Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 29.05.2025 15:15:47
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.1.20 Физика горных пород

Направление подготовки
21.05.04 Горное дело

Специальность
Шахтное и подземное строительство

Квалификация (степень) выпускника
Горный инженер (Специалист)

Форма обучения
Заочная

Москва 2025 г.

Разработчик(и):

Доцент _____ /А.В. Кузина /

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», к.т.н., доцент _____ / И.С. Пуляев /
И.О. Фамилия

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине…….4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы……..5
3. Структура и содержание дисциплины……..5
3.1 Виды учебной работы и трудоемкость……..6
3.2 Тематический план изучения дисциплины……...6
3.3 Содержание дисциплины……7
3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий…….8
3.5 Тематика курсовых проектор (курсовых работ)……...8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение…….8
4.1 Основная литература……8
5. Материально-техническое обеспечение……9
6. Методические рекомендации……10
6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения…….…….11
6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины…….11
7. Фонд оценочных средств……...……11
7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения……...……11
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения……...……..12
7.3 Оценочные средства……...……..13

Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Физика горных пород» следует отнести передачу студентам знаний физико-технических свойств горных пород, основных законов и закономерностей формирования и управления этими свойствами;

К **основным задачам** освоения дисциплины «Физика горных пород» следует отнести формирование у студентов навыков применения знаний физико-технических свойств горных пород, физических процессов в массивах горных пород, технические средства их реализации, методы управления ими и повышения их энергоэффективности при освоении подземного пространства.

Планируемые результаты обучения должны быть соотнесены с установленными в ОПОП ВО индикаторами достижения компетенций.
Обучение по дисциплине «Физика горных пород» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2. Способен применять навыки анализа горно-геологических условий при эксплуатационной разведке и добыче твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ИОПК 2.1.Знает строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр ИОПК2.2. Умеет анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; - оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения

	технологических задач при подземном строительстве ИОПК-2.3. Владеет подходами к современным методам исследований физико-технических свойств горных пород; -терминологией в области физики горных пород и физических процессов при подземном строительстве
ОПК-4. Способен с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	ИОПК-4.1. Знает плотностные и прочностные свойства горных пород и их влияние на технологические процессы при подземном строительстве ; . -тепловые свойства горных пород и основные закономерности термодинамических процессов протекающих в горных породах -электрические и магнитные свойства горных пород; -основные закономерности влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; -методы определения физико-технических свойств горных пород; -закономерности использования физико-технических свойств горных
ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ИОПК 6.1Умеет определять физико-технические свойства горных пород необходимые для реализации технологических задач при подземном строительстве ; ИОПК 6.2. Владеет математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве ; - навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач при подземном

	строительстве с учётом физико-технических свойств горных пород.

2 2 Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Физика горных пород» (Б1.1.20) относится к числу профессиональных учебных дисциплин вариативной части базового цикла (Б1) основной образовательной программы специалитета.

Дисциплина «Физика горных пород» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами базовой части:

Б.1.1.9.Физика (работа и энергия, основы термодинамики, электродинамики);

Б.1.1.10 Химия (химические реакции и химический состав веществ);

Б.1.1.12 Геология (основы кристаллографии, петрографии,геологии)

Основные положения дисциплины должны быть использованы в дальнейшем при изучении следующих дисциплин (практик):
Б.1.1.29. Геомеханика

Б1.2.3 Механика подземных сооружений;

Б.1.2.1. Шахтное и подземное строительство

Б2.П.1 Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

3.1. Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры	
			5	6
1	**Аудиторные занятия**	**72**		72
	В том числе:			
1.1	Лекции	36		36
1.2	Семинарские/практические занятия	36		36
1.3	Лабораторные занятия			
2	**Самостоятельная работа**			72
	В том числе:	**72**		
2.1	Контрольные работы	15		15

2.2	Рефераты	20		20
	коллоквиумы	10		10
3	**Промежуточная аттестация**			
	Зачет/диф.зачет	**15**		15
	Итого	**72**		72

Тематический план изучения дисциплины
(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Раздел 1. Научные и практические задачи физики горных пород		2	2			10
1.1	Тема 1. Плотностные свойства горных пород, напряжения и деформации в породах		4	6			10
1.2	Тема 2. Содержание жидкостей и газов в породах: химически и физически связанная вода; смачиваемость и гигроскопичность породы, влагоемкость и водоотдача породы		6	6			10
2	Распространение и накопление тепла, удельная теплоемкость породы; теплопроводность и температуропроводность пород; тепловое расширение …		4	4			10
3	Электрическая и электронная поляризация; диэлектрическая проницаемость; лектрохимическая активность горных пород.		4	4			10

	Электрохимическая проводимость диэлектрические потери.						
4	Магнитные свойства горных пород: абсолютная и относительная магнитная проницаемость; объемная и удельная магнитная восприимчивость; диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные горные породы.		4	4			22
	Итого		**36**	**36**			**72**

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные определения физики горных пород.

Введение. Научные и практические задачи физики горных пород, форма и размер зерен, их влияние на неоднородность состава породы, коэффициент неоднородности по размерам и форме зерен.

Общие понятия о физико-технических свойствах пород и физических процессах: базовые физико-технические параметры. Горно-технологические параметры и тензорные параметры.

Раздел 2. Механические и акустические свойства горных пород.

Плотностные свойства горных пород, напряжения и деформации в породах, закон Гука и упругие свойства пород, пластические и реологические свойства пород, прочность образцов горных пород.

Акустические свойства образцов горных пород.

Раздел 3. Гидрофизические и тепловые свойства горных пород.

Содержание жидкостей и газов в породах: химически и физически связанная вода; смачиваемость и гигроскопичность породы, влагоемкость и водоотдача породы.

Перемещение жидкостей и газов в породах: физическая и фазовая проницаемость, коэффициент фильтрации.

Распространение и накопление тепла, удельная теплоемкость породы; теплопроводность и температуропроводность пород; тепловое расширение.

Раздел 4. Электромагнитные свойства горных пород.

Электрическая и электронная поляризация; диэлектрическая проницаемость; электрохимическая активность горных пород.

Электрохимическая проводимость диэлектрические потери.

Магнитные свойства горных пород: абсолютная и относительная магнитная проницаемость; объемная и удельная магнитная восприимчивость; диамагнитные, парамагнитные и ферромагнитные горные породы.

Раздел 5. Обобщенные горно-технологические свойства горных пород.

Крепость горных пород, коэффициент крепости горных пород по шкале М.М. Протодьяконова, классификация горных пород по крепости.

Хрупкость и пластичность пород, коэффициент разрыхления горных пород.

Твердость горных пород, вязкость, дробимость и абразивность пород.

Раздел 6. Воздействие внешних полей на механические свойства горных полей.

Влияние влажности на прочностные параметры, статический модуль Юнга и скорость распространения упругих колебаний, а также на крепость, твердость, абразивность и хрупкость, зависимость пластичности глинистых пород от влажности.

Влияние давления на основные характеристики горных пород. Воздействие упругих колебаний на горные породы. Воздействие теплового, электрического и магнитного полей на механические свойства горных пород.

Раздел 7. Воздействие внешних полей на тепловые и электромагнитные свойства горных пород в массиве.

Влияние увлажнения на температуропроводность, теплопроводность, диэлектрическую проницаемость и величину удельного электрического сопротивления породы.

Влияние давления на электрическое сопротивление и магнитную восприимчивость горных пород.

Воздействие теплового поля на электрические и магнитные свойства горных пород.

Раздел 8. Методы исследования физических свойств горных пород.

Применение методов, имитирующих лабораторный эксперимент: пенетрационные, геофизических и расчетных методов.

Параметры измерений: объемная масса, упругие свойства, коэффициенты проницаемости и фильтрации, пористость, прочностные свойства пород, тепловые свойства.

Удельное электрическое сопротивление и магнитная проницаемость.

3.5. Тематика курсовых работ (не предусмотрены)

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Ржевский В.В., Новик Г.Я. Основы физики горных пород. Учебник,- М.Недра 1973, 285 с.

7.2.Дополнительная учебная литература

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. http://x-term.ru (Решение технических задач и контрольных);
2. http://fn.bmstu.ru/phys/bib/physbook/tom2/content.htm (Глаголев К.В., Морозов А.Н. Физическая термодинамика. МГТУ им. Н.Э. Баумана)
3. http://www.twirpx.com/files/tek/thermodynamics/ (Термодинамика и теплотехника: конспекты лекций, лабораторные работы, обучающие комплексы и программы);
4. http://www.calc.ru/635.html4 (Термодинамика: формулы и физические величины).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/

Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/

Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/

VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/

Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru

ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php

Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru

Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru

Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru

«Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/

НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/

Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/

Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

5. Образовательные технологии

Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2304, АВ4212а и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2305,

Организация занятий по дисциплине «***Физика горных пород***» возможна как **по обычной технологии** по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) по расписанию, так и **по технологии индивидуального обучения** (по индивидуальному учебному графику) с помощью учебных, методических и контролирующих пособий на электронных носителях.

При изложении теоретического материала возможно использование мультимедийного иллюстративного материала, при проведении практических занятий мультимедийные многовариантные упражнения и задания.

Следует обратить внимание преподавателей на опасность сведения основной части работ на практических занятий к составлению студентами соответствующих вычислительных программ или к проведению самих расчетов на ЭВМ. Основное внимание должно быть обращено на физическую сущность рассматриваемых технологических процессов и изучаемых физико-технических параметров горных пород.

Самостоятельная работа по дисциплине включает:

- самоподготовку к учебным занятиям по конспектам, учебной литературе и с помощью электронных ресурсов;

- оформление отчетов по результатам практических работ с выполнением необходимых расчетов и графических построений;

- выполнение контрольных работ.

Комплекты наглядных пособий (плакаты).

2. Проекционная установка Acer Projector в комплекте с экраном и ПК.

3. Телеустановка с видеокассетами по дисциплине.

Организация оперативной связи студента с преподавателем: адрес электронной почты: 1314598@mail.ru; телефон кафедры– 8-495-683-13-64. Фамилия, имя, отчество преподавателя – Кузина Александра Владимировна.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело».

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Фонды оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физика горных пород» приведены в Приложении 2 к рабочей программе.

По дисциплине предусмотрены следующие виды ***самостоятельной работы студентов:***

- изучение отдельных тем дисциплины самостоятельно с проверкой полученных знаний
- подготовка к учебным занятиям и контрольным работам;
- работа в библиотеке или Интернете при работе над рефератами.

6.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физика горных пород

№ п/п	№ раздела дисциплины	Методические указания по выполнению самостоятельной работы
1.	Раздел 1	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Самостоятельное выполнение практических заданий
2.	Раздел 2	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Изучение учебно-методических материалов
3.	Раздел 3	Чтение лекционного материала Изучение основной и дополнительной литературы [1-3] Изучение нормативных документов.
4.	Раздел 4	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий, решение задач
5.	Раздел 5	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач , подготовка реферата
6	Раздел 6	Чтение лекционного материала Самостоятельное выполнение практических заданий , решение задач , подготовка реферата, подготовка к зачету.

6. Методические рекомендации преподавателю

Данный раздел настоящей рабочей программы предназначен для начинающих преподавателей.

Дисциплина «Физика горных пород» является обязательной дисциплиной базовой части учебного план и обеспечивает формирования профессиональных компетенций.

Структура и последовательность проведения лекционных занятий и практических занятий по дисциплине представлена в приложении 1 к настоящей рабочей программе.

Подробное содержание отдельных разделов дисциплины «Физика горных порода» рассматривается в п.4 рабочей программы.

Базовая тематика рефератов по дисциплине «Физика горных пород» представлена в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе.

Утверждение темы реферата производится преподавателем, проводящим практические занятия по дисциплине. Допустимо утверждение тем рефератов, предложенных обучающимися самостоятельно, при условии их соответствия целям и задачам дисциплины «Физика горных пород», актуальности и возможности адекватного раскрытия с учетом уровня текущей компетентности студента в рамках ОП.

Перечень основной и дополнительной литературы и нормативных документов, необходимых в ходе преподавания дисциплины «Физика горных пород», приведен в п.7 настоящей рабочей программы.

7. Методические указания обучающимся

Методические указания по освоению дисциплины

Лекционные занятия проводятся в соответствии с содержанием настоящей рабочей программы и представляют собой изложение теоретических основ развития физических процессов в горного производства.

Посещение лекционных занятий является обязательным

В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

- вести конспектирование учебного материала.
- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;
- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью правильного понимания теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой.

Практическое занятие – это активная форма учебного процесса в вузе. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Практические задания выполняются обучающимися в аудиториях и самостоятельно.

Посещение практических занятий и активное участие в них является обязательным.

Подготовка к практическим занятиям обязательно включает в себя изучение конспектов лекционного материала для адекватного понимания условия и способа решения заданий, запланированных преподавателем на конкретное практическое занятие.

Методические указания по выполнению различных форм внеаудиторной самостоятельной работы

Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников - ориентировать обучающегося в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены по данной дисциплине будущими выпускниками.

Список основной и дополнительной литературы и обязательных к изучению нормативно-правовых документов по дисциплине «Физика горных пород» приведен в п.7 настоящей рабочей программы.

Изучение основной и дополнительной литературы, а также нормативно-правовых документов по дисциплине проводится на регулярной основе в разрезе каждого раздела в соответствии с приведенными в п.6 рабочей программы рекомендациями для подготовки к промежуточной и итоговой аттестации по дисциплине «Физика горных пород».

Сведения о текущем контроле успеваемости обучающихся

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение сессии путем регулярной проверки присутствия обучающегося на лекционных и практических занятиях, оценки качества и активности работы на практических занятиях при решении задач и в ходе блиц-опросов

Текущая аттестация по дисциплине «Физика горных пород» проводится в формах контрольных работ и тестирования (см. соответствующие положения ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе).

Примерные задания для контрольных работ, а также вопросы тестирования по дисциплине «Физика горных пород» приведены в различных подпунктах в составе ФОС по дисциплине в Приложении 2 к рабочей программе без указания правильных вариантов ответов или методики выполнения соответствующих заданий для стимулирования поисковой активности обучающегося.

Методические указания по подготовке к промежуточной/ итоговой аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика горных пород» в 7-м семестре проходит в форме зачета. Экзаменационный билет по дисциплине «Физика горных работ» состоит из 3 вопросов теоретического характера. Примерный перечень вопросов к зачету и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей формирования БРС и оценки сформированности компетенций приведен в соответствующем подпункте Приложении 2 к рабочей программе.

Примерный перечень вопросов к зачету и критерии оценки ответа обучающегося на экзамене для целей формирования БРС и оценки

сформированности компетенций приведен в соответствующем подпункте Приложении 2 к рабочей программе.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки специалистов **21.05.04 «Горное дело»**.

Программу составила:

Ст. препод. /Кузина А.В./

Программа обсуждена на заседании кафедры «Техника и технология горного и нефтегазового производства»

«___» _____2024 года, протокол №_____

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины « Физика горных пород»
Направление подготовки - 21.05.04 – Горное дело Специализация Шахтное и подземное строительство
Форма обучения - очная

Раздел	Курс	Недели	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость в часах					Самостоятельной работы студентов					Формы аттеста-ции	
			Л	П/З	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реф.	К/р	Э	З
1. Введение. Научные и практические задачи физики горных пород, форма и размер зерен, их влияние на неоднородность состава породы, коэффициент неоднородности по размерам и форме зерен	3		1			15					+			
2. Плотностные свойства горных пород, напряжения и деформации в породах,закон Гука. Крепость горных пород, коэффициент крепости горных пород по шкале М.М. Протодьяконова, классификация горных пород по крепости.Хрупкость и пластичность пород, коэффициент разрыхления горных пород. Твердость горных пород, вязкость, дробимость и абразивность пород.	3		2	2		22					+			
3. Содержание жидкостей и газов в породах: химически и физически связанная вода, Перемещение	3		1	2		32						+		

жидкостей и газов в породах. Распространение и накопление тепла, удельная теплоемкость породы; теплопроводность и температуропроводность пород; тепловое расширение														
4. Электрическая и электронная поляризация горных пород; диэлектрическая проницаемость; электрохимическая активность горных пород. Электрохимическая проводимость диэлектрические потери. Магнитные свойства горных пород парамагнитные и ферромагнитные горные породы	3		1	2		22					+	+		
5. Влияние влажности на прочностные параметры, статический модуль Юнга и скорость распространения упругих колебаний, а также на крепость, твердость, абразивность и хрупкость, зависимость пластичности глинистых пород от влажности	3		1	1		22								
6.Влияние давления на электрическое сопротивление и магнитную восприимчивость горных пород. Воздействие теплового поля на электрические и магнитные свойства горных пород.	3		2	1		15					+			

Методы исследования физических свойств горных пород														
Итого	144		8	8		128					4	2		+

Приложение 2

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Направление подготовки: 21.05.04. «Горное дело»

Специализация:
Шахтное и подземное строительство

Формы обучения: заочная

Виды профессиональной деятельности:

- производственно-технологическая;
- организационно-управленческая;
- научно-исследовательская;
- проектная.

Кафедра: Техники и технологии горного и нефтегазового производства

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине
«Физика горных пород»

Составитель:
Ст. препод. А.В.Кузина

Москва, 2024 год

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Компетенция	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Форма контроля	Этапы формирования (разделы дисциплины)
ОПК-4	готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр	**Промежуточный контроль:** зачет **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа	1, 3,5
ОПК-9	владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений	**Промежуточный контроль:** зачет **Текущий контроль**: опрос на практических занятиях; контрольная работа	2,3,4,6

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии оценки ответа на экзамене (формирование компетенций ОПК-4, ОПК-9)

«5» (отлично): обучающийся четко и без ошибок отвечает на все

экзаменационные вопросы, демонстрирует системные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает способность быстро реагировать на уточняющие вопросы.

Обучающийся на высоком уровне владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9).

«4» (хорошо): обучающийся демонстрирует прочные теоретические знания, владеет терминами, делает аргументированные выводы и обобщения, приводит примеры, показывает свободное владение монологической речью, но при этом делает несущественные ошибки, которые быстро исправляет самостоятельно или при незначительной коррекции преподавателем.

Обучающийся: хорошо владеет навыками поиска, анализа и использования нормативных и правовых документов в своей профессиональной деятельности (ОПК-9);

«3» (удовлетворительно): обучающийся удовлетворительно отвечает на экзаменационные вопросы, демонстрирует неглубокие теоретические знания, проявляет слабо сформированные навыки анализа явлений и процессов, недостаточное умение делать аргументированные выводы и приводить примеры, показывает не достаточно свободное владение терминами, логичностью и последовательностью изложения, делает ошибки, которые может исправить только при коррекции преподавателем.

Обучающийся на удовлетворительном уровне знает физико-механические свойства пород, их деформационные свойства.

«2» (неудовлетворительно): обучающийся демонстрирует незнание теоретических основ предмета, не умеет делать аргументированные выводы и приводить примеры, не владеет терминами, проявляет отсутствие логичности и последовательности изложения, делает ошибки, которые не может исправить даже при коррекции преподавателем, неудовлетворительно отвечает на экзаменационные вопросы, отказывается отвечать на дополнительные вопросы.

Обучающийся не знает необходимые показатели физических свойств горных пород и массивов для расчетов различных процессов горногопроизводства (бурения, взрывания, экскавации и т.д.).

2.2 Критерии оценки работы обучающегося на практических занятиях (формирование компетенций ОПК-4, ОПК-9)

«5» (отлично): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы, активно работал на практических занятиях.

Обучающийся на высоком уровне знает размерности и наиболее вероятные значения всех важнейших физико-технических параметров горных пород, физическую сущность процессов, происходящих в горных породах и массивах при воздействии на них основными физическими полями; имеет представление о методах, методиках и аппаратурном обеспечении экспериментов по определению основных физических свойств пород в лабораторных и натурных условиях и о методах обработки экспериментальных данных по свойствам пород (ОПК-4, ОПК-9)

«4» (хорошо): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями, обучающийся с корректирующими замечаниями преподавателя ответил на все контрольные вопросы, достаточно активно работал на практических занятиях.

Обучающийся хорошо владеет методах, методиках и аппаратурном обеспечении экспериментов по определению основных физических свойств пород в лабораторных и натурных условиях и о методах обработки экспериментальных данных по свойствам пород (ОПК-4, ОПК-9)

«3» (удовлетворительно): выполнены все практические задания, предусмотренные практическими занятиями с замечаниями преподавателя; обучающийся ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

Обучающийся на удовлетворительном уровне владеет методами, методиками и аппаратурным обеспечением экспериментов по определению основных физических свойств пород в лабораторных и натурных условиях и о методах обработки экспериментальных данных по свойствам пород (ЛПК-4, ОПК-9)

«2» (неудовлетворительно): обучающийся не выполнил или выполнил неправильно практические задания, предусмотренные практическими занятиями; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Обучающийся не владеет методами, методиками и аппаратурным обеспечением экспериментов по определению основных физических свойств пород в лабораторных и натурных условиях и о методах обработки экспериментальных данных по свойствам пород (ЛПК-4, ОПК-9)

2.3. Критерии оценки контрольной работы (формирование компетенций ОПК-4, ОПК-9)

«5» (отлично): все задания контрольной работы выполнены без ошибок в течение отведенного на работу времени; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся на высоком уровне знает физические свойства горных пород и массивов, характер их изменения при воздействии на них различных физических полей, методы расчета и экспериментального определения основных физических свойств пород и направления их практического использования для расчетов основных закономерностей процессов горного производства (ОПК-4, ОПК-9)..

«4» (хорошо): задания контрольной работы выполнены с незначительными замечаниями в полном объеме либо отсутствует решение одного задания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения, заключения и выводы; отсутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся хорошо знает знает физические свойства горных пород и массивов, характер их изменения при воздействии на них различных физических полей, методы расчета и экспериментального определения основных физических свойств пород и направления их практического

использования для расчетов основных закономерностей процессов горного производства (ОПК-4, ОПК-9)..

«3» (удовлетворительно): задания контрольной работы имеют значительные замечания; работа выполнена самостоятельно, присутствуют собственные обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся на удовлетворительном уровне знает знает физические свойства горных пород и массивов, характер их изменения при воздействии на них различных физических полей, методы расчета и экспериментального определения основных физических свойств пород и направления их практического использования для расчетов основных закономерностей процессов горного производства (ОПК-4, ОПК-9)..

«2» (неудовлетворительно): задания в контрольной работе выполнены не полностью или неправильно; отсутствуют или сделаны неправильно выводы и обобщения; присутствуют грубые орфографические и пунктуационные ошибки.

Обучающийся не знает физические свойства горных пород и массивов, характер их изменения при воздействии на них различных физических полей, методы расчета и экспериментального определения основных физических свойств пород и направления их практического использования для расчетов основных закономерностей процессов горного производства (ОПК-4, ОПК-9).

2.5. Итоговые показатели балльной оценки сформированности компетенций по дисциплине в разрезе дескрипторов «знать/ уметь/ владеть»:

ОПК-9 - владением методами анализа, знанием закономерностей поведения и управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных сооружений				
Показатель	**Критерии оценивания**			
	2	**3**	**4**	**5**
знать: основные закономерности влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород; методы определения физико-технических свойств горных пород;	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие знаний основной терминологии, физико-механических	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие знание основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний основной терминологии, физико-механических свойств горных пород, теории упругости и деформируемост	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний: свободно оперирует приобретенными знаниями. Свободно

закономерности использования физико-технических свойств горных пород при решении задач подземного строительства	свойств горных пород, теории упругости и деформируемости.	деформируемости Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации	и, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях	называет конструктивные особенности подземных сооружений; методы расчета конструкций подземных сооружений по двум группам предельных состояний; способы воздействия на породный массив, обеспечивающие повышение его устойчивости
уметь: оценивать влияние физико-технических свойств горных пород на эффективность решения технологических задач при подземном строительстве; определять физико-технические свойства горных пород необходимые для реализации технологических задач при подземном строительстве	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выполнять расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выполняет расчеты по гранулометрическому составу пород, устойчивости незакрепленного массива пород. определять расчетные нагрузки на конструкции подземных сооружений различного функционального назначения; рассчитывать элементы конструкций подземных сооружений на прочность,

				жесткость и устойчивость; выполнять проверку прочности сечений инженерных конструкций подземных сооружений.
владеть: подходами к современным методам исследований физико-технических свойств горных пород; навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач при подземном строительстве с учётом физико-технических свойств горных пород	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет навыками выбора и реконструкции горных машин и оборудования и технического руководства работами по обеспечению их эффективного и безопасного функционирования в различных горно-геологических условиях.	Обучающийся владеет навыками выбора и реконструкции горных машин и оборудования и технического руководства работами по обеспечению их эффективного и безопасного функционирования в различных горно-геологических условиях, но допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные за труднения при применении навыков в новых ситуациях.	Обучающийся владеет терминологией в области физики горных пород и физических процессов при подземном строительстве, допускает некоторые ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей. Обучающийся испытывает значительные за труднения при применении навыков в новых ситуациях	Обучающийся в полном объеме владеет навыками работы с необходимой справочной литературой и современными вычислительными средствами для решения практических задач при подземном строительстве с учётом физико-технических свойств горных пород, терминологией в области физики горных пород и физических процессов при подземном строительстве
ОПК-4 - готовностью с естественнонаучных позиций оценивать строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности				

и генетические типы месторождений твердых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр				
знать: плотностные и прочностные свойства горных пород и их влияние на технологические процессы при подземном строительстве, тепловые свойства горных пород и основные закономерности термодинамических процессов протекающих в горных породах, электрические и магнитные свойства горных пород	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: конструктивные особенности и принцип действия горных машин и оборудования горнодобывающих предприятий, тенденции развития их основных параметров	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: конструктивные особенности и принцип действия горных машин и оборудования горнодобывающих предприятий, тенденции развития их основных параметров	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: конструктивные особенности и принцип действия горных машин и оборудования горнодобывающих предприятий, тенденции развития их основных параметров,но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: конструктивные особенности и принцип действия горных машин и оборудования горнодобывающих предприятий, тенденции развития их основных параметров, свободно оперирует приобретенными знаниями.
уметь: анализировать влияния внутренних факторов и внешних полей на свойства горных пород;	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет анализировать опытные данные и выполнять их математическую обработку	Обучающийся демонстрирует неполное умение анализировать опытные данные и выполнять их математическую обработку.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие знаний анализировать опытные данные и выполнять их математическую обработку .	Обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний и умений. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

владеть: математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве	Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве	Обучающийся частично владеет математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве	Обучающийся частично владеет математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве	Обучающийся в полном объеме владеет математическим аппаратом, обеспечивающим возможность анализа и описания влияния физико-технические свойства горных пород на технологические процессы при подземном строительстве

3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего и промежуточного контроля по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора компетенций, предусмотренных ОП по дисциплине.

3.1. Текущий контроль (работа на практических занятиях)

(формирование компетенций ОПК-4, ОПК-9)

Тематика практических занятий для текущего контроля по дисциплине изложена в Приложении 1 к рабочей программе.

Примерные темы практических занятий:

1.По заданным значениям пределов прочности породы при сжатии и растяжении построить круги Мора и паспорт прочности и графически определить величину сцепления.

2.По заданной общей пористости определить процентный состав породы и теплоемкость воздуха (1,00), определить удельную теплоемкость породы .

3. Определении количества тепла Q, выделяемого в породе при воздействии на нее электромагнитного поля.
4.Виды электрического разрушения горных пород, показатели трудности электротермического и электротермомеханического разрушения горных пород
5. Теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность и коэффициент объемного (линейного) теплового расширения однофазных и многофазных горных пород. Влияние строения породы на ее Теплове свойства. Методы и средства определения тепловых свойств горных пород. Изменение тепловых свойств при высоких и низких температурах и давлениях..

3.2. Подготовка рефератов.

Примерная тематика **рефератов:**

1..Методы определения плотностных свойств горных пород
2.. Методы определения прочностных свойств горных пород
3. Методы определения электрических свойств горных пород
4. Методы определения магнитных свойств горных пород
5.. Методы определения тепловых свойств(теплопроводности) горных пород
6. Методы определения тепловых свойств(теплоёмкости) горных пород
7. Методы определения тепловых свойств(коэффициента теплового линейного расширения) горных пород.
8. Обзор методов определения тепловых свойств твёрдых веществ в температурных полях.
9..Обзор немеханических способов разрушения горных пород (тепловых).
10. Обзор немеханических способов разрушение горных пород(электрических)
10. Области применения тепловых свойств горных пород в горном деле.
11. Обзор основных термодинамических процессов, имеющих место на открытых.
12. Тепло земных недр.

3.3. Текущий контроль (выполнение контрольных работ)

Контрольная работа состоит из двух теоретических вопросов и двух задач.

Перечень вопросов контрольной работы

1. Объемная плотность горных пород и плотность минерального скелета.
2. Методы определения объемной плотности пород в натурных условиях.

3. Классификация свойств горных пород.

4. Химически связанная, физически связанная, свободная вода в горных породах и ее свойства.

5. Пористость пород, ее влияние на другие свойства.

6. Общая, открытая и закрытая пористости.

7. Определение плотности минерального скелета.

8. Угол естественного откоса, понятие об угле внутреннего трения пород.

9. Насыпная масса, коэффициент разрыхления, гранулометрический состав, разрыхляемость горных пород.

10. Лабораторные методы определения объемной плотности пород.

11. Деформационные характеристики пород.

12. Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона на приборе с индикатором часового типа.

13. Определение модуля продольной упругости и коэффициента Пуассона с помощью цифрового тензометрического моста.

14. Понятие о динамическом модуле упругости пород.

15. Методы определения динамического модуля упругости, пьезоэлектрический эффект и его использование при у/з диагностике пород.16. Определение динамического модуля упругости ультразвуковым методом.

17. Пластичность и хрупкость горных пород, определение коэффициента пластичности пород.

18. Реологические свойства пород: ползучесть, релаксация, длительная прочность.

19. Напряженное состояние. Виды напряжений.

20. Прочностные свойства пород.

21. Определение предела прочности на сжатие на образцах правильной формы.

22. Определение предела прочности на растяжение.

23 Определение предела прочности пород на сдвиг в приборе со смещенными матрицами.

24. Паспорт прочности горных пород.

25. Построение паспорта прочности пород по данным прочностных испытаний.

26. Тепловые характеристики пород.

27. Теплоемкость, теплопроводимость и коэффициент теплопроводимости горных пород.

28. Понятия “Удельная теплота сгорания” и “ Удельная теплоемкость”.

29. Электрические свойства пород. Удельное электрическое сопротивление. Понятия о проводниках, полупроводниках и диэлектриках.

30. Пьезоэлектрический эффект.

31. Понятие о поляризации.

32. Устройство и применение тензодатчиков.

33. Естественная радиоактивность, виды излучения, период полураспада.

34. Понятие о крепости горных пород, классификация проф. Протодьяконова М.М., коэффициент крепости.

35. Классификация пород по буримости.

36. Взрываемость пород и ее оценка.

37. Абразивность пород и ее определение методом истирания стержня.

38. Понятие о твердости пород и методы ее определения.
39. Оценка энергоемкости разрушения горных пород при динамических нагрузках. Дробимость горных пород.
40. Определение прочности пород методом толчения.

ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

Задача 1.

Определить общую пористость породы, если известно, что при насыщении ее водой скорость распространения в ней ультразвуковых волн повысилась в N раз по сравнению с сухой породой, скорость ультразвука в которой равна V. Считать, что поры представляют собой каналы, параллельные линии прозвучивания. Скорость распространения ультразвуковых волн в воздухе ~ 335 м/с, в воде ~ 1490 м/с.
Исходные данные для решения задачи взять из табл. 3 в соответствии со своим вариантом.

Задача 2.

Габбро состоит из следующих минералов: плагиоклаз (его удельная теплоемкость C=0,69 кДж/(кг·К) - далее в скобках теплоемкость соответствующего минерала в этих же единицах), роговая обманка (0,48), кварц (0,71), пирит (0,50),и гематит (0,63). Зная общую пористость габбро Р, процентный состав породы и теплоемкость воздуха (1,00), определить удельную теплоемкость породы. Исходные данные для решения задачи взять в соответствии со своим вариантом.

Задача 3.

Определить коэффициент пластичности $K_п$ и хрупкости $K_{хр}$ (по Барону Л.И.) при разрушении породы сжатием, если известны: предел прочности породы на одноосное сжатие $б_{сж}$ · , предел упругости E · , модуль Юнга E и модуль пластичности (предельный секущий модуль деформаций) $E_п$.

3.5. Промежуточный контроль (вопросы к зачету)

(формирование компетенций ОПК-4, ОПК-9)

1. Какие физические поля вы знаете?
2. Что такое физическое свойство и физико-технические параметры горных пород, что принято называть физико-техническими параметрами пород?
3. Какие параметры называют физико-технологическими?
4. Что такое объемная плотность и удельный вес и в каких единицах они выражаются?
5. Какие другие плотностные характеристики (кроме плотности и уд. веса) вы знаете?
6. Перечислите все механические свойства горных пород?
7. Какие упругие (параметры) свойства вы знаете?
8. Какие пластические свойства (параметры) вы знаете?

9. Какие прочностные свойства горных пород вы знаете?
10. Какие реологические свойства (параметры) вы знаете?
11. Что такое ползучесть и релаксация напряжений?
12. Что такое пористость горных пород и коэффициент пористости?
13. Дайте определение коэффициента Пуассона.
14. Перечислите и дайте определения тепловым свойствам горных пород.
15. Что такое удельное электрическое сопротивление горных пород?
16. Какими параметрами характеризуются диэлектрическая и относительная магнитная проницаемости?
17. Какие волновые свойства вы знаете и какие физические параметры их характеризуют?
18. Какие радиационные свойства горных пород вы знаете? Назовите физические параметры их характеризующие.
19. Какие гидрогазодинамические свойства горных пород вы знаете? Назовите физические параметры их характеризующие.
20. Что такое химически связанная, физически связанная и свободная вода, их основные характеристики?
21. Что такое полная влагоемкость, какие виды вод она включает?
22. Что такое водоотдача и от чего зависит величина водоотдачи?
23. Что такое физическая и фазовая проницаемость и что такое коэффициент проницаемости?
24. Что такое коэффициент фильтрации, как разделяются породы по величине коэффициента фильтрации?
25. Что такое коэффициент теплопроводности горной породы, в каких единицах он измеряется?
26. Что такое коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость, единицы их измерении?
27. Что такое относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости, какими коэффициентами они характеризуются?
28. Как влияет минеральный состав и строение пород на их свойства?
29. Какие виды трещин вы знаете?
30. Как классифицируются горные породы по трещинноватости?
31. Что такое пластовая, средняя и граничная скорости упругих колебаний в массивах горных пород?
32. Что такое угол естественного откоса сыпучей горной породы?
33. Какие параметры устанавливают в результате наблюдений за напряженным состоянием горных пород?
34. Для контроля каких параметров и в каких условиях применяют метод реперов?
35. С помощью каких параметров оценивают устойчивость горных массивов7
36. О чем свидетельствует изменение электрической проводимости горного массива?
37. В чем заключается метод оценки напряжений?
38. Какими параметрами характеризуется качество ископаемых углей?
39. Как классифицируются каменные и бурые угли?
40. Каковы параметры качества строительных материалов?
41. Как контролируется влажность горных пород?
42. Какое условие является определяющим при контроле режима работы добычного комбайна?
43. Классификация рыхлых горных пород?
44. Что называется коэффициентом разрыхления горной породы, что влияет на его величину?
45. Что такое горный удар и удароопасность?

46. Как подразделяются угольные пласты по газоносности?
47. Какие виды физических полей вы можете перечислить?
48. Что такое электрический и электротепловой пробой?
49. Как влияет температура на физические свойства горных пород?
50. Как влияет давление на физические свойства горных пород?
51. Каковы основные радиационные свойства горных пород?
52. Что такое сверхкапиллярные, капиллярные и субкапиллярные поры?
53. Что такое коэффициент проницаемости и коэффициент фильтрации?
54. Что такое химически и физически связанная вода?
55. Что такое инфразвуковые, звуковые, ультразвуковые и гиперзвуковые волны?
56. Что такое вязкость, дробимость и абразивность горных пород?
57. Что такое смачиваемость и адсорбционная способность горных пород?
58. Что такое физическая и фазовая проницаемости горных пород?
59. На каких эффектах основаны следующие методы исследования свойств массивов горных пород: гравитационные, магнитные и сейсмические методы полевой геофизики?
60. Какие существуют электрические методы исследования свойств массивов горных пород?
61. Что представляют из себя скважинные методы исследования?
62. Что такое пенетрационные методы и в чем сущность методов, имитирующих лабораторный эксперимент?

/