

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Евгеньевич
Должность: и.о. ректора
Дата подписания: 13.05.2024 10:13:31
Уникальный программный ключ:
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

_____ А.Е. Анашкина

« _____ » _____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины: Физика горных пород

специальность: 21.05.04 Горное дело

направленность: Маркшейдерское дело

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа рассмотрена
на заседании кафедры Прикладной геофизики

Протокол № 06 от «27» апреля 2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Физика горных пород» является формирование знаний о физических свойствах горных пород и минералов, их взаимосвязях и процессах, происходящих в горных породах. Изучение дисциплины направлено на развитие умений видеть взаимосвязи физических свойств горных пород; исследовать зависимости физических свойств от различных факторов; анализировать зависимости между различными физическими параметрами.

Задачи изучения дисциплины:

- дать знания о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями, и параметрах, характеризующих эти процессы;
- сформировать представление о теоретических основах процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз), о характере зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий залеганий;
- сформировать представления о физических свойствах горных пород и их взаимосвязях (в частности, о физических свойствах осадочных пород, слагающих нефтегазоносные отложения, и их взаимосвязях с фильтрационно-емкостными свойствами);
- дать понятие о фильтрационно-емкостных свойствах пород-коллекторов нефти, газа и воды и их зависимости от минерало-литологической характеристики пород и условий их формирования и залегания;
- дать знания о критериях литологической идентификации пород по комплексу физических свойств.
- дать понятие о классификации пород по физическим свойствам.
- ознакомить со способами, методами и аппаратурой для измерения основных физических свойств горных пород;
- развить навыки в области лабораторных экспериментов;
- сформировать знания о способах выявления взаимосвязей физических свойств горных пород.

В результате освоения дисциплины «Физика горных пород» обучающийся должен приобрести знания о физических свойствах осадочных, магматических, метаморфических горных пород; способы изучения физических свойств, о физических параметрах, характеризующих процессы взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями; классификации пород по физическим свойствам; о физико – химических явлениях в горных породах, обуславливающих наличие или изменчивость их физических параметров; о влиянии состава, структуры и текстуры горных пород на их физические свойства; о способах и методах измерения физических параметров горных пород; о физических моделях геологических объектов.

Обучающийся должен приобрести умение обосновать взаимосвязи физических свойств горных пород; исследовать зависимости физических свойств от различных факторов; дифференцировать горные породы по значениям их физических параметров; распознавать литологически однородные породы по комплексу физических свойств.

Обучающийся должен демонстрировать понимание физической сущности явлений, происходящих в горных породах; навыки планирования петрофизических исследований; навыки анализа результатов керновых исследований; видеть петрофизическую информа-

тивность различных физических свойств горных пород (электрических, магнитных, упругих, акустических, радиоактивных, нейтронных, тепловых, электро-химических).

Обучающийся должен приобрести навыки выявления взаимосвязей между коллекторскими свойствами пород и их вещественным составом, текстурно-структурными особенностями; исследования петрофизических зависимостей, применяя физический, математический, статистический анализ; построения петрофизических зависимостей по имеющимся лабораторным данным моделирования петрофизических свойств; самостоятельной подготовки к лабораторным работам по определению петрофизических параметров и написания по ним отчётов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Физика горных пород» относится к обязательной части Блока 1 учебного плана специальности 21.05.04 «Горное дело», направленности «Маркшейдерское дело». Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин учебного плана: «Моделирование геомеханических процессов», «Фотограмметрия и дистанционные методы зондирования Земли», «Создание цифровых моделей и карт», «Мониторинг смещений и деформаций горных пород».

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения, приобретённые в ходе изучения математики, физики, химии, геологии, основ горного дела (Б1.0.26). Место курса «Физика горных пород» в учебном процессе определяется ролью этой дисциплины как науки естествознания в горном деле и геофизических методах исследования земной коры. Физика горных пород является фундаментом современной прикладной геофизики.

3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК) ¹	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)
УК -1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию (задачу) и выделяет ее базовые составляющие.	Знает о физических свойствах горных пород и процессах, происходящих в них, для решения типовых профессиональных задач; о петрофизической информативности различных физических свойств горных пород (З1) Умеет пользоваться справочной литературой по петрофизике, применять генетический подход к изучению физических свойств горных пород и руд (У1)
	УК-1.2. Рассматривает различные варианты решения проблемной ситуации (задачи), разрабатывает алгоритмы их реализации	Владеет различными вариантами решения проблемной ситуации (В1)

	УК-1.3. Определяет и оценивает практические последствия возможных решений задачи	Знает последствия возможных решений задач (32)
		Умеет определять практические последствия возможных решений (У2)
		Владеет оценкой последствий возможных решений задач(В2)
	УК-1.4. Осуществляет систематизацию информации различных типов для анализа проблемных ситуаций	Знает перечень информации для анализа проблемных ситуаций (33)
		Умеет систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций (У3)
	УК-1.5. Вырабатывает стратегию действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Владеет выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач (В3)
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1 Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач	знает основные задачи этапов исследования керна в петрофизических лабораториях (34)
		Умеет выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала (У4)
		Владеет определением физических параметров, определяемых на каждом этапе исследования керна (В4)
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений	Знает основные стандартизированные методики определения физических параметров горных пород и руд (35)
		Умеет пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов (У5)
		Владеет методологией поиска и использования действующих технических регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород (В5)
	УК-2.3 Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время	Знает методику расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента (36)
		Умеет выполнять графические построения (У6)
		владеет навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород (В6)
	ОПК-4. Способен с	ОПК-4.1. Использует основные методы химического исследования ве-
Умеет использовать химические исследо-		

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	ществ и соединений	вания веществ и соединений (У7)
		Владеет методами химического исследования веществ и соединений (В7)
	ОПК-4.2. Оценивает строение, химический и минеральный состав земной коры, особенности и генетические типы месторождений полезных ископаемых	Знает основные принципы генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд (З8)
		Умеет различать генетические группы пород по физическим свойствам (У8)
		Владеет навыками различения литологических разностей по физическим параметрам (В8)
	ОПК-4.3. Применяет навыки макроскопического описания пород и руд, выявления структурно-текстурных особенностей	Знает методы макро- и микроанализа горных пород и руд, а также классификации горных пород по физическим параметрам (З9)
Умеет выявлять связи между физическими свойствами горных пород и руд и их макростроением (У9)		
Владеет навыками распознавания литологически однородных пород по комплексу петрофизических свойств (В9)		
ОПК-5. Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	ОПК-5.1. Применяет основные понятия, описывающие механизмы явлений, протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Знает основные закономерности изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород (З10)
		Умеет анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород (У10)
		Владеет знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями (В10)
	ОПК-5.3. Обрабатывает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Знает емкостно-фильтрационные характеристики коллекторов; знает принципы дифференциации горных пород по величине их петрофизических параметров (З11)
		Владеет навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород (В11)
		Умеет литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств (У11)
ОПК-6. Способен применять методы анализа и знания	ОПК-6.1. Применяет основные понятия, описывающие механизмы явлений,	Знает принципы построения объёмно-компонентной модели горных пород (З12)

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	протекающих в массиве горных пород; основы разрушения горных пород; физические процессы при разработке месторождений полезных ископаемых подземным способом	Умеет распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы (У12)
		Выполняет расчёты по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели. (В12)
		Знает теоретические основы процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз) (З13)
		Умеет определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий (У13)
ОПК-10. Способен применять основные принципы технологий эксплуатационной разведки, добычи, переработки твердых полезных ископаемых, строительства и эксплуатации подземных объектов	ОПК-6.3. Обрабатывает результаты испытаний и экспериментов по определению физико-механических свойств и технологических показателей горных пород	Владеет навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий (В13)
		Знает связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микростроения горных пород на их физические свойства (З14)
		Умеет определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам (У14)
ОПК-10.1. Уточняет условия залегания, размеры и формы рудных тел, их внутреннего строения		Владеет навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород (В14)

4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
очная	3/5	16	-	32	96	экзамен
заочная	4/7	8	-	6	130	экзамен

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины/модуля.

очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение в курс. Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.	2	-	2	8	12	УК – 2.1 УК – 2.2 ОПК -4.1 ОПК -4.2	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
2	2	Физические модели горной породы. Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов	2	-	2	6	10	УК-1.2 УК -1.3 УК – 1.4 УК – 2.1 ОПК – 4.3 ОПК –10.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
3	3	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	1	-	8	4	13	ОПК - 4.1 ОПК – 4.3 УК – 2.3 УК – 2.2	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
4	4	Плотностные свойства горных пород.	2	-	2	4	8	ОПК -5.1 ОПК -5.3 ОПК-6.1 ОПК -6.3 ОПК -4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
5	5	Электрические и магнитные свойства горных пород.	3	-	4	8	15	ОПК -5.1 ОПК -5.3 ОПК-6.1 ОПК -6.3 ОПК -4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
6	6	Механические и акустические свойства горных пород	2	-	6	10	18	ОПК – 5.1 ОПК – 5.3 ОПК -6.1 ОПК -6.3 УК – 1.3	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
7	7	Радиоактивные и нейтронные свойства горных пород.	2	-	-	8	10	ОПК -5.1 ОПК – 5.3 ОПК – 4.1 ОПК – 4.2 УК – 1.3	тестирование
8	8	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	1	-	2	6	9	ОПК -6.1 ОПК – 6.3 ОПК -5.1 УК - 1.5 ОПК - 4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
9	9	Взаимосвязь физических свойств горных пород. Построение и применение петрофизических связей в геофизике.	1	-	6	6	13	УК -1.1 УК -1.3 УК – 1.4 УК -1.5 ОПК – 4.2 ОПК -10.1 ОПК – 6.1 ОПК – 6.3	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях

10	Текущие аттестации	-	-	-	-	-	УК -1.1 УК-1.2 УК -1.3 УК – 1.4 УК -1.5 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3	Аттестационные вопросы
11	Экзамен				36	36	ОПК – 4.2 ОПК-4.3 ОПК-5.3 ОПК-5.1 ОПК -10.1 ОПК – 6.1 ОПК – 6.3	Экзаменационные вопросы
Итого:		16	-	32	96	144		

заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ п/п	Структура дисциплины/модуля		Аудиторные занятия, час.			СРС/контроль, час.	Всего, час.	Код ИДК	Оценочные средства
	Номер раздела	Наименование раздела	Л.	Пр.	Лаб.				
1	1	Введение в курс. Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.	2	-	2	10	14	УК – 2.1 УК – 2.2 ОПК -4.1 ОПК -4.2	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
2	2	Физические модели горной породы. Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов.	2	-	-	15	17	УК-1.2 УК -1.3 УК – 1.4 УК – 2.1 ОПК – 4.3 ОПК -10.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
3	3	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	0,5	-	-	15	15,5	ОПК - 4.1 ОПК – 4.3 УК - 2.3 УК – 2.2	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
4	4	Плотностные свойства горных пород.	1	-	1	10	12	ОПК -5.1 ОПК -5.3 ОПК-6.1 ОПК -6.3 ОПК -4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
5	5	Электрические и магнитные свойства горных пород.	1	-	1	14	16	ОПК -5.1 ОПК -5.3 ОПК-6.1 ОПК -6.3 ОПК -4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
6	6	Механические и акустические свойства горных пород.	0,5	-	1	18	19,5	ОПК – 5.1 ОПК – 5.3 ОПК -6.1 ОПК -6.3 УК – 1.3	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
7	7	Радиоактивные и нейтронные свойства	0,5	-	-	15	15,5	ОПК -5.1 ОПК – 5.3	тестирование

		горных пород.						ОПК – 4.1 ОПК – 4.2 УК – 1.3	
8	8	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	0,5	-	-	14	14,5	ОПК -6.1 ОПК – 6.3 ОПК -5.1 УК - 1.5 ОПК - 4.1	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
9	9	Взаимосвязь физических свойств горных пород. Построение и применение петрофизических связей в геофизике.	-	-	1	10	11	УК -1.1 УК -1.3 УК – 1.4 УК -1.5 ОПК – 4.2 ОПК -10.1 ОПК – 6.1 ОПК – 6.3	Вопросы для письменного опроса, задания на лабораторных занятиях
10	Экзамен		-	-	-	9	9	УК -1.1 УК-1.2 УК -1.3 УК – 1.4 УК -1.5 УК-2.1 УК-2.2 УК-2.3 ОПК – 4.2 ОПК-4.3 ОПК-5.3 ОПК-5.1 ОПК -10.1 ОПК – 6.1 ОПК – 6.3	Экзаменационные вопросы
Итого:			8	-	6	130	144		

5.2. Содержание дисциплины.

5.2.1. Содержание разделов дисциплины/модуля (дидактические единицы).

Раздел 1. Введение в курс. Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.

Понятие горной породы как устойчивой гетерогенной, многокомплектной, многофазной, термодинамической системы, представленной сочетанием минералов и образующей геологическое тело (пласт, конкрецию, линзу и т.д.).

Объёмно – компонентная модель породы. Основные породообразующие минералы. Понятие фазы как обособленного объема, на границе которого наблюдается скачек физических свойств. Зависимость физических свойств минералов от химического состава, внутренних связей в кристаллической решетке, от её строения, от сил сцепления между атомами, молекулами и от макроструктуры поликристаллических минералов. Зависимость минерального состава породы и её строения от генезиса. Генезис как внутренний фактор породы, определяющий её физические свойства. Тектурные и структурные особенности осадочных пород, вызывающие значительные изменения её физических свойств (размер, форма, ориентация и однородность зёрен породы, аморфность, слоистость, пористость и т.д.). Внешние факторы, воздействующие на породу и влияющие на её физические свойства: температура, давление, факторы выветривания, электромагнитные поля,

вещественные поля в виде жидкости газов и другие условия нахождения породы в земельной коре и внутренних частях Земли.

Раздел 2. Физические модели горной породы. Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов.

Неоднородность горных пород – основное её свойство. Критерии неоднородности для различных объектов исследования (для образцов керна различного размера, для пластов, выделяемых методами ГИС, для объектов, выделяемых методами полевой геофизики, сейсморазведки и др.) Уровни и характеристики неоднородности горных пород. Классификация физических свойств горных пород. Базовые физические свойства горных пород и руд (плотностные, механические, упругие, электромагнитные, тепловые, акустические, радиационные, электрохимические, фильтрационные, ёмкостные свойства горных пород и руд). Основные параметры, характеризующие эти свойства. Определение понятий и перечень физических свойств. Основные факторы, влияющие на физические свойства горных пород и руд.

Раздел 3. Фильтрационно – ёмкостные свойства горных пород.

Пористость – фундаментальное свойство горной породы, определяющее другие её свойства. Связь коэффициентов пористости со структурой и составом твердой фазы, основные закономерности изменения коэффициента пористости с глубиной для осадочных, магматических и метаморфических пород. Причины необратимого уплотнения горных пород с глубиной. Смачиваемость поверхности твердой фазы. Гидрофильные и гидрофобные поверхности, гетерогенный характер смачиваемости. Нефтегазонасыщение коллекторов. Понятие об остаточной воде коллекторов и методах ее определения и моделирования на керне. Химически связанная вода пород, виды влагоемкостей пород, их количественная оценка. Характеристика сил, действующих на границе твердой и жидкой фаз горной породы. Коэффициент проницаемости горных пород, его виды. Классификация горных пород по проницаемости, выполненная на основе характера взаимодействия флюида с твердой фазой.

Раздел 4. Плотностные свойства горных пород.

Минералогическая и объемная плотности горных пород. Факторы, определяющие плотность породы (минеральный состав, структура, химический состав минералов, строение кристаллической решетки). Объемно – компонентная модель горной породы и расчет плотности горных пород. Лабораторные способы определения плотности пород (метод Мелчера, Преображенского, пикнометрический метод). Связь плотности к коэффициентам пористости для различных типов пород. Зависимость плотности от термобарических условий залегания породы и от глубины залегания.

Раздел 5. Электрические и магнитные свойства горных пород.

Электрическое поле в горной породе. Основные понятия: напряженность, потенциал, электропроводность УЭС, диэлектрическая проницаемость. Многообразие электрических свойств горных пород. УЭС осадочных, магматических, метаморфических пород. Удельное электрическое сопротивление минералов, твердой и жидкой фазы пород. Двойной электрический слой и его влияние на физические свойства горной породы. Электропроводность пористых сред. Удельное сопротивление пород как одно из основных физических свойств, несущее информацию о составе и структуре пород. Параметр поверхностной проводимости и его зависимости от глинистости породы как характеристики дисперсности, химического состава и минерализации пластовых вод. Коэффициент электрической анизотропии. Электрохимическая активность горных пород: вызванная, естествен-

ная. Параметры электрохимической активности: вызванных потенциалов, диффузионной, диффузионно – адсорбционной, фильтрационной, окислительно – восстановительной. Физико – химические основы активности, способы измерения, связь с составом и другими физическими свойствами.

Диэлектрические свойства минералов и горных пород. Поляризация горных пород. Диэлектрическая проницаемость как мера поляризации пород, ее связь с другими физическими свойствами: влажность, пористость, минеральным составом и др. Пределы изменения диэлектрических параметров для различных литотипов пород. Диэлектрические потери как характеристика горной породы. Зависимость электрических свойств от термобарических условий. Практическое получение и значение зависимостей между электрическими и другими физическими свойствами.

Магнитное поле в горных породах, его характеристики: напряженность и индукция. Магнитная восприимчивость как свойство породы. Диамагнетики, парамагнетики, ферро - антиферромагнетизм минералов. Наиболее распространенные в природе магнитные минералы. Зависимость магнитных свойств пород от их состава и структуры. Доменная структура ферромагнитных минералов. Магнитная проницаемость, намагниченность, коэрцитивная сила, точка Кюри, блокирующая температура. Зависимость магнитных свойств горной породы от размера, формы и концентрации зерен магнитных минералов. Виды намагниченности: индуктивная, остаточная. Природа остаточной намагниченности горных пород. Анизотропия магнитных свойств. Термобарическая обусловленность магнитных свойств горных пород. Некоторые магнитные свойства горных пород: магнитная восприимчивость, остаточная намагниченность (вектор остаточной намагниченности, магнитная проницаемость).

Раздел 6. Механические и акустические свойства горных пород.

Напряжение и деформация в горных породах. Тензоры напряжений и деформаций. Упругие параметры физических тел: модули сдвига, юнга, всестороннего сжатия, коэффициент Пуассона и др., их связь с плотностными характеристиками породы, составом и структурой пород, зависимость от термобарических факторов. Связь между напряжениями и деформациями в горных породах: упругие, прочностные, реологические, технологические. Упругие деформации осадочных горных пород, их влияние на пористость и проницаемость горных пород. Модели упругой деформации породы. Виды объемно – напряженного состояния пород в массиве и вблизи стенки скважины. Закон Гука для пород, испытывающих объемное напряжение и всестороннее равномерное сжатие. Упругие свойства осадочных пород. Зависимость упругих свойств от состава, литологии, структуры, пористости, насыщения, глинистости, возраста, термобарических условий.

Понятие об упругих колебаниях. Уравнение скорости распространения упругих колебаний в идеально упругих сплошных средах, зависимость скорости от минерального состава, плотности, пористости, насыщения, коэффициентов упругости, термобарических условий и возраста пород. Распространение упругих волн в многофазной среде (модель). Типы акустических волн (продольная, поперечная, Рэлеевская (поверхностная), трубная). Поглощение упругих волн в горных породах. Декремент затухания, акустический импеданс, их зависимость от вещественного и фазового состава, структуры, температуры, давления, частоты колебаний. Нелинейный эффект распространение упругих волн в горной породе. Сейсмоэлектрический и пьезоэлектрический эффект в горных породах. Определенность акустических свойств породы ее упругими характеристиками.

Раздел 7. Радиоактивные и нейтронные свойства горных пород.

Радиоактивность химических элементов, основные радиоактивные элементы и их распределение в земной коре. Энергетический спектр излучения. Естественная радиоактивная активность различных типов горных пород и флюидов. Взаимодействие радиоактивных излучений с горной породой (α -лучей, β -лучей, γ -лучей, нейтронов и др.). Сечение взаимодействия – мера взаимодействия радиоактивных излучений с веществами. Типы взаимодействия потоков гамма – квантов с веществом и их информативность в области оценки литотипа породы и её плотностных характеристик. Взаимодействие радиоактивного поля с веществом горной породы: его поглощение и рассеивание, зависимость от плотностных свойств породы, изменение первичных свойств горной породы (тепловых, электрических и др.).

Общие сведения о нейтронах. Реакции, возникающие в горной породе под воздействием потока нейтронов; замедление, захват нейтронов, активация ядер. Энергетические уровни ядер атомов вещества – основа резонансного характера взаимодействия нейтронов с веществом. Зависимость характера и интенсивности взаимодействия нейтронов с веществом от массового числа ядер – мишеней и энергии нейтронов. Связь массового числа ядер с основными классами пород по генезису. Нейтронные эффективные сечения, их зависимость от вещественного состава сред (горные породы с высоким водородосодержанием, породы – «тяжелые» замедлители, породы – «резонансные» замедлители). Комплексные параметры, характеризующие интенсивность взаимодействия нейтронов с породами (коэффициент и длина замедления, длина диффузии, время замедления и диффузии, время жизни тепловых нейтронов, нейтронная поглощающая активность). Зависимость этих параметров от характеристик сред (химического состава, плотности, пористости и др.). Диффузия тепловых и замедление быстрых нейтронов в горных породах, факторы их обуславливающие.

Раздел 8. Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.

Законы распределения и накопления тепла в горных породах. Тепловые параметры горных пород: теплоемкость, теплопроводность, их зависимость от состава и строения горных пород, термобарических условий их залегания. Связь с другими физическими свойствами. Дифференциация горных пород по их тепловым характеристикам.

Раздел 9. Взаимосвязь физических свойств горных пород. Построение и применение петрофизических связей в геофизике.

Взаимосвязь физических свойств горных пород. Методы исследования связей: физический, математическое моделирование, статистический (корреляционный, регрессивный, факторный анализ и др.). Природа и характер связей между физическими параметрами (качественный, количественный, эмпирический, аналитический). Интерпретация дистанционных геофизических исследований на основе петрофизических связей. Петрофизическое районирование, выделение физико – геологических комплексов, подсчет запасов углеводородов.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

Лекционные занятия

Таблица 5.2.1

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема лекции
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	2	-	Введение в курс. Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.
2	2	2	2	-	Физические модели горной породы. Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов
3	3	1	0,5	-	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.
4	4	2	1	-	Плотностные свойства горных пород.
5	5	3	1	-	Электрические и магнитные свойства горных пород.
6	6	2	0,5	-	Механические и акустические свойства горных пород
7	7	2	0,5	-	Радиоактивные и нейтронные свойства горных пород.
8	8	1	-	-	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.
9	9	1	1	-	Взаимосвязь физических свойств горных пород. Построение и применение петрофизических связей в геофизике.
Итого:		16	8	-	X

Практические занятия

Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Лабораторные работы

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	2	2	-	Лабораторная работа № 1. Отбор керн и его подготовка к исследованиям.
2	3	2	-	-	Лабораторная работа № 2. Гранулометрический анализ горных пород. Оценка массовой глинистости. Построение объемно-компонентной модели горной породы.
3	4, 9	4	1	-	Лабораторная работа №3. Определение плотности горных пород на керне. Связь между плотностью и пористостью.
4	3	2	-	-	Лабораторная работа № 4. Определение коэффициента водонасыщения горных пород на керне.
5	3, 9	4	-	-	Лабораторная работа № 5. Определение коэффициентов пористости горных пород на керне. Зависимость пористости от глубины залегания пород.
6	3	2	-	-	Лабораторная работа № 6. Методы порометрии.
7	5, 9	4	1	-	Лабораторная работа № 7. Измерение электрической проводимости полностью и частично водонасыщенных пород. Зависимость удельного электрического сопротивления от водонасыщения горных пород.
8	6, 9	4	1	-	Лабораторная работа № 8. Расчёт упругих параметров многослойной среды. Прогноз разрывных дислокаций.
9	6, 9	4	1	-	Лабораторная работа № 9. Зависимость скорости акустических продольных волн от плотности Земли.
10	8, 9	4	-	-	Лабораторная работа № 10. Расчёт температуры земной коры на различных глубинах.
ИТОГО:		32	6	-	X

Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ЗОФО		
1	1-9	20	10	-	Все темы, указанные в таблице 5.2.1	Ведение конспекта лекций
2	1-9	20	50	-	Все темы, указанные в таблице 5.2.1	Оформление и подготовка к защите лабораторных работ, выполнение самостоятельных работ (оформление конспекта)
3	1-9	20	61	-	Все темы, указанные в таблице 5.2.1	Подготовка к текущим аттестациям, к тестированию
4	1-9	36	9	-	-	Подготовка к экзамену
Итого:		96	130	-	X	X

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

лекция – визуализация, активные технологии обучения (проблемный способ подачи учебного материала), объяснение смысла и способов решения лабораторных работ, выполнение лабораторных работ под контролем, с использованием консультаций преподавателя, фронтальным и индивидуальным способом. Применение компьютерных технологий для выполнения лабораторных работ. Для самостоятельной работы и для контроля усвоения материала используется система поддержки учебного процесса - Educop.

6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые проекты учебным планом не предусмотрены.

7. Контрольные работы

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены.

8. Оценка результатов освоения дисциплины

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1 текущая аттестация		
1	Выполнение и защита лабораторной работы № 1,2	16
2	Вопросы для текущего контроля	14
ИТОГО за первую текущую аттестацию		30
2 текущая аттестация		
3	Выполнение и защита лабораторных работ № 3-5	15
4	Вопросы для текущего контроля	15

	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
5	Выполнение и защита лабораторных работ № 6-8	25
7	Вопросы для текущего контроля	15
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	40
	ВСЕГО	100

8.3. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся заочной формы обучения представлена в таблице 8.2.

Таблица 8.2

№ п/п	Виды мероприятий в рамках текущего контроля	Количество баллов
1	Выполнение и защита лабораторной работы № 1,2	8
2	Выполнение и защита лабораторных работ № 4,5,6	12
	ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ	80
	ВСЕГО	100

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины/модуля

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. ТИУ «Полнотекстовая БД» на платформе ЭБС ООО «Издательство ЛАНЬ»
<https://e.lanbook.com>
2. ЭБСBOOK.RU <https://www.book.ru>
1. Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/>
2. Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>
3. РГУ Нефти и газа им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru>
4. УГТУ (г. Ухта) <http://lib.ugtu.net/books>
5. Электронная библиотека УГНТУ (Уфимский государственный нефтяной технический университет)
http://bibl.rusoil.net/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=418
6. Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://webirbis.tsogu.ru/>.
7. <https://www.geokniga.org/books/13218>
8. <https://www.rosnedra.gov.ru/article/12910.html?mm=292&ml=271>
9. https://www.mnr.gov.ru/docs/gosudarstvennye_doklady/
10. <https://disk.yandex.ru/i/3z05gO-5qtxaQ>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства:

Microsoft Windows, Microsoft Office Professional Plus, ZOOM, Educon.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Обеспеченность материально-технических условий реализации ОПОП ВО

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	2	3	4
1	Физика горных пород	<p>Лекционные занятия: Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, доска магнитная. Компьютер в комплекте-1 шт., проектор - 1 шт., микрофон -1 шт., экран-1 шт. Программное обеспечение: MicrosoftWindows, MicrosoftOfficeProfessionalPlus</p> <p>Лабораторные занятия Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные работы) (№ 338) Оснащенность: Учебная мебель: столы, стулья, кресла, доска маркерная магнитная. Компьютер в комплекте – 15 шт. Учебно-наглядные пособия: коллекция минералов, коллекция керна. Программное обеспечение: MicrosoftWindows, MicrosoftOfficeProfessionalPlus</p>	<p>625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56.</p> <p>625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, ауд. 338</p>

11. Методические указания по организации СРС**11.1. Методические указания к лабораторным занятиям.**

Успешное усвоение курса предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы.

Проведение лабораторных работ – часть учебного процесса, в течение которого обучающиеся вырабатывают навыки решения задач прогноза, поиска и разведки в области теоретических основ поиска и разведки нефти и газа. Цель лабораторных занятий – научиться работать с фактическим материалом. Выполнение лабораторных работ позволяет обучающимся лучше усвоить наиболее трудные и важные разделы учебной программы.

Для выполнения лабораторных работ каждому обучающемуся преподаватель выдает индивидуальное задание и исходные данные, разъясняет задачи и содержание, знакомит с требованиями, предъявляемыми к лабораторным работам и их оформлению, устанавлива-

ет последовательность выполнения, рекомендует литературу, проводит консультации в процессе выполнения.

Обучающиеся начинают выполнять работы параллельно с изучением теоретической части дисциплины. Выполнение лабораторных работ предполагает широкое использование специальной методической и справочной литературы, рекомендуемой преподавателем при выдаче индивидуальных заданий и в ходе проведения лабораторных работ.

Рабочей программой установлено выполнение десяти лабораторных работ в течение одного семестра.

Лабораторные работы защищают в период проведения аттестаций в течение семестра. Преподаватель устанавливает сроки выполнения, согласованные с учебным планом и расписанием учебных занятий. В установленные сроки обучающийся предъявляет выполненную работу для проверки и оценки, защищает лабораторную работу. Защита необходима для выяснения уровня знаний методики решения задачи, построения графических чертежей и теории. В этой связи следует отметить, что не менее 50% времени от общего времени на изучение дисциплины потребуется на работу с различными источниками: периодической литературой, учебниками, Интернет ресурсами и т.д. Изучение научно-методической литературы необходимо для подготовки к практическим занятиям, а также аттестационных материалов (расчетов, моделей, презентаций и т.п.).

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся – это процесс активного, целенаправленного приобретения ими новых знаний и умений без непосредственного участия преподавателя.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку к практическим занятиям и итоговой аттестации по курсу.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещённых в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Работа с конспектом лекций. Рекомендуется просмотреть конспект сразу после занятий, пометить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу, при необходимости обратиться за консультацией к преподавателю. Выделить все незнакомые понятия и термины и поместить их в словарь.

При самостоятельном изучении основной литературы необходимо обратить главное внимание на ключевые положения, излагаемые в изучаемом тексте. Следует внимательно ознакомиться с содержанием источника информации, структурировать его и выделить в нем центральное звено. Обычно это бывает ключевое определение или совокупность существенных характеристик рассматриваемого объекта. Без овладения навыками работы над книгой, формирования в себе стремления и привычки получать новые знания из книг невозможна подготовка настоящего профессионала ни в одной области деятельности.

Для того чтобы убедиться, насколько глубоко усвоено содержание темы, в конце соответствующих глав и параграфов учебных пособий обычно дается перечень контрольных вопросов, на которые обучающийся должен давать четкие и конкретные ответы.

Также эффективность обучения в вузе определяется способностями обучающихся работать с различными образовательными ресурсами - каталогами и картотеками библиотек, информационными системами, представленными в сети Интернет. В Educon ТИУ размещена основная необходимая литература и ссылки на учебники других вузов.

Для самостоятельной работы студентов предназначена аудитория с картами, сводными геолого-геофизическими разрезами. Учебные пособия и методические указания доступны в Educon, при необходимости в Educon размещаются лекции-презентации.

Разработаны темы самостоятельной работы для лучшего усвоения дисциплины.

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку к практическим занятиям и итоговой аттестации по курсу. Внеаудиторная самостоятельная работа - это вид учебных занятий, в процессе которых обучающиеся, руководствуясь непосредственной помощью преподавателя или соответствующей методической литературой, самостоятельно углубляют и совершенствуют приобретенные на аудиторных занятиях знания, умения и опыт учебно-познавательной деятельности, выполняя во внеаудиторное время контрольные задания, способствующие развитию их интеллектуальной активности и познавательной самостоятельности как черт личности.

К средствам обеспечения самостоятельной работы относятся учебники, учебные пособия и методические руководства, учебно-программные комплексы, система поддержки учебного процесса EDUCON и т.д.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуется как единство двух форм: самоконтроль и самооценка обучающегося; контроль и оценка со стороны преподавателя.

Критериями оценки результатов самостоятельной работы являются: уровень освоения учебного материала; умения использовать теоретические знания на практике; обоснованность и четкость изложения ответов; оформление материала в соответствии с требованиями.

Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина/модуль Физика горных пород

Специальность 21.05.04 Горное дело

Специализация Маркшейдерское дело

Код компетенции	Код и наименование результата обучения по дисциплине (модулю)	Критерии оценивания результатов обучения			
		1-2	3	4	5
УК-1:	Знает (З1) проблемную ситуацию или задачу	Не знает проблемную ситуацию или задачу	Демонстрирует отдельные знания проблемных ситуаций или задач	Обладает полными знаниями проблемных ситуаций или задач	Демонстрирует исчерпывающие знания проблемных ситуаций или задач
	Умеет (У1) выделить базовые составляющие ситуации или задачи	Не умеет выделять базовые составляющие ситуации или задачи	Демонстрирует слабое умение выделять базовые составляющие ситуации или задачи	Обладает достаточным умением выделять базовые составляющие ситуации или задачи	Умеет выделять базовые составляющие ситуации или задачи
	Владеет (В1) различными вариантами решения проблемной ситуации	Не владеет различными вариантами решения проблемной ситуации	Слабо владеет различными вариантами решения проблемной ситуации	Демонстрирует достаточное владение различными вариантами решения проблемной ситуации	Владеет различными вариантами решения проблемной ситуации
	Знает (З2) последствия возможных решений задач	Не знает последствия возможных решений задач	Демонстрирует отдельные знания последствий возможных решений задач	Обладает полными знаниями последствий возможных решений задач	Демонстрирует исчерпывающие знания последствий возможных решений задач
	Умеет (У2) определять практические последствия возможных решений	Не умеет определять практические последствия возможных решений	Демонстрирует слабое умение определять практические последствия возможных решений	Обладает достаточным умением определять практические последствия возможных решений	Умеет определять практические последствия возможных решений

	Владеет (B2) оценкой последствий возможных решений задач	Не владеет оценкой последствий возможных решений задач	Слабо владеет оценкой последствий возможных решений задач	Демонстрирует достаточное владение оценкой последствий возможных решений задач	Владеет оценкой последствий возможных решений задач
	Знает (З3) перечень информации для анализа проблемных ситуаций	Не знает перечень информации для анализа проблемных ситуаций	Демонстрирует отдельные знания информации для анализа проблемных ситуаций	Обладает полными знаниями информации для анализа проблемных ситуаций	Демонстрирует исчерпывающие знания информации для анализа проблемных ситуаций
	Умеет (У3) систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций	Не умеет систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций	Демонстрирует слабое умение систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций	Обладает достаточным умением систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций	Умеет систематизировать информацию для анализа проблемных ситуаций
	Владеет (B3) выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Не владеет выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Слабо владеет выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Демонстрирует достаточное владение выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач	Владеет выработкой стратегии действий для построения алгоритмов решения поставленных задач
	Знает (З4) алгоритмы получения результатов	Не знает алгоритмы получения результатов	Демонстрирует отдельные знания алгоритмов получения результатов	Обладает полными знаниями алгоритмов получения результатов	Демонстрирует исчерпывающие знания алгоритмов получения результатов
	Умеет (У4) программировать разработанные алгоритмы	Не умеет программировать разработанные алгоритмы	Демонстрирует слабое умение программировать разработанные алгоритмы	Обладает достаточным умением программировать разработанные алгоритмы	Умеет программировать разработанные алгоритмы
	Владеет (B4) критическим анализом полученных результатов	Не владеет критическим анализом полученных результатов	Слабо владеет критическим анализом полученных результатов	Демонстрирует достаточное владение критическим анализом полученных результатов	Владеет критическим анализом полученных результатов задач

УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает основные задачи этапов исследования керна в петрофизических лабораториях (34)	Не знает основные задачи этапов исследования керна в петрофизических лабораториях	Демонстрирует отдельные знания по основным задачам этапов исследования керна в петрофизических лабораториях	Обладает полными знаниями по основным задачам этапов исследования керна в петрофизических лабораториях	Демонстрирует исчерпывающие знания по основным задачам этапов исследования керна в петрофизических лабораториях
	Умеет выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала (У4)	Не умеет выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала	Демонстрирует слабое умение выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала	Обладает достаточным умением выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала	Умеет выполнять основные операции на каждом этапе исследований керна материала
	Владеет определением физических параметров, определяемых на каждом этапе исследования керна (В4)	Не владеет критическим анализом полученных результатов	Слабо владеет критическим анализом полученных результатов	Демонстрирует достаточное владение критическим анализом полученных результатов	Владеет критическим анализом полученных результатов задач
	Знает основные стандартизированные методики определения физических параметров горных пород и руд (35)	Не знает основные стандартизированные методики определения физических параметров горных пород и руд	Демонстрирует отдельные знания по основным стандартизированным методикам определения физических параметров горных пород и руд	Обладает полными знаниями по основным стандартизированным методикам определения физических параметров горных пород и руд	Демонстрирует исчерпывающие знания по основным стандартизированным методикам определения физических параметров горных пород и руд
	Умеет пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов (У5)	Не умеет пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов	Демонстрирует пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов	Обладает достаточным умением пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов	Умеет пользоваться аппаратурой и материалами, применяемыми в ходе исследования керна, на основе стандартов отдельных предприятий и ГОСТов
	Владеет методологией поиска и использования действующих технических регламентов, норматив-	Не владеет методологией поиска и использования	Слабо владеет методологией поиска и использования	Демонстрирует достаточное владение методологией поиска и	Владеет методологией поиска и использования действующих технических

	ных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород (B5)	действующих технических регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород	действующих технических регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород	использования действующих технических регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород	регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород
	Знает методику расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента (36)	Не знает методику расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента	Демонстрирует отдельные знания по методике расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента	Обладает полными знаниями по методике расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента	Демонстрирует исчерпывающие знания по методике расчётов конкретных физических параметров горных пород и руд по исходным данным, полученным в ходе физического эксперимента
	Умеет выполнять графические построения (У6)	Не умеет выполнять графические построения	Демонстрирует слабое умение выполнять графические построения	Обладает достаточным умением выполнять графические построения	Умеет выполнять графические построения
	Владеет навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород (B6)	Не владеет навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород	Слабо владеет навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород	Демонстрирует достаточное владение навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород	Владеет навыками составления отчёта о выполненных исследованиях физических свойств горных пород
ОПК -4 Способен с естественнонаучных позиций оценивать	Знает методы химического исследования веществ и соединений. (37)	Не знает основные методы химического исследования веществ и соединений	Демонстрирует отдельные знания основных методов химического исследования веществ и соединений	Обладает полными знаниями основных методов химического исследования веществ и соединений	Демонстрирует исчерпывающие знания основных методов химического исследования веществ и соединений

<p>строение, химический и минеральный состав земной коры, морфологические особенности и генетические типы месторождений твёрдых полезных ископаемых при решении задач по рациональному и комплексному освоению георесурсного потенциала недр</p>	<p>Умеет использовать химические исследования веществ и соединений (У7)</p>	<p>Не умеет использовать химические исследования веществ и соединений</p>	<p>Демонстрирует отдельные знания основных методов химического исследования веществ и соединений</p>	<p>Обладает полными знаниями основных методов химического исследования веществ и соединений</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие знания основных методов химического исследования веществ и соединений</p>
	<p>Владеет методами химического исследования веществ и соединений (В7)</p>	<p>Не владеет методами химического исследования веществ и соединений</p>	<p>Слабо владеет методами химического исследования веществ и соединений</p>	<p>Демонстрирует достаточное владение методами химического исследования веществ и соединений</p>	<p>Владеет методами химического исследования веществ и соединений</p>
	<p>Знает основные принципы генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд (З8)</p>	<p>Не знает основные принципы генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд</p>	<p>Демонстрирует отдельные знания принципов генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд</p>	<p>Обладает полными знаниями принципов генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие знания принципов генетического подхода в процессе исследования физических свойств горных пород и руд</p>
	<p>Умеет различать генетические группы пород по физическим свойствам (У8)</p>	<p>Не умеет различать генетические группы пород по физическим свойствам</p>	<p>Демонстрирует отдельные умения различия генетических групп пород по физическим свойствам</p>	<p>Обладает полными умениями различия генетических групп пород по физическим свойствам</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие умения различия генетических групп пород по физическим свойствам</p>
	<p>Владеет навыками различения литологических разностей по физическим параметрам (В8)</p>	<p>Не владеет навыками различения литологических разностей по физическим параметрам</p>	<p>Слабо владеет навыками различения литологических разностей по физическим параметрам</p>	<p>Демонстрирует достаточное владение навыками различения литологических разностей по физическим параметрам</p>	<p>Владеет навыками различения литологических разностей по физическим параметрам</p>
	<p>Знает методы макро- и микроанализа горных пород и руд, а также классификации горных пород по физическим параметрам (З9)</p>	<p>Не знает правила макроскопического описания пород и руд, выявления структурно-текстурных особенностей</p>	<p>Демонстрирует отдельные знания правил макроскопического описания пород и руд, выявления структурно-текстурных особенностей</p>	<p>Обладает полными знаниями правил макроскопического описания пород и руд, выявления структурно-текстурных особенностей</p>	<p>Демонстрирует исчерпывающие знания правил макроскопического описания пород и руд, выявления структурно-текстурных особенностей</p>
	<p>Умеет выявлять связи между физическими свойствами горных пород и руд и их макро строением (У9)</p>	<p>Не умеет выявить структурно-текстурные особенности пород и руд.</p>	<p>Демонстрирует слабое умение выявить структурно-текстурные особенности пород и руд.</p>	<p>Обладает достаточным умением выявить структурно-текстурные особенности пород и руд</p>	<p>Умеет выявить структурно-текстурные особенности пород и руд.</p>

	Владеет навыками распознавания литологически однородных пород по комплексу петрофизических свойств (B9)				
ОПК-5. Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Знает основные закономерности изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород (310)	Не знает основные закономерности изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород	Демонстрирует отдельные знания основных закономерностей изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород	Обладает полными знаниями основных закономерностей изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород	Демонстрирует исчерпывающие знания основных закономерностей изменения физических свойств горных пород в зависимости от глубины залегания пород
	Умеет анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород (У10)	Не умеет анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Демонстрирует отдельные умения анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Обладает полными умениями анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Демонстрирует исчерпывающие умения анализировать взаимосвязи между вещественным составом горных пород и руд и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород
	Владеет знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями (B10)	Не владеет знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями	Слабо владеет знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями	Демонстрирует достаточное владение знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями	Владеет знаниями о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями
	Знает емкостно-фильтрационные характеристики коллекторов; Знает принципы дифференциации горных пород по величине их петрофизических параметров (311)	Не знает емкостно-фильтрационных характеристик коллекторов; Не знает принципы дифференциации горных пород по величине их петрофизических параметров	Демонстрирует отдельные знания по емкостно-фильтрационным характеристикам коллекторов и по принципам дифференциации горных пород по величине их	Обладает полными знаниями по емкостно-фильтрационным характеристикам коллекторов и по принципам дифференциации горных пород по величине их петрофизических параметров	Демонстрирует исчерпывающие знания по емкостно-фильтрационным характеристикам коллекторов и по принципам дифференциации горных пород по величине их петрофизических параметров

			петрофизических параметров		
	Владеет навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород (B11)	Не владеет навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Слабо владеет навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Демонстрирует достаточное владение навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	Владеет навыками анализа взаимосвязи между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород
	Умеет литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств (У11)	Не умеет литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств	Демонстрирует отдельные умения литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств	Обладает полными умениями литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств	Демонстрирует умения литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств
ОПК-6. Способен применять методы анализа, знания закономерностей поведения, управления свойствами горных пород и состоянием массива в процессах добычи и переработки твёрдых полезных ископаемых, а	Знает принципы построения объёмно-компонентной модели горных пород (312)	Не знает принципы построения объёмно-компонентной модели горных пород	Демонстрирует отдельные знания по принципам построения объёмно-компонентной модели горных пород	Обладает полными знаниями по принципам построения объёмно-компонентной модели горных пород	Демонстрирует исчерпывающие знания по принципам построения объёмно-компонентной модели горных пород
	Умеет распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы (У12)	Не умеет распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы	Демонстрирует отдельные умения распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы	Обладает полными умениями распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы	Демонстрирует умения распознавать процессы формирования аномальных по физическим свойствам компонентов горной породы
	Выполняет расчёты по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели. (B12)	Не владеет навыками расчётов по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели.	Слабо владеет навыками расчётов по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели.	Демонстрирует достаточное владение навыками расчётов по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели.	Владеет навыками расчётов по результатам петрофизических экспериментов, строит петрофизические модели.

также при строительстве и эксплуатации подземных объектов				ские модели.	
	Знает теоретические основы процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз) (313)	Не знает теоретические основы процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз)	Демонстрирует отдельные знания по теоретическим основам процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз)	Обладает полными знаниями по теоретическим основам процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз)	Демонстрирует исчерпывающие знания по теоретическим основам процессов физического взаимодействия отдельных элементов горных пород (атомов, ионов, молекул, фаз)
	Умеет определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий (У13)	Не умеет определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий	Демонстрирует отдельные умения определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий	Обладает полными умениями определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий	Демонстрирует исчерпывающие умения определить характер зависимости физических свойств горных пород от состава, структуры и текстуры пород, от термобарических условий
	Владеет навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий (В13)	Не владеет навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий	Слабо владеет навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий	Демонстрирует достаточное владение навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий	Владеет навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных компьютерных технологий
ОПК-10. Способен применять методы анализа и знания закономерностей поведения и управления свойствами горных пород	Знает связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микро-строения горных пород на их физические свойства (314)	Не знает связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микро-строения горных пород на их физические свойства	Демонстрирует отдельные знания по связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микро-строения горных пород на их физические свойства	Обладает полными знаниями по связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микро-строения горных пород на их физические свойства	Демонстрирует исчерпывающие знания по связи между физическими свойствами пород и руд и их микро и макро строением, о механизмах влияния микро-строения горных пород на их физические свойства

и состоянием массива в процессах добычи и переработки твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов	Умеет определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам (У14)	Не умеет определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам	Демонстрирует отдельные умения определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам	Обладает полными умениями определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам	Демонстрирует исчерпывающие умения литологически идентифицировать породы по комплексу физических свойств, определить влияние внешних факторов на физические свойства горных пород, и выполнить классификацию горных пород по физическим свойствам
	Владеет навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород (В14)	Не владеет навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород	Слабо владеет навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород	Демонстрирует достаточное владение навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород	Владеет навыками использования классификации горных пород по физическим свойствам для построения физико-геологических моделей пород

КАРТА
обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина Физика горных пород

Код, направление подготовки/специальность 21.05.04 Горное дело

Специализация Маркшейдерское дело

№ п/п	Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания	Количество экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-)
1	Букин В.С. Физика горных пород [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.С. Букин, А.С. Калганов. – ЗабГУ, 2019. – 115 с. https://e.lanbook.com/book/173611	Не-ограниченный доступ ЭР	30	100	+
2	Дерюшев А.В. Физика горных пород. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся специальностям 21.05.04 горное дело и 21.05.05 физические процессы горного или нефтегазового производства / А.В. Дерюшев, П.М. Будников. – КузГТУ имени Г.Ф.Горбачёва, 2021.- 236 с. https://e.lanbook.com/book/200855	Не -ограниченный доступ ЭР	30	100	+
3	Печерин В.Н. Физика горных пород и моделирование в петрофизике [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Печерин. – УГТУ, 2018. – 128 с. https://e.lanbook.com/book/209570	Не-Ограниченный Доступ ЭР	30	100	+
4	Зеливянская, О. Е. Петрофизика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Зеливянская О. Е. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 111 с. - Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/63124.html . - Книга находится в Премиум-версии ЭБС IPRbooks	ЭР Не-ограниченный доступ	30	100	+