$2{,}87 \cdot 10^{10}$ Па; $7 \cdot 10^{10}$ Па; 42 ГПа; 80,5 ГПа.
Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 16.

1. Слоистая горная порода состоит из следующих минералов: гематита с E_1 = 212 ГПа, кальцита с E_2 = 83 ГПа, магнетита с E_3 = 100 ГПа и ортоклаза с E_4 = 63 ГПа. Относительное объемное содержание минералов в породе составляет: V_1 = 0,3; V_2 =0,25; V_3 = 0,4; V_4 = 0,05. Определить значение модуля Юнга перпендикулярно слоистости.
2. Для испытанных образцов породы коэффициент Пуассона находится в пределах $0{,}13<\upsilon<0{,}30$. Были получены следующие численные значения упругих параметров: $3{,}2 \cdot 10^{11}$ Па; $1{,}37 \cdot 10^{11}$ Па; 352 ГПа; 178 ГПа. Показать каким параметрам E, K, G будут соответствовать полученные численные значения. Ответ обосновать.

Вариант 17.

1. Коэффициент объемного сжатия породы составляет $0{,}196 \cdot 10^{-9}$ Па$^{-1}$, а υ = 0,17. Определить все упругие свойства породы.
2. Железистый кварцит состоит из кварца и магнетита, имеют слоистую структуру: магнетит занимает 80%, кварц 20% объёма. Образец имеет следующие размеры 90x15x12 см. Известны $E_{\perp}$ = 51 ГПа, $E_{\parallel}$ = 54 ГПа. Определить модуль Юнга E слагающих породу минералов.

Вариант 18.

1. Определить все упругие свойства породы, если известно, что K = G, а модуль Юнга E = 9,6 ГПа.
2. Магнетито-халькозитовая руда состоит из 90% магнетита (K= 161,1 ГПа), 1% кальцита (K= 71,9 ГПа) и 9% халькозита. Определить все упругие свойства последнего, если установлено, что $K_{ср}$ = 15 ГПа. Принять υ =0.25.

Вариант 19.

1. Определить все упругие свойства породы, если известно, что E=K, а G = 4,6 ГПа.
2 Образец горной породы состоит из слоистой горной породы следующих минералов, занимающих соответствующий объем: кварц – 30%; гематит – 25%, магнетит – 45%. Испытывался кубический образец, со стороной 100 мм.

Определить модули упругости железосодержащих минералов в породе, если $E_{\perp} = 5{,}25 \cdot 10^4$ МПа, а коэффициент анизотропии равен 1,06.
Модуль упругости кварца в расчетах принять равным 96 ГПа.

Вариант 20.

1. Удельный вес горной породы равен 26,4 кН/м^3. Определить, чему равна объемная плотность, если пористость породы P =28%.
2. Образец с размерами граней: a =2 см, b = 1,5 см, c = 1 см испытывает всестороннее сжатие в 500 МПа. Наблюдалось уменьшение размеров граней: Δa = 0,004 см; Δb = 0,003 см, Δc = 0,002 см. Известно, что υ = 0,25. Определить всевозможные упругие параметры из приведенных данных.

Вариант 21.

1. Определить глубину проникновения электромагнитной волны при f=10 МГц, если электросопротивление породы ρ=106 ом*см, μ=1,8.
2. Коэффициент отражения электромагнитной волны от некого подземного слоя составил 0,84. Известно, что диэлектрическая проницаемость верхнего слоя пород составляет в среднем 12. Определить диэлектрическую проницаемость слоя пород, от которого отразилась электромагнитная волна, если в данном районе не обнаружены электромагнитные аномалии. Оценить породу, от которой получено отражение.

Вариант 22.

1. Какой диапазон частоты электромагнитного поля необходимо применить, чтобы при просвечивании массива пород между двумя выработками можно было принимать надежный сигнал при свойствах массива ε=12; μ=1,0; tgδ=0,03. Расстояние между выработками – 200 м.
2. Измерение диэлектрической проницаемости образца породы производили при наличии воздушного зазора между образцом и обкладкой конденсатора шириной 0,1 мм. Толщина образца 4 мм, площадь 13 см^2. Замеренная величина емкости составила 16 пФ. Определить диэлектрическую проницаемость породы. Установить величину ошибки, если не учитывается воздушный зазор.

Вариант 23.

1. Определить диэлектрическую проницаемость двухслойной породы вдоль и поперек слоистости, если диэлектрическая проницаемость первого слоя – 3, второго -9. Размеры образца – площадь – 25 см^2, толщина первого слоя – 2 см, второго – 3 см.
2. Водоносный слой в породах располагается на глубине 3 м, температура пород 5ºС. Температура поверхности породы внезапно понизилась до -30ºС. Определить через какое время вода в водоносном слое начнет замерзать, если коэффициент температуропроводности пород составляет $1{,}1 \cdot 10^{-3}$ м^2/час. Теплоемкость пород – 0,5 кДж/кг· °С, плотность пород – 2000 кг/м^3.

Вариант 24.

1. Габбро состоит из следующих минералов (относительное объемное содержание): плагиоклаз – 59%, роговая обманка – 31%, кварц – 2%, пирит – 4% и гематит – 4%. Пористость габбро – 1,4%. Вычислить теплоемкость породы, если известно, что теплоемкости минералов следующие – плагиоклаза – 0,69 Дж/ г· °С; роговой обманки – 0,48 Дж/г· °С; кварца – 0,71 Дж/ г· °С, пирита – 0,5 Дж/ г· °С; гематита – 0,63 Дж/ г· °С.
2. Сейсмическим методом получен отраженный сигнал от некоторой поверхности, расположенной в породах, причем при базе 100 м время прохождения, прямого и отраженного лучей, составило 0,3 и 0,8 с соответственно. Определить глубину залегания отражающей поверхности, считая, что она горизонтальная.

Вариант 25.

1. Определить коэффициент преломления упругой волны на границе раздела двух пород, обладающих следующими свойствами:
$E_1=8 \cdot 10^5$ кг/см^2; ν_1=0,1; γ_1=2,6 г/см^3
$E_2=4 \cdot 10^5$ кг/см^2; ν_2=0,2; γ_2=2,3 г/см^3
Построить преломленный луч при угле падения, равном 30º.
2. Известно, что модуль Юнга горной породы $E=3 \cdot 10^5$ кг/см^2. Предел прочности на сжатие – 2800 кг/см^2. Определить удельную работу разрушения данной породы, если известно, что порода разрушается хрупко.

Примерная тематика рефератов (презентаций).

1. Влияние состава и строения горных пород на их механические свойства.
2. Особенности механических свойств связных горных пород.
3. Различие механических свойств скальных и рыхлых горных пород.

4. Взаимосвязь механических свойств горных пород и горно-технологических параметров.
5. Методы исследования и испытания механических свойств горных пород.
6. Влияние влажности связных горных пород на механические свойства.
7. Влияние влажности на механические свойства рыхлых горных пород.
8. Особенности исследования физических свойств мерзлых горных пород.
9. Современные методы определения и исследования тепловых. Свойств пород.
10. Различие тепловых свойств скальных и рыхлых горных пород.
11. Буримость горной породы. Шарошечное бурение, роторное бурение.
12. Понятие дробимости горной породы. Определение энергии разрушения.
13. Определение твердости горных пород, сопротивляемости горных пород резанью.
14. Бурение горных пород термическим способом.
15. Электрические способы разрушения пород.
16. Импульсное электромагнитное разрушение горных пород.
17. Разрушение горных пород СВЧ – полями.
18. Разрушение горных пород лазерным излучением.
19. Методы электрогидравлического разрушения пород.
20. Комбинированные методы разрушения пород.
21. Удельная работа разрушения, истираемость горных пород.
22. Задачи физики горных пород в разработки ресурсосберегающей горной технологии.
23. Термомагнитная диагностика ферримагнитных минералов.
24. Актуальные проблемы современного горного производства.
25. Комплексное использование минерального сырья.

Перечень работ, выполняемых в процессе изучения дисциплины (модуля, практики, НИР)

1. Практические работы в семестре
2. Контрольная работа.
3. Подготовка презентации по заданной теме

Оценочные материалы (оценочные средства), используемые для экзамена

Экзамен не предусмотрен

Методика оценки результатов обучения по дисциплине (модулю, практике, НИР)

- Требования к оцениванию в соответствии с учебным планом: экзамен в 5 семестре.
- Система оценивания, используемая преподавателем для текущей оценки успеваемости - балльно-рейтинговая:
  - посещение занятий – 1 балл за 1 занятие (всего 27 занятий), итого не более 27 баллов;
  - выполнение практических работ – по 4 балла за работу (всего 13 работ), итого не более 52 баллов;
  - выполнение контрольной работы – до 15 баллов;
  - выполнение домашнего задания – до 6 баллов.
  ИТОГО не более 100 баллов в семестре.
- Условие получения зачета по дисциплине – наличие не менее 60 баллов семестровой работы. Выполнение домашнего задания и контрольной работы среди всего прочего является обязательным видом работы.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1 Основная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	Ржевский, В.В.	Основы физики горных пород : 3-е изд.,перераб.и доп. / В.В. Ржевский, Г.Я. Новик .	ГФ НИТУ «МИСиС»	М. : Недра, 1978 . – 390 с. : ил. твердая ISBN 5-247-00234-2
Л 1.2	Крюков Г.М.	Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании: (с практическими рекомендациями)	Университетская библиотека ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=100129	Москва : Горная книга, 2006. – Т. 1. Учебник для вузов. – 327 с. – ISBN 5-98672-024-5.

Л 1.3	Крюков Г.М.	Физика разрушения горных пород при бурении и взрывании : Раздел 1. Внедрение зубьев в разрушаемую породу. Ударно-вращательный способ бурения: учебное пособие, Ч. II. Разрушение горных пород при бурении	Университетская библиотека ONLINE URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=79184	Москва : Московский государственный горный университет, 2007. – 107 с. ISBN 5-7418-0313-X
6.1.2 Дополнительная литература				
Обозначение	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Библиотека**	**Издательство, год**
Л 2.1	Новик Г.Я. Кузяев Г.С.	Основы физики горных пород. Сборник задач и упражнений	НИТУ «МИСиС» http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=12621	Москва: МГИ, 1970. – 250 с.
Л 2.2	К.И. Наумов, И.М. Шведов	Основы физики горных пород. Программа и методические указания по выполнению контрольных задач.	НИТУ «МИСиС» http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10188	Москва: МГГУ, 2008. – 23 с.
6.1.3 Методические материалы				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1				
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»				
Э 1	www.google.ru			
6.3. Перечень программного обеспечения				
П 1	WinPro 10 SNGL Upgrd OLP NL Acdmc			
П 2	Office Professional Plus 2016 RUS OLP NL Acdmc			
П 3				
6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных				
И 1				

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ, ПРАКТИКИ, НИР)	
7.1	Ауд. 114. Лекционная аудитория. Аудитория для практических занятий Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: 1. Комплект мультимедийной аппаратуры: – системный блок и монитор; – мультимедиа-проектор BENQ и экран. 2. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ
Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение создавать тексты и презентации. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на лекциях, изучения рекомендованной литературы, выполнения контрольных письменных заданий. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: - изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу;

- выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы.
Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия.