

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 08.05.2024 10:38:20  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a253801740041

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ  
Кафедра прикладной геофизики

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель СПН

 Курчиков А.Р.  
04.09 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина **Физика горных пород**  
Направление **21.05.03 Технология геологической разведки**  
Профиль **1 - «Геофизические методы поисков и разведки  
месторождений полезных ископаемых»,  
2 - «Геофизические методы исследования скважин»**

Квалификация **специалист горный инженер-геофизик**  
форма обучения: **очная**  
курс **2**  
семестр **4**

Аудиторные занятия- 45 час. в т.ч.:  
лекции – 15 часов  
практические занятия – не предусмотрено  
лабораторные занятия – 30 часов  
Самостоятельная работа – 63 часа, в т.ч.  
курсовая работа – нет  
расчётно-графические работы – нет  
Занятия в интерактивной форме – 12 часов  
Вид промежуточной аттестации:  
экзамен – 4 семестр  
Общая трудоемкость 108 часа, 3зач.ед.

Тюмень  
2018

Рабочая программа разработана в соответствии требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **21.05.03 – «Технология геологической разведки»**, квалификация горный инженер (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1300.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Прикладная геофизика»

Протокол № 1 от «31» августа 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ *С.К. Туренко* С.К. Туренко

«31» *авг* 2018 г.

Рабочую программу разработал:

Колесникова Л. А., старший преподаватель кафедры ПГФ *Л.А. Колесникова*

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ  
Кафедра прикладной геофизики**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Председатель СПН  
\_\_\_\_\_ Курчиков А.Р.  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина **Физика горных пород**  
Направление **21.05.03 Технология геологической разведки**  
Профиль **1 - «Геофизические методы поисков и разведки  
месторождений полезных ископаемых»,  
2 - «Геофизические методы исследования скважин»**

Квалификация **специалист горный инженер-геофизик**

форма обучения: **очная**

курс **2**

семестр **4**

Аудиторные занятия- 45 час. в т.ч.:  
лекции – 15 часов  
практические занятия – не предусмотрено  
лабораторные занятия – 30 часов  
Самостоятельная работа – 63 часа, в т.ч.  
курсовая работа – нет  
расчётно-графические работы – нет  
Занятия в интерактивной форме – 12 часов  
Вид промежуточной аттестации:  
экзамен – 4 семестр  
Общая трудоемкость 108 часа, 3зач.ед.

Тюмень  
2018

Рабочая программа разработана в соответствии требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **21.05.03 – «Технология геологической разведки»**, квалификация горный инженер (уровень специалитета), утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.10.2016 г. № 1300.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Прикладная геофизика»

Протокол № 1 от «31» августа 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ С.К. Туренко

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г.

**Рабочую программу разработал:**

Колесникова Л. А., старший преподаватель кафедры ПГФ \_\_\_\_\_

## **1 Цели и задачи дисциплины**

### **1.1 Цель дисциплины**

Дисциплина «Физика горных пород» в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки **21.05.03** относится к вариативной части программы подготовки горных инженеров-геофизиков (Б.1В.15) и имеет своей целью подготовку студентов к завершающему этапу формирования специалистов в области геологии нефти и газа. Основной целью её изучения является формирование у студентов знаний о физических свойствах горных пород и минералов, их взаимосвязях и процессах, происходящих в горных породах, а также ознакомление студентов с ролью указанных знаний в геологической интерпретации данных геофизических методов исследования земной коры и скважин. 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.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- дать знания о процессах взаимодействия горных пород с естественными и искусственными физическими полями, и параметрах, характеризующих эти процессы;
- сформировать у студентов 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 у студентов 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 студентов со способами, методами и аппаратурой для измерения основных физических свойств горных пород;
- развить навыки студентов в области лабораторных экспериментальных исследований.
- сформировать у студентов знания о способах выявления взаимосвязей физических свойств горных пород и о прикладном характере этих знаний в области геологии, скважинной и разведочной геофизики.

## **2 Место дисциплины в структуре ООП:**

Дисциплина «Физика горных пород» в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования относится к вариативной части дисциплин, её код Б.1В.15.

Курс «Физика горных пород» основывается на фундаментальных дисциплинах: физике, химии, математике, изучаемых на младших курсах.

Для изучения данной дисциплины необходимы знания математического, естественнонаучного и должны быть сформированы следующие компетенции: ОК-3, ОК-4, ОК-6, ОК-7, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, ОПК-8.

Курс является основной для освоения студентами последующих дисциплин специализации и дисциплин профессионального цикла, а также преддипломной практики. В нем содержатся базовые понятия и представления в области формирования знаний по дисциплинам профессионального цикла.

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 и в процессе подготовки специалистов в области геофизических методов поисков и разведки полезных ископаемых и исследования скважин. Для студентов специализации «Геофизические методы исследования скважин» курс связан со следующими дисциплинами специализации: «Петрофизика» (Б.1Б.32), «Физика пласта» (Б.1Б.39), «Электромагнитные и акустические исследования скважин» (Б.1Б.24), «Интерпретация данных геофизических исследований скважин» (Б.1Б.28), «Комплексная интерпретация геофизических данных» (Б.1Б.29), «Моделирование в петрофизике» (Б.1Б.36), «Обоснование подсчётных параметров по данным ГИС» (Б.1Б.35).

Для студентов специализации «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» курс связан со следующими дисциплинами:

«Теория напряжённого состояния»(Б.1Б.25), «Электроразведка» (Б.1Б.26), «Гравиразведка и магниторазведка» (Б.1Б.27), «Сейсморазведка» (Б.1Б.29), «Радиометрия и ядерная геофизика» (Б.1Б.30), «Интерпретация данных геофизических исследований скважин» (Б.1Б.39).

Кроме того, данный курс связан с производственной и преддипломной практикой студентов.

### 3 Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОК-1, 3,7; ОПК - 2, ПК-12, 14,15.

#### Содержание формируемых компетенций

Таблица 1

Номер/индекс компетенций	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
<b>ОК-1</b>	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, умение обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения	основные научные представления о современной картине мира на основе целостной системы естественно-научных	-воспринимать, обобщать и анализировать информацию; - аргументированно, ясно и четко строить устную и письменную	- навыками обобщения, анализа, восприятия информации, способностью поставить цели и выбрать пути их достижения; - навыками

		знаний; - способы аргументации, практического анализа; - законы логики различного рода рассуждений	речь	ведения дискуссии и полемики
<b>ОК-3</b>	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	- умение адаптироваться к новым экономическим, социальным, политическим, культурным ситуациям, изменениям содержания социальной и профессиональной деятельности.	- критически оценивать свои личностные качества, намечать пути и выбирать средства развития достоинств и устранения недостатков; - ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры.	-навыками письменного аргументированного изложения собственной точки зрения; -навыками публичной речи; - навыками критически осмысливать накопленный опыт, изменять при необходимости профиль профессиональной деятельности
<b>ОК-7</b>	Умение использовать в своей деятельности нормативные правовые документы	основные нормативные и правовые документы в соответствии с направлением и профилем подготовки (стандарты проведения исследований физических свойств)	работать с нормативными и правовыми документами в соответствии с направлением и профилем подготовки (ГОСТами и ОСТами, регламентирующими способы исследования физических полей)	методологией поиска и использования действующих технических регламентов, нормативных и правовых документов в области исследования физических свойств горных пород
<b>ОПК-2</b>	Способность самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения и использовать их в практической деятельности, в том	- применять математические методы и физические законы для решения типовых профессиональных	самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий новые знания и умения	знаниями в новых областях науки и техники, непосредственно не связанных со сферой деятельности, информационными

	числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности	задач; пользоваться таблицами и справочникам и.д.		технологиями
<b>ПК-12</b>	умением выявлять объекты для улучшения технологии и техники геологической разведки	<ul style="list-style-type: none"> <li>- физическую сущность явлений, происходящих в горных породах;</li> <li>- современные методы определения петрофизических свойств;</li> <li>- знать методики построения петрофизических зависимостей;</li> <li>- принципы взаимодействия породы с физическими полями;</li> <li>- методы изучения свойств пород на керне.</li> </ul>	<p>анализировать зависимости между различными физическими параметрами горных пород и обосновать их применение на практике и с целью в классификации пород;</p> <p>- обосновывать параметры коллекторов для геологической интерпретации геофизических данных;</p> <p>- строить петрофизические модели геологических объектов на основе изучения физических и физико-механических свойств горных пород</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками планирования петрофизических исследований;</li> <li>- навыками применения петрофизических моделей для прогнозирования свойств пород.</li> <li>- навыками определения физических свойств горных пород в атмосферных условиях</li> </ul>
<b>ПК-14</b>	способностью находить, анализировать и перерабатывать информацию, используя современные информационные технологии	<p>физические свойства осадочных, магматических, метаморфических горных пород; способы изучения физических свойств,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические параметры, характеризующие процессы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-строить зависимости между различными физическими параметрами горных пород, используя современных информационных технологии;</li> <li>- анализировать зависимости, обосновать их</li> </ul>	<p>навыками анализа результатов керновых исследований с помощью современных информационных технологий</p>



		взаимодействи я горных пород с естественными и искусственным и физическими полями;	применение на практике с помощью компьютерных технологий;	
<b>ПК-15</b>	способностью обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений на высоком научно-техническом и профессиональном уровне	- цели, задачи и объекты петрофизическ их исследований; роль петрофизики при геологической интерпретации данных ГИС; принципы взаимодействи я породы с физическими полями; - физические и физико- химические основы взаимосвязей между фильтрационно -емкостными и плотностными, упругими, электромагнит ными, радиоактивным и, теплофизическ ими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород	- анализировать зависимости между различными физическими параметрами горных пород и обосновать их применение на практике и с целью в классификации пород; - видеть информатив- ность различных физических свойств горных пород; -видеть взаимосвязи между коллекторскими свойствами пород и их вещественным составом и текстурно- структурными особенностями;	- навыками анализа результатов керновых исследований; - навыками самостоятельной подготовки к лабораторным работам по определению петрофизическ их параметров и навыками подготовки отчетов по ним.  -навыками анализа петрофизичес- ких зависимостей, петрофизичес- ких моделей геологических объектов

## 4 Содержание дисциплины «Физика горных пород»

### 4.1 Содержание разделов и тем дисциплины

Таблица 2

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины
1	Цели и задачи «Физики горных пород» и её место в ряду естественных наук:	Место ФГП в системе наук о Земле. История развития и становления. Роль российских ученых в развитии ФГП. Связь ФГП с фундаментальными науками. <i>Место и роль ФГП при геофизических исследованиях:</i> Измерение параметров физических полей в реальных геологических средах, интерпретация результатов измерения и построение физических моделей изучаемой среды. Роль ФГП в процессе оптимизации геологоразведочных работ. Цели и задачи курса ФГП в учебном процессе подготовки горных инженеров.
2	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.). Объемно – компонентная модель породы. Основные порообразующие 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 ее строения. от сил сцепления между атомами, молекулами и от макроструктуры поликристаллических минералов. Зависимость минерального состава породы и ее строение от генезиса. Генезис как внутренний фактор породы, определяющий ее физические свойства. Тектурные и структурные особенности осадочных пород, вызывающие значительные изменения ее физических свойств (размер, форма, ориентация и однородность зерен породы, аморфность, слоистость, пористость и т.д.). Внешние факторы, воздействующие на породу и влияющие на ее 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.
3	Физические модели горной породы. Неоднородность горной породы как основное ее свойство.	Критерии неоднородности для различных способов и 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.
4	Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов	Классификация физических свойств горных пород и факторов, их определяющих. Плотностные, механические, упругие, электромагнитные, тепловые, акустические, радиационные, электрохимические, фильтрационные, ёмкостные свойства. Основные параметры, характеризующие эти свойства. Определение понятий и перечень физических свойств.
5	Фильтрационно – ёмкостные свойства горных пород.	Пористость – фундаментальное свойство горной породы, определяющее другие ее 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.
6	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.
7	Электрические свойства горных пород.	<p>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. Параметры пористости, относительного сопротивления и насыщения, пород и ОП. Удельное сопротивление пород как одно из основных физических свойств, несущие 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, естественная. Параметры электрохимической активности: вызванных потенциалов, диффузионной, диффузионно – адсорбционной, фильтрационной, окислительно – восстановительной. Физико – химические основы активности, способы измерения, связь с составом и другими физическими свойствами.</p> <p>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.</p>
8	Магнитные свойства горных пород.	<p>Магнитное поле в горных породах, его характеристики: напряженность и индукция. Магнитная восприимчивость как свойство породы. Диа -, пара -, ферро -, антиферромагнетизм минералов. Наиболее распространенные в природе магнитные минералы. Зависимость магнитных свойств пород от их состава и</p>

		<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- магнитная восприимчивость</li> <li>- остаточная намагниченность (вектор остаточной намагниченности)</li> <li>- магнитная проницаемость</li> </ul>
<b>9</b>	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	<p>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.</p>
<b>10</b>	Механические свойства горных пород.	<p>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</p>
<b>11</b>	Акустические свойства горных пород.	<p>Понятие об упругих колебаниях. Уравнение скорости распространения упругих колебаний в идеально упругих сплошных средах, зависимость скорости от минерального</p>

		<p>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. Сейсмoeлектрический и пьезoeлектрический эффект в горных породах. Определенность акустических свойств породы ее упругими характеристиками.</p>
12	Радиоактивные свойства горных пород.	<p>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 (<math>\alpha</math>-лучей, <math>\beta</math>-лучей, <math>\gamma</math>-лучей, нейтронов и др.). Сечение взаимодействия – мера взаимодействия радиоактивных излучений с веществами. Микросечение, макросечение взаимодействия. Типы взаимодействия потоков гамма – квантов с веществом и их информативность в области оценки литотипа породы и ее 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.)</p>
13	Нейтронные свойства горных пород.	<p>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</p>

		<p>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.</p>
14	<p>Петрофизическая информативность физических свойств горных пород. Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.</p>	<p>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 ГИС на основе петрофизических связей, определение подсчётных параметров. Петрофизическое районирование, выделение физико – геологических комплексов. Роль исследования физических свойств в решении прямой и обратной задачи геофизики</p>

#### 4.2 Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Таблица 3

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов и тем данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин (вписываются разработчиком)													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	«Разведочная геофизика»		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Геофизические исследования скважин				+		+	+	+	+	+				

3.	Основы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых	+									+	+	+		+	
4.	«Ядерная геофизика и радиометрия скважин»				+									+	+	
5.	Радиометрия и ядерная геофизика				+									+	+	
6.	«Электромагнитные и акустические исследования скважин»						+	+	+	+	+			+		
7.	Электроразведка	+	+	+	+			+	+	+	+			+		
8.	Магниторазведка	+	+	+	+											
9.	Гравиразведка	+	+	+	+			+								
10.	Сейсморазведка	+	+	+	+							+	+			
11.	Петрофизика»		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12.	«Физика пласта»		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
13.	«Интерпретация данных геофизических исследований скважин»	+	+		+	+	+	+				+	+	+	+	+
14.	Комплексная интерпретация геофизических данных				+			+	+	+	+	+	+	+	+	
15.	Моделирование в петрофизике	+	+	+	+	+	+	+								+
16.	Обоснование подсчётных параметров по данным геофизических исследований скважин	+	+					+								+
17.	«Геологическая интерпретация данных разведочной геофизики»		+			+		+					+	+	+	+
18.	«Геологическая интерпретация данных электроразведки»						+	+	+	+	+			+		

#### 4.3 Разделы (модули) и темы дисциплины и виды занятий

Таблица 4

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Лекции час.	Лаб. зан., час.	Семинары, час.	СРС, час.	Всего, час.	Интерактивные занятия
1	Цели и задачи дисциплины и её место в ряду естественных	1	-	-	2	3	



	наук						
2	Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.	2	8	-	6	16	2
3	Физические модели горной породы. Неоднородность горной породы как основное ее свойство.	1	4	-	4	9	2
4	Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов	1	2	-	6	9	2
5	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	1	2	-	8	11	2
6	Плотностные свойства горных пород.	1	8	-	4	13	-
7	Электрические свойства горных пород.	1	6	-	6	13	2
8	Магнитные свойства горных пород.	1	-	-	4	5	-
9	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	1	-	-	4	5	-
10	Механические свойства горных пород.	1	-	-	4	5	-
11	Акустические свойства горных пород.	1	-	-	4	5	-
12	Радиоактивные свойства горных пород.	1	-	-	4	5	-
13	Нейтронные свойства горных пород.	1	-	-	4	5	-
14	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.	1	-	-	3	4	2
<b>Всего:</b>		<b>15</b>	<b>30</b>	<b>-</b>	<b>63</b>	<b>108</b>	<b>12</b>

## 5 Перечень тем лекционных занятий

6 Таблица 5

№ раздела	№ п/п	Наименование лекции	Трудоемкос	Формируемые компе-	Методы преподавания
-----------	-------	---------------------	------------	--------------------	---------------------

1	2	3	ть (час.)	тенции	6
1-2	1	Введение. Цели и задачи «ФГП» и её место в ряду естественных наук	3	ОК-1, ОК-3, ОК-7, ПК-2, ПК-12, ПК-14, ПК-15	Вводная лекция
3-4	2	Горная порода как объект исследования ФГП.	2		Лекция-информация
5-6	3	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	2		Лекция-информация
6-7	4	Информативность электрических свойства в области структуры и состава горных пород.	2		Лекция-информация
8-9	5	Магнитные и теплофизические свойства горных пород, их петрофизическая информативность.	2		Лекция-информация
10-12	6	Механические, акустические свойства горных пород. Их петрофизическая информативность.	2		Проблемная лекция
13	7	Радиоактивные свойства горных пород.	1		Лекция-консультация
14	8	Взаимосвязь физических свойств горных пород. Роль исследования физических свойств в решении прямой и обратной задачи геофизики.	1		Лекция-консультация
Итого:			15		

## 6 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 6

№ п/п	№ раздела (тем) дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3		6	7
1	2	Введение в лабораторный практикум. Отбор керна и его подготовка к исследованиям	8	ОК-1, ОК-3, ОК-7, ПК-2, ПК-12, ПК-14, ПК-15	Лабораторное занятие, работа с печатными источниками.
2	3	Гранулометрический анализ горных пород . Оценка массовой глинистости	4		Лабораторное занятие.
3	4	Определение плотности образцов в различных состояниях (абсолютно-сухом, водонасыщенном, воздушно-	2		Лабораторное занятие. Работа с печатным

		сухом, керосинонасыщенном)			источником
4	5-6	Определение объёмной плотности горных пород методом гидростатического взвешивания. Методика Мелчера.	4		Лабораторное занятие.
4	6	Расчет общей пористости по данным метода Мелчера.	2		Работа с печатным источником и данными эксперимента
5	6	Определение открытой пористости методом насыщения. Методика Преображенского. Расчёт минералогической плотности.	4		Лабораторное занятие. Расчётная работа
6	4	Определение остаточного водонасыщения горных пород	2		Лабораторное занятие. Работа с печатными источниками.
7	7	Измерение электрической проводимости полностью и частично водонасыщенных пород. Построение зависимости параметров пористости от коэффициента пористости	4		Лабораторное занятие с применением ПК
Итого:			30		

## 7 Перечень тем для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п/п	№ раздела темы	Наименование темы	Трудоемкость (час.)	Виды контроля	Формируемые компетенции
1	2	3	4	5	6
1	1-7	Проработка теоретической и методической части лабораторных работ по курсу по учебно-методической литературе	24	Допуск к выполнению лабораторных работ. Устная защита. Тест.	ОК-1, ОК-3, ОК-7, ОПК-2, ПК-15, ПК-12, ПК-14
2	1-7	Подготовка к защите лабораторных работ	10	Отчет по лабораторной работе. Устная защита	
3	8-13	Изучение заданной преподавателем темы по учебно – методической	10	Проверка опорного конспекта в	

		литературе		процессе защиты лабораторной работы	
4	1-14	Подготовка к промежуточным аттестациям, изучение лекционного материала и учебно-методической литературы	7	Письменный опрос, электронное тестирование	
Итого:			63 час		

## 8 Примерная тематика курсовых проектов (работ).

Курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

### 8.1 Примерная тематика расчётно-графических работ.

Расчётно-графические работы учебным планом не предусмотрены.

## 9 Оценка результатов освоения учебной дисциплины

### 9.1 Распределение баллов по дисциплине

Таблица 8

	Текущий контроль			Промежуточная аттестация обучающихся (экзаменационная сессия)
	<b>Очная форма обучения и заочная с применением дистанционных технологий</b>	1-я текущая аттестация <b>0-20 баллов</b>	2-я текущая аттестация <b>0-40 баллов</b>	3-я текущая аттестация <b>0-40 баллов</b>
<b>100 баллов</b>			проводится <b>0-100 баллов</b> (для обучающихся, набравших менее <b>61 балла</b> по результатам текущего контроля, при этом баллы, набранные в течение учебного семестра)	

		аннулируются)
--	--	---------------

**Рейтинговая система оценки  
по курсу «Физика горных пород» для студентов 2 курса  
направления 21.05.03 Технология геологической разведки  
на 4 семестр**

Максимальное количество баллов за каждую текущую аттестацию

Таблица 9

1 срок предоставления результатов текущего контроля	2 срок предоставления результатов текущего контроля	3 срок предоставления результатов текущего контроля	Итого
0-20	0-40	0-40	0-100

**9.2 Виды контрольных мероприятий в ходе текущего контроля**

Таблица 10

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
<b>1-я аттестация</b>			
1	Отчёты по лабораторным работам № 1, 2	0-4	3-4
2	Защита лабораторных работ № 1, 2	0-4	5-7
3	Электронное тестирование по теме: «Факторы, определяющие физические свойства горных пород»	0-12	7
	<b>ИТОГО за первую текущую аттестацию</b>	<b>0-20</b>	
<b>2-я аттестация</b>			
4	Отчёты по лабораторным работам № 3,4, 5	0-9	8-11
5	Защита лабораторных работ № 3,4, 5	0-6	10-11
6	Электронное тестирование по теме: «ФЕС и плотностные свойства горных пород»	0-25	12
	<b>ИТОГО за вторую текущую аттестацию</b>	<b>0-40</b>	
<b>3-я аттестация</b>			
7	Отчёты по лабораторным работам № 6,7,	0-4	13-16
8	Защита лабораторных работ № 6, 7	0-6	14-17
9	Электронное тестирование по теме: «Характеристики основных физических свойств горных пород»	30	17
	<b>ИТОГО за третью текущую аттестацию</b>	<b>0-40</b>	

	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>	

## 10.2 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. ТИУ «Полнотекстовая БД» на платформе ЭБС ООО «Издательство ЛАНЬ»
2. Ресурсы научно-технической библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина
3. Internet. Поисковые системы Google, Яндекс.
4. Полнотекстовая база данных eLibrary.ru [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tsogu.ru/lib>
5. Электронно-библиотечная система ТИУ URL: <http://elib.tsogu.ru>

## 11 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Перечень оборудования, необходимого для успешного освоения образовательной программы

Наименование	Количество	Значение
Персональные компьютеры	Определяется возможностями аудитории для тестирования в системе объективизированного контроля успеваемости.  Для лабораторных работ- 1 ПК на группу из 2-х студентов	Использование ПК для тестирования во время контрольных мероприятий, для выполнения лабораторных работ
Мультимедийная аудитория	1	Лекционные занятия, выполнение виртуальных лабораторных работ
Петрофизическая лаборатория	1	Проведение лабораторных занятий
Система электронного тестирования	-	Проведение электронного тестирования
Программное обеспечение ПК,	На каждом ПК	Выполнение лабораторных работ,

включающее средства Microsoft Office (Excel, PowerPoint)		подготовка и оформление отчётов по лабораторным работам
--	--	--

## КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Учебная дисциплина Физика горных пород

Форма обучения: очная

Кафедра прикладная геофизика

2 курс 4семестр

Код, направление подготовки/ специальность 21.05.03. «Технология геологической разведки»

специализации: 1 - «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых»,

2 - «Геофизические методы исследования скважин»

### 1. Фактическая обеспеченность дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Учебная, учебно-методическая литература по рабочей программе	Название учебной и учебно-методической литературы, автор, издательство	Год издания	Вид издания	Вид занятия	Кол-во экземпляров в БИК	Количество обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Электронный вариант
Основная	<b>Гончаров, С. А.</b> Физика горных пород : физические явления и эффекты в практике горного производства : учебное пособие [Электронный ресурс] / С. А. Гончаров. - Москва : МИСИС, 2016. - Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/93655">https://e.lanbook.com/book/93655</a> .	2016	УП	Л	ЭР*	75	100	БИК	+
	Зеливянская, О. Е. Петрофизика [Электронный ресурс] : учебное пособие / Зеливянская О. Е. - Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 111 с. - Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/63124.html">http://www.iprbookshop.ru/63124.html</a> . - Книга находится в Премиум-версии ЭБС IPRbooks	2015	УП	Л	ЭР*	75	100	БИК	+
Дополнительная	<b>Добрынин, Валерий Макарович.</b> Петрофизика (Физика горных пород) [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальностям "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" и "Геофизические методы исследования скважин" направления подготовки дипломированных специалистов "Технологии геологической разведки" / В. М. Добрынин, Б. Ю. Вендельштейн, Д. А. Кожевников. - М. : "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с.	2004	У	Л	75	75	100	БИК	-



	<b>Физика горных пород</b> [Текст : Электронный ресурс] : методические указания к самостоятельным и контрольным работам по дисциплине " <b>Физика горных пород</b> " для студентов, обучающихся по направлению 650200 "Технология геологической разведки", 130102.65 "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых", для очной и заочной формы обучения / ТюмГНГУ ; сост. Л. А. Колесникова. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2015. - 29 с. - <b>Режим доступа:</b> <a href="http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2015/07/Kolesnikova.pdf">http://elib.tyuiu.ru/wp-content/uploads/2015/07/Kolesnikova.pdf</a>	2015	У		5+Неограниченный доступ	75	100	БИК	+
	<b>Физика горных пород</b> [Текст] : методические указания к лабораторным и самостоятельным работам для студентов направления подготовки 21.05.03 "Технология геологической разведки" специализации "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых", "Геофизические методы исследования скважин" очной и заочной форм обучения / сост. Л. А. Колесникова. - Тюмень : ТИУ, 2018. - 47 с.	2018	У	Л,ЛР	5+ЭР*	75	100	БИК	+

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ (С.К. Туренко)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Директор БИК \_\_\_\_\_ Д.Х. Каюкова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.