

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 11.04.2024 12:09:19  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400a1

**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**

И. о. заведующего  
кафедрой ГНГ

\_\_\_\_\_ М.Д. Заватский  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины: Петрофизика

специальность: 21.05.02 Прикладная геология

специализация: Геология месторождений нефти и газа

форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании кафедры ГНГ

Протокол № от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г.

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

1. Цель дисциплины:- получение студентами знаний о физических свойствах горных пород нефтегазоносных отложений, их взаимосвязи и проявлениях этих свойств пород в физических полях, применяемых при проведении геофизических исследований.

### 2. Задачи:

- 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.

В результате изучения дисциплины, обучающиеся должны научиться анализировать взаимосвязи петрофизических характеристик пород и соответствующих зависимостей друг с другом и связи их с геологическими характеристиками пород и т.п.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 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)	Код и наименование результата обучения по дисциплине)
ПКС-6. Способен оценивать эффективность инновационных решений и анализировать возможные риски при их реализации	ПКС-6.1 Определяет на профессиональном уровне эффективность инновационных решений и технические средства для повышения эффективности нефтегазодобычи	Знать: (З1) физические основы петрофизических характеристик горных пород и минералов, Уметь (У1) формулировать цели исследований и оценивать достоверность и информативность петрофизических исследований
	ПКС-6.2 Разрабатывает планы мероприятий по внедрению инновационных технологий	Уметь:(У2) планировать проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, опти-

		мального комплекса и объема исследований Владеть: (В2) достижениями современной науки и техники в области петрофизических исследований
	ПКС-6.3 Интерпретирует и анализирует результаты инновационных решений	Уметь: (У3) анализировать и осмысливать полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта Владеть: (В3) методами интерпретации всего комплекса исследуемых литолого-петрофизических свойств и характеристик пород, их взаимосвязи

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 часов.

Таблица 4.1.

Форма обучения	Курс/ семестр	Аудиторные занятия/контактная работа, час.			Контроль	Самостоятельная работа, час.	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия			
очная	3/5	18	-	34	36	20	экзамен
заочная	3 курс, летняя сессия	4		6	9	89	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	Объекты исследований в петрофизике. Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
2	2	Пористость и насыщенность горных пород	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
3	3	Плотность и проницаемость горных пород	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
4	4	Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород. Параметры удельного электрического сопротивления: $R$ , $R_p$ , $R_n$ , зависимости их от ФЭС, влияние поверхностной проводимости	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
5	5	Диффузионно-адсорбционная и фильтрационная активность горных пород.	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
6	6	Естественная гамма-активность	2	-	4	2	8	ПКС-6.1	тест

		горных пород, связь её с минеральным и компонентным составом пород. Нейтронные параметры горных пород, связь их с водородосодержание, содержанием хлора и бора. Геологическая информативность нейтронных параметров.						ПКС-6.2 ПКС-6.3	
7	7	Упругие свойства горных пород.	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест, вопросы для устного опроса
8	8	Магнитные и тепловые свойства горных пород	2	-	4	2	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	Тест, вопросы для устного опроса
9	9	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород. Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.	2	-	2	4	8	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	Тест, вопросы для устного опроса
10		Экзамен	-	-	-	36	36		вопросы для экзамена
Итого:			18		34	56	108		

– заочная форма обучения (ЗФО)

Таблица 5.1.2

№ 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	Объекты исследований в петрофизике. Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород	0,5	-	1	9	10,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
2	2	Пористость и насыщенность горных пород	0,5	-	1	10	11,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
3	3	Плотность и проницаемость горных пород	0,5	-	1	10	11,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
4	4	Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород. Параметры удельного электрического сопротивления: $R$ , $R_p$ , $R_n$ , зависимости их от ФЕС, влияние поверхностной проводимости	0,5	-	1	10	11,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
5	5	Диффузионно-адсорбционная и фильтрационная активность горных пород.	0,5	-	1	10	11,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест
6	6	Естественная гамма-активность горных пород, связь её с минеральным и компонентным	0,5	-	1	10	11,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест

		составом пород. Нейтронные параметры горных пород, связь их с водородосодержание, содержанием хлора и бора. Геологическая информативность нейтронных параметров.							
7	7	Упругие свойства горных пород.	0,25	-	-	10	10,25	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест, вопросы для устного опроса
8	8	Магнитные и тепловые свойства горных пород	0,25	-	-	10	10,25	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест, вопросы для устного опроса
9	9	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород. Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики.	0,5	-	-	10	10,5	ПКС-6.1 ПКС-6.2 ПКС-6.3	тест, вопросы для устного опроса
10		Экзамен	-	-	-	9	9		вопросы для экзамена
Итого:			4		6	98	108		

## 5.2. Содержание дисциплины.

### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

#### Раздел 1. Объекты исследований в петрофизике. Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород:

Горные породы: магматические, метаморфические, осадочные (терригенные, карбонатные); породообразующая, цементная и поровая компоненты горных пород, их минеральный состав.

Минеральная, фазовая, компонентная и структурная неоднородности горных пород; неоднородность массивов (пластов), геологических разрезов; причины ее возникновения и развития. Критерии неоднородности образцов пород.

Терригенные породы. Породообразующая компонента - «скелет» породы – её состав и характеристика составляющих минералов и обломков пород. Цементная компонента; типы цемента по составу и структуре; состав и свойства минералов «цемента». Гранулометрическая неоднородность твердой фазы, отсортированность, средний диаметр зерен, глинистость.

Глинистость, методы её определения, коэффициенты глинистости; удельная поверхность, емкость катионного обмена, методы их определения.

Карбонатные породы. Минеральный состав породообразующей компоненты, характеристика карбонатных минералов, нерастворимый остаток

#### Раздел 2. Пористость и насыщенность горных пород:

Пористость горных пород (поры, трещины, каверны, их происхождение). Коэффициенты пористости, связь со структурой и составом твердой фазы. Способы определения коэффициентов пористости. Структура порового (пустотного) пространства пород, способы её изучения и отображения. Порометрия, распределение пор по размерам. Влияние давления и температуры на пористость пород. Изменение пористости пород с глубиной.

Водонасыщенность пород. Типы вод, выделяемых в горных породах: химически связанная (кристаллизационная и конституционная), физически связанная, капиллярно связанная (менисковая, углов пор, осмотическая и пр.), остаточная и гравитационно –

подвижная воды. Влияние химически и физически связанной воды на физические свойства пород. Смачиваемость поверхности твердой фазы пород.

Двойной электрический слой на границе твердой и жидкой фаз породы, его образование строение и влияние на свойства физически связанной воды и пород.

Поровые флюиды: вода, нефть, газ. Коэффициенты водо-, нефте- и газонасыщенности пород, способы их определения на образцах пород. Обобщенная зависимость изменения водо-, нефте- и газонасыщенности по высоте нефтегазовой залежи. Влияние водонасыщенности на физические свойства пород. Остаточная нефтенасыщенность. Коэффициенты эффективной и динамической пористости, их практическое значение.

### **Раздел 3. Плотность и проницаемость горных пород:**

Обобщенная модель плотности пород; плотность минеральная (скелета и цемента породы), плотность объемная сухих и водо- (нефте-)насыщенных пород. Плотность основных минералов породообразующей цементной и поровой компонент породы, Зависимость её от вида связи и структуры кристаллической решетки минералов. Соотношения плотности магматических, метаморфических и осадочных пород. Связь плотности с пористостью и другими свойствами пород. Характер изменения плотности пористых образований с глубиной. Способы определения плотности пород на образцах.

Виды проницаемости: абсолютная, фазовая и относительная. Законы Дарси и Пуазейля, уравнение Козени-Кармана. Зависимости коэффициентов проницаемости от структуры порового пространства и характера насыщенности пород. Кривые относительной фазовой проницаемости их практическое применение. Влияние температуры и давления на проницаемость пород. Способы определения коэффициентов проницаемости при нормальных условиях и при высоких давлениях и температурах.

Взаимосвязь фильтрационно емкостных свойств пород между собой. Классификация пород по емкостным и фильтрационным свойствам (по А.А. Ханину).

### **Раздел 4. Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород:**

Удельное электрическое сопротивление (УЭС) и электропроводность, основных компонент породы. Классификация минералов по величине удельного сопротивления. Петрофизические модели УЭС пород, зависимость его от текстуры. Уравнение Арчи-Дахнова:  $R_p = f(K_p)$ ; обобщенное представление и практическое значение его. Удельное сопротивление нефтегазоносных водонасыщенных пород; параметры относительного сопротивления (Р) и насыщенности (Рн). Способы получения и значение зависимостей  $R_n = f(K_{vo})$  и  $R_n = f(K_v)$ . Удельное сопротивление остаточной воды и ее зависимость от минерализации насыщающей воды и коллекторских свойств породы. Параметр поверхностей проводимости и его зависимость от дисперсности пород состава и минерализации поровых вод.

УЭС анизотропных пород. Коэффициент электрической анизотропии. Связь удельного сопротивления с проницаемостью и плотностью пород. Влияние температуры и давления на зависимости параметров УЭС от пористости и водонасыщенности пород. Примеры их для месторождений Западной Сибири. Способы измерения УЭС образцов пород.

### **Раздел 5. Диффузионно-адсорбционная и фильтрационная активность горных пород:**

Физическая природа электрической поляризации на контакте двух растворов разной концентрации солей. Диффузионные потенциалы. Уравнения диффузионных потенциалов для простых и сложных растворов солей (Нернста и Гендерсона). Коэффициент диффузионной Э.Д.С. Особенности физической природы электрической поляризации пород на контакте двух растворов разной концентрации солей. Диффузионно-адсорбционные потенциалы. Диффузионно – адсорбционная активность пород (Ада), роль её в формировании потенциалов самопроизвольной поляризации в скважине. Влияние степени заполнения пор остаточной (физически связанной) водой на Ада – влияние дисперсности породы и типа глинистого цемента. Вывод уравнения Еда на границе порода-раствор с использованием уравнения Нернста. Связь Ада пород со степенью дисперсности и коллекторскими свойствами. Способы определения диффузионно-адсорбционной активности пород в лаборатории. Фильтрационные и окислительно – восстановительные потенциалы в горных породах.

Виды электрической поляризации пород: дипольная, индукционная, ориентационная поляризации атомов и молекул, концентрационная и окислительно – восстановительная поляризация пород и руд. Коэффициент вызванной поляризации, вызванная электрохимическая активность горных пород, способы изучения. Геологическая информативность вызванной электрохимической активности горных пород.

**Раздел 6. Естественная гамма-активность горных пород. Нейтронные параметры горных пород:**

Естественная гамма-активность горных пород; энергетический спектр  $\gamma$ -излучения пород и его значение для определения радиоактивных элементов и минералов в породах. Основы гамма-спектрометрии пород. Радиоактивность магматических и метаморфических пород. Геохимия радиоактивных элементов, радиоактивность осадочных пород. Связь гамма-активности с другими петрофизическими характеристиками. Определение радиоактивности пород в лаборатории. Значение изучения радиоактивности пород для прикладной геофизики.

Естественная гамма-активность горных пород; энергетический спектр  $\gamma$ -излучения пород и его значение для определения радиоактивных элементов и минералов в породах. Основы гамма-спектрометрии пород. Радиоактивность магматических и метаморфических пород. Геохимия радиоактивных элементов, радиоактивность осадочных пород. Связь гамма-активности с другими петрофизическими характеристиками. Определение радиоактивности пород в лаборатории. Значение изучения радиоактивности пород для прикладной геофизики.

**Раздел 7. Упругие свойства горных пород:**

Понятие об упругих колебаниях. Зависимость скорости от минерального состава, плотности, пористости и характера насыщения пород. Результаты экспериментального изучения зависимости скорости распространения упругих колебаний от давления и температуры. Классификация числовых значений упругих свойств пород и способы их лабораторного определения. Поглощение упругих волн в горных породах. Коэффициенты поглощения и декремент затухания объемных упругих волн; их зависимость от вещественного состава, структуры, температуры, давления, частоты колебаний по теоретическим и экспериментальным данным. Величины коэффициентов поглощения основных типов и групп пород. Значение этих показателей для прикладной геофизики. Уравнение среднего времени и другие уравнения зависимости интервального времени от пористости пород.

**Раздел 8. Магнитные и тепловые свойства горных пород:**

Основные понятия о магнитных свойствах пород, практическая значимость и ограничения информативности магнитных свойств осадочных горных пород.

Основные понятия о тепловых свойствах пород практическая значимость и ограничения информативности тепловых свойств осадочных горных пород.

**Раздел 9. 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 подсчетных параметров. Петрофизическое районирование, выделение физико – геологических комплексов. Роль исследования физических свойств в решении прямой и обратной задачи геофизики

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	0,5	-	Объекты исследований в петрофизике. Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород
2	2	2	0,5	-	Пористость и насыщенность горных пород

3	3	2	0,5	-	Плотность и проницаемость горных пород
4	4	2	0,5	-	Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород. Параметры удельного электрического сопротивления: $R$ , $R_p$ , $R_n$ , зависимости их от ФЕС, влияние поверхностной проводимости
5	5	2	0,5	-	Диффузионно-адсорбционная и фильтрационная активность горных пород.
6	6	2	0,5	-	Естественная гамма-активность горных пород, связь её с минеральным и компонентным составом пород. Нейтронные параметры горных пород, связь их с водородосодержанием, содержанием хлора и бора. Геологическая информативность нейтронных параметров.
7	7	2	0,25	-	Упругие свойства горных пород.
8	8	2	0,25	-	Магнитные и тепловые свойства горных пород
9	9	2	0,5	-	Петрофизическая информативность физических свойств горных пород. Применение данных физики горных пород в области прикладной геофизики
Итого:		18	4	-	

**Практические занятия**—практические занятия учебным планом не предусмотрены

### Лабораторные работы

Таблица 5.2.2

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Наименование лабораторной работы
		ОФО	ЗФО	ОЗФО	
1	1	4	1	-	Порядок отбора керна и методика подготовки образцов проб к измерениям
2	1	4	1	-	Гранулометрический анализ горных пород, построение гистограммы распределений фракций
3	2	4	1	-	Определение коэффициента открытой пористости и плотности водонасыщенных пористых пород.
4	2	4	1	-	Определение коэффициента остаточной водонасыщенности методом центрифугирования
5	3	4	1	-	Определение абсолютной и эффективной проницаемости пород, принципы измерения фазовой проницаемости
6	4	4	1	-	Определение удельного электрического сопротивления воды, насыщающей породу.
7	4	4	-	-	Определение удельного электрического сопротивления полностью и частично водонасыщенных пористых горных пород
8	5	4	-	-	Определение диффузионно-адсорбционной активности
9	6	2	-	-	Основы измерения естественной радиоактивности
Итого:		<b>34</b>	6	-	

### Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.3

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, час.			Тема	Вид СРС
		ОФО	ЗФО	ОФО		
1	1-9	10	22	-	Объекты исследований в петрофизике. Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород -	ведение конспекта лекций
2	1,2,3,4,5,6	10	22	-	Пористость и насыщенность горных пород	подготовка и оформление отчетов к лабораторным работам
3	1-9	10	22	-	Плотность и проницаемость	работа с лекционным

					горных пород	материалом, поиск и анализ дополнительных источников информации по тематике лекций
4	1-9	10	23	-	Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород. Параметры удельного электрического сопротивления: $\rho$ , $\rho_p$ , $\rho_n$ , зависимости их от ФЕС, влияние поверхностной проводимости	подготовка к текущим аттестациям, зачету
Итого:		20	89	-		

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

технология модульного обучения; информационные технологии.

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

Курсовые работы/проекты учебным планом не предусмотрены

## 7. Контрольные работы

7.1. Методические указания для выполнения контрольных работ. Теоретический вопрос по дисциплине. Раскрыть содержание данного вопроса в соответствии с предложенной темой. Практическое задание. Проанализировать предложенные темы, определить проблему исследования, выделить цели, задачи, объект и предмет. Подготовка контрольной работы направлена на развитие и закрепление навыков самостоятельного глубокого, творческого и всестороннего анализа научной, методической и другой литературы по актуальным проблемам дисциплины; на выработку навыков и умений грамотно и убедительно излагать материал, четко формулировать теоретические обобщения, выводы и практические рекомендации. Контрольные работы должны отвечать высоким квалификационным требованиям в отношении научности содержания и оформления. Объем может быть от 10 до 15 страниц (список литературы и приложения в объем не входят). Текстовая часть работы состоит из введения, основной части и заключения. Во введении кратко обосновывается актуальность избранной темы, раскрывает конкретные цели и задачи, которые собирается решить в ходе своего небольшого исследования. В основной части подробно раскрывается содержание вопроса (вопросов) темы. В заключении кратко должны быть сформулированы полученные результаты исследования и даны выводы. Кроме того, заключение может включать предложения автора, в том числе и по дальнейшему изучению заинтересовавшей его проблемы. В список литературы (источников и литературы) включаются только те документы, которые использовались при выполнении контрольной работы.

7.2 Тематика контрольных работ.

1. Вещественная, структурная и фазовая неоднородность горных пород. Основные параметры, характеризующие эти виды неоднородности.

2. Объемно-компонентная модель горной породы. Краткая минерало-петрографическая характеристика пород. Микростроение пород как один из основных определяющих ее признаков и фактор влияния на физические свойства.

3. Методы изучения состава и структуры твердой фазы горных пород по керну.

4 Параметры дисперсности твердой фазы горных пород: коэффициент глинистости, удельной поверхности. Методы определения и связь с фильтрационно-емкостными свойствами.

5. Гранулометрический состав горных пород, методы изучения, основные характеристики и классификация пород по результатам изучения.

6. Глинистость горных пород, методы ее определения и выражения, влияние на фильтрационно-емкостные свойства.

7. Удельная поверхность и извилистость поровых каналов. Факторы, обуславливающие их изменения, связь с фильтрационно-емкостными свойствами. Формула Козени-Кармана.

8. Структура порового пространства, факторы ее определяющие, связь с пористостью и проницаемостью, методы изучения по керну.

9. Структурные элементы порового пространства и типы пористости. Связь пористости со структурой и составом твердой фазы горных пород.

10. Пористость, ее виды, способы количественной оценки и методы лабораторного определения.

11. Пористость осадочных, магматических, метаморфических пород. Основные закономерности изменения, факторы, определяющие эти изменения.

12. Плотность осадочных пород, факторы, на нее влияющие. Лабораторные способы определения.

13. Плотность горных пород, ее связь со структурой и составом для различных типов пород по генезису. Зависимость от термобарических условий и глубины залегания пород.

14. Проницаемость горных пород и факторы, ее определяющие.

15. Проницаемость пород, ее виды: абсолютная, фазовая, относительная; параметры измерения. Зависимость от термобарических условий залегания пород. Способы определения в лаборатории.

## 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		
	Выполнение и защита отчетов по 1 лабораторной работе	10
	Тестирование	10
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	20
2 текущая аттестация		
	Выполнение и защита отчетов по 2-4 лабораторной работе	20
	Тестирование	10
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	30
3 текущая аттестация		
	Выполнение и защита отчетов по 5-6 лабораторной работе	20
	Устный опрос	10
	Тестирование	20
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	50

### Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

- 9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ <http://elib.tyuiu.ru/>
- Научно-техническая библиотеки ФГБОУ ВО РГУ Нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина <http://elib.gubkin.ru/>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ <http://bibl.rusoil.net>
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО «Ухтинский государственный технический университет» <http://lib.ugtu.net/books>
- База данных Консультант «Электронная библиотека технического ВУЗа»
- Электронно-библиотечная система IPRbooksc ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа» <http://www.iprbookshop.ru/>
- ООО «Издательство ЛАНЬ» <http://e.lanbook.com>
- ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)
- Электронно-библиотечная система elibrary с ООО «РУНЭБ» <http://elibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система BOOK.ru <https://www.book.ru>

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

Microsoft Windows

Microsoft Office Professional Plus

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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

Таблица 10.1

№ п/п	Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин, 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	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
1	Петрофизика	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:	625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, ауд. 515

		<p>столы, стулья, доска магнитная. Компьютер в комплекте-1 шт., проектор - 1 шт., микрофон -1 шт., экран- 1 шт.</p>	
		<p>Лабораторные 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. Коллекция минералов. Коллекция керна.</p>	<p>625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 56, ауд. 229</p>

## **11. Методические указания по организации СРС**

### **11.1. Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям.**

Лабораторные занятия проводятся с целью углубленного освоения материала лекций, выработки навыков в решении практических задач и производстве необходимых расчетов. Главным содержанием лабораторных занятий является активная работа каждого студента.

В процессе освоения дисциплины обучающиеся должны не только посещать лекционные и лабораторные аудиторские занятия, но и самостоятельно изучать специальную литературу.

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.).

### **11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.**

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

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающихся к практическим занятиям и итоговой аттестации по курсу. Внеаудиторная СР - 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.

Предметно и содержательно СР определяется государственным образовательным стандартом, действующим учебным планом и рабочей программой дисциплины.

К средствам обеспечения СР 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 обучающимися учебного материала;

- умения обучающегося использовать теоретические знания при выполнении творческих заданий;
- сформированность соответствующих компетенций;
- обоснованность и четкость изложения ответов;
- оформление материала в соответствии с требованиями.

## Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина Петрофизика

Специальность 21.05.02 Прикладная геология

Специализация Геология месторождений нефти и газа

Код компетенции	Код, наименование ИДК	Код и наименование результата обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
			1-2	3	4	5
ПКС-6. Способен оценивать эффективность инновационных решений и анализировать возможные риски при их реализации	ПКС-6.1 Определяет на профессиональном уровне эффективность инновационных решений и технические средства для повышения эффективности нефтегазодобычи	Знать: (З1) физические основы петрофизических характеристик горных пород и минералов	отсутствуют знания физических основ петрофизических характеристик горных пород и минералов	удовлетворительно знает физические основы петрофизических характеристик горных пород и минералов	демонстрирует знания, но допускает отдельные пробелы в знании физических основ петрофизических характеристик горных пород и минералов	демонстрирует свободное и уверенное знание физических основ петрофизических характеристик горных пород и минералов
		Уметь (У1) формулировать цели исследований и оценивать достоверность и информативность петрофизических исследований	не способен сформулировать цели исследований и оценить достоверность и информативность петрофизических исследований	Способен удовлетворительно сформулировать цели исследований и оценить достоверность и информативность петрофизических исследований	способен сформулировать цели исследований и оценить достоверность и информативность петрофизических исследований	демонстрирует свободное и уверенное умение формулировать цели исследований и оценивать достоверность и информативность петрофизических исследований
	ПКС-6.2 Разрабатывает планы мероприятий по внедрению инновационных технологий	Уметь: (У2) планировать проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, оптимального комплекса и объема исследований	не способен планировать проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, оптимального комплекса и объема исследований	удовлетворительно планирует проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, оптимального комплекса и объема исследований	планирует проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, оптимального комплекса и объема исследований	свободно и уверенно планирует проведение петрофизических исследований, включая планирование отбора керна, оптимального комплекса и объема исследований
		Владеть: (В2) достижениями современной науки и техники в области петрофизических исследований	не анализирует достижения современной науки и техники в области петрофизических исследований	удовлетворительно достижения современной науки и техники в области петрофизических исследований	анализирует, но допуская незначительные неточности, достижения современной науки и техники в области петрофизических исследований	уверенно анализирует достижения современной науки и техники в области петрофизических исследований
ПКС-6.3 Интерпретирует и анализирует результаты инновационных решений	Владеть: (В3) интерпретировать весь комплекс исследуемых литолого-петрофизических	не способен интерпретировать весь комплекс исследуемых литолого-петрофизических	допуская неточности, интерпретирует весь комплекс исследуемых литолого-	интерпретирует весь комплекс исследуемых литолого-петрофизических свойств и	свободно и уверенно интерпретирует весь комплекс исследуемых	

		ских свойств и характеристик пород, их взаимосвязи	свойств и характеристик пород, их взаимосвязи	петрофизических свойств и характеристик пород, их взаимосвязи	характеристик пород, их взаимосвязи	литолого-петрофизических свойств и характеристик пород, их взаимосвязи
		Уметь: (У3) анализировать и осмысливать полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта	не может анализировать и осмысливать полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта	допуская неточности, анализирует и осмысливает полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта	анализирует и осмысливает полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта	свободно и уверено анализирует и осмысливает полученные результаты, с учетом имеющегося мирового опыта

## КАРТА

## обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой

Дисциплина ПетрофизикаКод, направление подготовки/специальность 21.05.02 Прикладная геологияСпециализация Геология месторождений нефти и газа

№ 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	Добрынин, Валерий Макарович. 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	57	50	100	-
2	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	ЭР*	50	100	+
3	Мирзаджанзаде, А.Х. Физика нефтяного и газового пласта [Текст] : учебник / А. Х. Мирзаджанзаде, И. М. Аметов, А. Г. Ковалев. - М. ; Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2005. - 270 с.	55	50	100	-
4	Зозуля, Григорий Павлович. Физика нефтегазового пласта [Текст : Электронный ресурс] = Petrophysicsstratum : учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров по направлению 130500 "Нефтегазовое дело" и для подготовки дипломированных специалистов специальности 130503 "Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений" / Г. П. Зозуля, Н. П. Кузнецов, А. К. Ягафаров ; ТюмГНГУ. - Тюмень : ТюмГНГУ, 2006. - 250 с. : ил. .	192+ЭР*	50	100	+