

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 17.05.2024 11:54:06  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт геологии и нефтегазодобычи  
Кафедра прикладной геофизики

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Председатель СПН

  
\_\_\_\_\_ А.Р.Курчиков  
«01» сентября 2017 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплина	<b>Петрофизика</b>
специальность	21.05.02. «Прикладная геология»
специализации	«Геология нефти и газа»
квалификация	Горный инженер-геолог
форма обучения	очная (5 лет) / заочная (6 лет)
курс	3 / 5
семестр	6 / 9

Аудиторные занятия- 51/14 час., в т.ч.:

лекции – 17/6 часов

практические занятия – не предусмотрены

лабораторные занятия – 34/8 часов

Самостоятельная работа – 57/94 часа, в т.ч.:

курсовая работа(проект) - не предусмотрена

расчётно-графические работы – не предусмотрено

контрольная работа – -/9

Занятия в интерактивной форме – 11 часов

Вид промежуточной аттестации:

экзамен – 6/9 семестр

Общая трудоемкость 108 часа, 3зач.ед.

Рабочая программа разработана в соответствии требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.02 –Прикладная геология, квалификация горный инженер (уровень специалитета), утвержденного Приказом № 548 Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.05.2016 г.

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры «Прикладная геофизика»

Протокол № 1 от «1» сентября 2017 г.

Заведующий кафедрой  С.К. Туренко

Согласовано:

Заведующий выпускающей кафедрой  А.Р. Курчиков

«1» сентября 2017 г.

**Рабочую программу разработал:**

Старший преподаватель кафедры ПГФ  
Колесникова Л.А. 

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1. Цель дисциплины

Дисциплина «Петрофизика» относится к вариативной части программы подготовки горных инженеров и имеет своей целью подготовку студентов к завершающему этапу формирования специалистов в области геологии нефти и газа. При изучении курса основное внимание сосредотачивается на методиках, технологиях исследований керна. А также на анализе взаимосвязей коллекторских свойств и нефтегазонасыщения с физическими свойствами пород-коллекторов разного вещественного состава, структуры и текстуры, а также на петрофизическом обеспечении интерпретации данных геофизических исследований скважин. Цель преподавания дисциплины в формировании 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.

### 1.2 Задачи дисциплины

- 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 типах петрофизических зависимостей, способах их получения и методах исследования;
- сформировать у студентов представления о применении петрофизических связей в процессе геологической интерпретации данных ГИС, в процессе комплексной интерпретации разведочной геофизики и ГИС;
- ознакомить студентов со способами, методами и аппаратурой для измерения петрофизических свойств. Развить навыки студентов в области лабораторных экспериментальных исследований;
- сформировать у студентов представления о теоретических основах процессов взаимодействия горных пород с физическими полями, о количественных параметрах, характеризующих эти процессы. Дать понятие о характере зависимости петрофизических свойств от термобарических условий залегания, от состава, структуры и текстуры пород;
- дать знания о петрофизических связях и их использовании для геологической интерпретации на стадии разведки, подсчета запасов и проектирования разработки.

### 1.3. Результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Петрофизика» студент должен знать:

- основные параметры фильтрационно-емкостных свойств горных пород: коэффициенты пористости, водонефтегазонасыщенности, проницаемости;
- физические и физико-химические основы взаимосвязей между фильтрационно-емкостными и плотностными, упругими, электромагнитными, радиоактивными, теплофизическими, нейтронными, акустическими свойствами горных пород;
- плотностные, магнитные, электрические, упругие, тепловые, ядерно-физические, нейтронные свойства горных пород;
- современные методы определения петрофизических свойств;
- классификации пород по физическим признакам;
- физические параметры, характеризующие дисперсность пород и их связь с фильтрационно-емкостными свойствами;
- о влиянии вещественного состава пород, их текстурно-структурных особенностей на физические свойства;
- знать методики построения петрофизических зависимостей;
- знать основы петрофизического моделирования петрофизических связей;

Студент должен уметь:

- видеть взаимосвязи между коллекторскими свойствами пород и их вещественным составом и текстурно-структурными особенностями;
- литологически идентифицировать породы по комплексу физических и фильтрационно-емкостных параметров;
- исследовать петрофизические зависимости, применяя физический, математический, статистический анализ;
- выполнять практические операции в ходе лабораторных измерений петрофизических параметров.

Студент должен демонстрировать способность и готовность:

- распознавать литологически однородные породы по комплексу петрофизических свойств;
- видеть петрофизическую информативность различных физических свойств горных пород (электрических, магнитных, упругих, акустических, радиоактивных, нейтронных, тепловых, электро-химических);
- строить петрофизические зависимости по имеющимся лабораторным данным моделирования петрофизических свойств;
- анализировать петрофизические зависимости и обосновывать их применение в геологической интерпретации на стадии разведки, подсчета запасов и проектирования разработки;
- дифференцировать горные породы по величине их петрофизических свойств;
- самостоятельно готовиться к лабораторным работам по определению петрофизических параметров и писать по ним отчеты.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина «Петрофизика» Б.1В.10 относится к вариативной части дисциплин.

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

Курс является основной для освоения обучающимися 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 «Петрофизика» в учебном процессе определяется ролью этой дисциплины как науки естествознания в горном деле и геофизических методах исследования земной коры.

### Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ПК-1, ПСК-3.4

Таблица 1

Номер/индекс компетенций	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны		
		знать	уметь	владеть
ПК-1	готовность использовать теоретические знания при выполнении производственных, технологических и инженерных исследований в соответствии со специализацией.	Теоретические основы организации и управления предприятием.	Находить организационно-управленческие решения.	Навыками исследований в области производственных, технологических и инженерных работ.
ПСК-3.4	способность выделять породы-коллекторы и флюидоупоры во вскрытых скважинами разрезах, на сейсмопрофилях, картировать природные резервуары и ловушки нефти и газа.	ГИС, методики проведения каротажных работ.	Выделять по комплексу породы-коллекторы на каротажных диаграммах.	Основными приборами, используемыми при геофизических исследованиях, владеть основами ГИС.

### 3. Содержание дисциплины «Петрофизика»

#### 3.1. Содержание разделов и тем дисциплины

№ раздела (темы) дисциплины	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины
1	Цели и задачи «Петрофизики» 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. <u>Место и роль Петрофизики при геофизических исследованиях:</u> Измерение параметров физических полей в реальных геологических средах, интерпретация результатов измерения и построение физических моделей изучаемой среды. Геологическая интерпретация и построение физико-геологической модели. Роль петрофизических данных в процессе построения моделей изучаемого объекта. 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, многокомпонентной, многофазной, термодинамической системы, представленной сочетанием минералов и образующей геологическое тело (пласт, конкрецию, линзу и т.д.). Объемно – 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 ее строения. от сил сцепления между атомами, молекулами и от макроструктуры поликристаллических минералов. Зависимость минерального состава породы и ее строения 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 ос-	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.)

	новное ее свойство.	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 – емкостные 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. Двойной электрический слой и его влияние на физические свойства 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.	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. 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 по-

		<p>роды 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 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>
9	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>
10	Механические свойства горных	<p>Напряжение и деформация в горных породах. Тензоры напряжений и деформаций. Упругие параметры физических тел: мо-</p>

	пород.	дули 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
11	Акустические свойства горных пород.	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 распространения упругих волн в горной породе. Сейсмoeлектрический и пьезoeлектрический эффект в горных породах. Определенность акустических свойств породы ее упругими характеристиками.
12	Радиоактивные 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 ( $\alpha$ -лучей, $\beta$ -лучей, $\gamma$ -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.)
13	Нейтронные свойства горных пород.	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.
14	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород. Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.	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

### 3.2. 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.	Подсчёт запасов и оценка ресурсов нефти и газа		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
2.	Геологическая интерпретация сейсмических данных	+	+				+			+	+				+

### 3.3. Разделы (модули) и темы дисциплины и виды занятий

Таблица 4

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Лекции, очн./заочн., час.	Практ. зан., час.	Лаб. зан., очн./заочн., час.	Семинары, час.	СРС, час.	Всего, час. очн./заочн.
1	Цели и задачи «Петрофизика» и её место в ряду естественных наук	1/0.5	-	-	-	2/3	3/3.5
2	Основные понятия физики горных пород. Горная порода как объект исследования петрофизики.	2/1	-	8/1	-	8/11	20/14
3	Физические модели горной породы. Неоднородность горной породы как основное ее свойство.	1/0.5	-	4/1	-	4/11	10/12.5
4	Основные свойства горных пород и их зависимость от внешних и внутренних факторов	2/0.5	-	3/1	-	6/11	13/12.5
5	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	1/0.5	-	2/1	-	8/10	13/11.5
6	Плотностные свойства горных пород.	1/0.5	-	11/3	-	2/10	16/13.5
7	Электрические свойства горных пород.	2/0.5	-	6/1	-	6/5	16/6.5
8	Магнитные свойства горных пород.	1/0.5	-	-	-	4/6	<b>5/6/5</b>
9	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	1/0.5	-	-	-	4/6	6/6.5
10	Механические свойства горных пород.	1/0.25	-	-	-	4/6	6/6.25
11	Акустические свойства горных пород.	1/0.25	-	-	-	2/6	4/6.25
12	Радиоактивные свойства гор-	1/0.5	-	-	-	2/6	4/6.25

	ных пород.						
13	Нейтронные свойства горных пород.	1/0.25	-	-	-	1/6	3/6.25
14	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.	1/0.25	-	-	-	1/8	3/8.25
<b>Всего:</b>		<b>17/6</b>	<b>-</b>	<b>34/8</b>	<b>-</b>	<b>57/94</b>	<b>108</b>

### 3.4. Перечень тем лекционных занятий

Таблица 5

№ раздела	№ п/п	Наименование лекции	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1-2	1	Введение. Цели и задачи «петрофизики» и её место в ряду естественных наук	1/0.5	ПК-1, ПСК-3.4	Вводная лекция
	2	Горная порода как объект исследования ФГП.	2/1		Лекция-информация
3	3	Физические модели горной породы. Неоднородность горной породы как основное ее свойство.	1/0.5		Лекция-информация
4	4	Базовые физические свойства горных пород. Классификация физических свойств горных пород и факторов, их определяющих.	2/0.5		Лекция-информация
5	5	Фильтрационно – емкостные свойства горных пород.	1/0.5		Лекция-информация
5	6	Основы гидро и газодинамики горных пород	1/0.5		Лекция-информация
6	7	Плотностные свойства горных пород.	2/0.5		Лекция-информация
	8	Пористость горных пород как основное свойство пород-коллекторов нефти и газа	1/0.5		Лекция-информация

7	9	Информативность электрических свойства в области структуры и состава горных пород.	1/0.5		Лекция-консультация
8	10	Магнитные свойства горных пород, их петрофизическая информативность.	1/0.25		Проблемная лекция
9	11	Теплофизические свойства. Тепловое поле Земли.	1/0.25		Лекция-информация
10	12	Механические свойства горных пород. Их петрофизическая информативность.	1/0.5		Проблемная лекция
11	13	Акустические свойства горных пород.	1/0.25		Лекция-информация
12	14	Радиоактивные свойства горных пород.	1/0.25		Лекция-информация
13	15	Нейтронные свойства горных пород.	1/0.5		Лекция-информация
14	16	Петрофизическая информативность нейтронных свойств горных пород.	2/1		Лекция-информация
	17	Взаимосвязь физических свойств горных пород. Роль исследования физических свойств в решении прямой и обратной задачи геофизики.	1/0.5		Лекция-консультация
Итого:			34/8		

### 3.5. 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	8/1	ПК-1, ПСК-3.4	Лекция, работа с печатными источниками.
2	3	Гранулометрический анализ горных пород . Оценка массовой глинистости	4/1		Практическая работа.
3	4	Определение плотности образцов в различных состояниях (абсолютно-сухом, водонасыщенном, воздушно-сухом, керосинонасыщенном)	3/1		Практическая работа. Работа с печатным источником
4	5-6	Определение объёмной плотности горных пород методом гидростатического взвешивания. Методика Мелчера.	2/1		Практическая работа.
4	6	Расчет общей пористости по данным метода Мелчера.	11/3		Работа с печатным источником и данными эксперимента
5	6	Определение открытой пористости методом насыщения. Методика Преображенского. Расчёт минералогической плотности.	6/1		Практическая работа.
6	4	Определение остаточного водонасыщения горных пород	8/1		Практическая работа, работа с печатными источниками.
7	7	Измерение электрической проводимости полностью и частично водонасыщенных пород. Построение зависимости параметров пористости от коэффициента пористости	4/1	Практическая работа, работа с Печатными источниками	
Итого:			34/8		

### 3.6. Перечень тем для самостоятельной работы

Таблица 7

№ п/п	№ раздела	Наименование темы	Трудоемкость	Виды контроля	Формируемые компетенции
-------	-----------	-------------------	--------------	---------------	-------------------------

	темы		(час.)		
1	2	3	4	5	6
1	1-7	Проработка теоретической и методической части лабораторных работ по курсу.	17/30	Допуск к выполнению лабораторных работ.	ПК-1, ПСК-3.4
2	1-7	Подготовка к защите лабораторных работ	10/15	Отчет по лабораторной работе.	
3	8-13	Изучение заданной преподавателем темы по учебно – методической литературе	15/24	Проверка опорного конспекта в процессе защиты лабораторной работы	
4	1-14	Подготовка к промежуточным аттестациям, изучение лекционного материала.	15/25	Письменный опрос, тестирование в системе ЭДУ-КОН.	
Итого:			57/94		

### 3.7. Перечень тем для самостоятельного изучения (для заочной формы обучения).

- 1.Плотностные свойства горных пород. Параметры их определяющие. Виды пористости. Количественные параметры пористости. Изменение плотностных свойств пород в зависимости от генезиса.
- 2.Горная порода как гетерогенная, многофазная, многокомпонентная термодинамическая система.
- 3.Влияние внутренних и внешних факторов на физические свойства горных пород.
- 4.Влияние физически и химически связанной воды горной породы на ее физические параметры.
- 5.Многообразие электрических свойств горных пород.
- 6.Радиоактивные свойства горных пород, факторы их определяющие
- 7.Электрохимическая активность горных пород. Факторы ее определяющие. Параметры электрохимической активности.

- 8.Связь между механическими и акустическими свойствами горных пород.
- 9.Нейтронные свойства водоносных, нефтеносных и газоносных коллекторов.
- 10.Удельное электрическое сопротивление горных пород – одно из основных свойств горной породы, несущее информацию о ее структуре и составе.

Методические указания к контрольным работам приводятся в приложении к данной программе. В них разработаны конкретные задания по вышеприведенным темам.

#### 4. Оценка результатов освоения учебной дисциплины.

##### 4.1. Рейтинговая оценка знаний студентов

Успеваемость студентов оценивается по накопительной системе.

Максимальное количество баллов за каждую текущую аттестацию

1-ый срок предоставления результатов текущего контроля	2-ой срок предоставления результатов текущего контроля	3-ой срок предоставления результатов текущего контроля	Итоговый контроль	Поощрения	Итого
15	35	50	40	10	100

#### Виды контрольных мероприятий в ходе текущего контроля

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недели
<b>1-я аттестация</b>			
1	Отчёты по лабораторным работам № 1, 2	0-3	3-4
2	Защита лабораторных работ № 1, 2	0-2	5-7
3	Тест в системе «Эдукон» по теме: «Факторы, определяющие физические свойства горных пород»	0-10	7
	ИТОГО за разделы № 1-5	<b>0-15</b>	
<b>2-я аттестация</b>			
4	Отчёты по лабораторным работам № 3,4, 5	0-5	8-11
5	Защита лабораторных работ № 3,4, 5	0-5	10-11
6	Тест в системе «Эдукон» по теме: «ФЕС и плотностные свойства горных пород»	0-10	12
	ИТОГО за разделы № 6-9	<b>0-20</b>	
<b>3-я аттестация</b>			
7	Отчёты по лабораторным работам № 6,7,	0-3	13-16
8	Защита лабораторных работ № 6, 7	0-2	14-17

9	Тест в системе «Эдукон» по теме: «Характеристики основных физических свойств горных пород»	10	17
	ИТОГО за разделы № 10-14	<b>0-15</b>	
	<b>Итоговый контроль</b>		
10	Тест в системе «Эдукон» : «Итоговый»	<b>0-40</b>	Летняя сессия
11	Участие в олимпиадах, в НИР и др. (поощрения)	<b>0-10</b>	
	<b>ВСЕГО</b>	<b>100</b>	

#### 4.2. Перечень тем контрольных работ (для заочной формы обучения)

1. Фильтрационно-емкостные свойства горных пород. Связь с микро- и макростроением пород.
2. Пористость пород и ее виды. Влияние микро- и макростроения на величину коэффициентов пористости. Связь между коэффициентами пористости.
3. Динамическая и эффективная пористость и их значение для характеристики граничных значений фильтрационно-емкостных параметров.
4. Поры и поровые каналы, классификация пор по размерам. Обоснование определения размеров пор по кривым капиллярного давления.
5. Типы горных пород по структуре порового пространства, способы их выделения.
6. Модель пористой проницаемой среды как системы капилляров. Уравнение Козени-Кармана, его сущность. Как можно использовать зависимости, из него вытекающие.
7. Остаточная нефтенасыщенность. Способы ее определения и моделирования.
8. Абсолютная, фазовая и относительная проницаемость горных пород, их связь с эффективной и динамической пористостью.
9. Факторы, влияющие на проницаемость горных пород.
10. Плотность горных пород. Модель плотности многокомпонентной горной породы.
11. Удельная поверхность горных пород, ее связь с ФЕС и влияние на содержание остаточной воды в коллекторах нефти и газа.
12. Лабораторные методы определения карбонатности.
13. Нейтронные характеристики песчано-глинистых пород и их петрофизическая информативность.
14. Использование результатов исследования керна и петрофизических моделей для петрофизического обеспечения интерпретации ГИС,
15. Радиоактивные свойства коллекторов нефти и газа.
16. Удельное электрическое сопротивление породы как основное свойство пород, характеризующее их состав и структуру.
17. Петрофизическая информативность акустических свойств.

## 10. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 10.1 Карта обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

#### КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ УЧЕБНОЙ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРОЙ

Учебная дисциплина\_\_Петрофизика

Кафедра\_\_прикладная геофизика\_\_\_\_\_

Код, специальность 21.05.02 Прикладная геология

специализации: геология нефти и газа

Форма обучения:

очная: 3 курс 6 семестр

заочная: 5 курс 9 семестр

#### 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 занятий	Кол-во экземпляров в БИК	Количество обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Электронный вариант
Основная	Петрофизика: теория и практика изучения коллекторских свойств горных пород и движения пластовых флюидов =Petrophysics: Theory and Practice of Measuring Reservoir Rock and fluid Transport Properties : пер. с англ. / Д. Тиаб, Э. Ч. Доналдсон ; ред. В. И. Петерсилье, Г. А. Былевский. - М. : Премиум Инжиниринг, 2009. - 868 с.	2009	У	Л	58	75	78	БИК	
Дополнительная	Петрофизика (Физика горных пород) Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А.- М.: «Нефть и газ», РГУ им. И.М Губкина. РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с.	2004	У	Л,ПР	98	75	100	БИК	+
	.Физика нефтяного и газового пласта: учебник / А. Х. Мираджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. – Ижевск, институт компьютерных исследований., 2005. - 270 с.	2005	У	Л,ПР	51	75	68	БИК	+
	Задачник по разрушению горных пород: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Физические процессы горного или	2008	У	Л,ПР	10	50	20	БИК	

	нефтегазового производства" направления подготовки "Горное дело" / Г. Г. Каркашадзе. - М. : Изд-во Московского гос. горного ун-та. 2008. - 165 с. - (Горное образование).								
	Физика твердого тела: методические указания для практических занятий и самостоятельной работы студентов всех форм обучения специальности 200102 "Приборы, методы контроля качеств и диагностики" / Б. В. Федоров, Д. Ф. Нерадовский ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ.	2010	У	ПР	20	50	40	БИК	
	Руководство к лабораторным работам по курсу "Петрофизика" под. Ред. Дахнова В.Н. М., Недра.1982.-213с.	1982	У	ПР	65	75	92	БИК	+
	Определение физических свойств нефтесодержащих пород [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям направления подготовки дипломированных специалистов 130500 "Нефтегазовое дело" и специальности "Геофизические методы исследований скважин" / Н. С. Гудок, Н. Н. Богданович, В. Г. Мартынов. - М. : Недра, 2007. - 592 с.	2007	У	ПР	3	50	6	БИК	

Зав. кафедрой  (С.К. Туренко)  
«1» сентября 2017\_г.

Директор БИК \_\_\_\_\_

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

Internet. Поисковые системы Google, Яндекс.

### 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.	Использование ПК для тестирования во время контрольных мероприятий
Мультимедийная аудитория	1	Лекционные занятия, выполнение виртуальных лабораторных работ
Петрофизическая лаборатория	1	Проведение лабораторных занятий