


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 08.05.2024 10:23:22  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2538d7400d1

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 СПС  
/ Курчиков А.Р./  
« 08 » 05 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплина «Петрофизика»

Направление 21.05.03 Технология геологической разведки  
Специализация: 2. Геофизические методы исследования скважин  
квалификация горный инженер-геофизик (специалист)  
программа специалитет  
форма обучения очная/-/-  
курс 3/-/-  
семестр 5/-/-

Аудиторные занятия 68/-/- час., в т.ч.

Лекции – 34/-/- час.

Практические занятия – не предусмотрены

Лабораторные занятия – 34/-/-час.

Самостоятельная работа – 76 час., в т.ч.:

Курсовая работа – предусмотрена

Расчётно-графическая работа – не предусмотрена

Контрольная работа – не предусмотрена

Занятия в интерактивной форме – 14 час

Вид промежуточной аттестации:

Экзамен – 5 семестр -/-

Общая трудоемкость 144 час. (4 зач. ед.)

При разработке программы в основу положен Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 21.05.03 «Технология геологической разведки» (квалификация «горный инженер-геофизик»), утвержденного приказом № 1300 Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Прикладная геофизика».

Протокол № 1

«31» августа 2018 г.

Заведующий кафедрой «Прикладная геофизика»

 С.К. Туренко

Рабочую программу разработал:  
канд. геол-минерал. наук,  
доцент кафедры «Прикладная геофизика»

 В. Г. Мамышев

**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 СПС  
\_\_\_\_\_ / Курчиков А.Р./  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплина **«Петрофизика»**

Направление **21.05.03 Технология геологической разведки**  
Специализация: **2. Геофизические методы исследования скважин**  
квалификация **горный инженер-геофизик (специалист)**  
программа **специалитет**  
форма обучения **очная/-/-**  
курс **3/-/-**  
семестр **5/-/-**

**Аудиторные занятия 68/-/ час., в т.ч.**

Лекции – 34/-/-/ час.

Практические занятия – не предусмотрены

Лабораторные занятия – 34/-/-/час.

**Самостоятельная работа – 76 час., в т.ч.:**

Курсовая работа – предусмотрена

Расчётно-графическая работа – не предусмотрена

Контрольная работа – не предусмотрена

**Занятия в интерактивной форме – 14 час**

**Вид промежуточной аттестации:**

Экзамен – 5 семестр /-/-

**Общая трудоемкость 144 час. (4 зач. ед.)**

При разработке программы в основу положен Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего профессионального образования (ВПО) по направлению подготовки 21.05.03 «Технология геологической разведки» (квалификация «горный инженер-геофизик»), утвержденного приказом № 1300 Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры «Прикладная геофизика»

Протокол № 1

«31» \_августа\_ 2018 г.

Заведующий кафедрой «Прикладная геофизика»

\_\_\_\_\_ С.К. Туренко

**Рабочую программу разработал:**

канд. геол-минерал. наук,  
доцент кафедры «Прикладная геофизика»

\_\_\_\_\_ В. Г. Мамяшев

## ***Цели и задачи изучения дисциплины***

Целью дисциплины является 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, обеспечивающих подготовку студентов изучению последующих дисциплин специальности ГИС. Она включает анализ взаимосвязи петрофизических характеристик пород друг с другом, петрофизических зависимостей и связей их с геологическими характеристиками пород, как основы геологической интерпретации ГИС на стадии разведки, подсчета запасов и проектирования разработки; использование петрофизических исследований для комплексной интерпретации данных разведочной геофизики и ГИС.

***Задачами дисциплины*** является получение студентами знаний о петрофизических основах изучения геологических разрезов скважин нефтегазоносных отложений; о литологической, текстурной, минеральной, компонентой и фазовой неоднородности горных пород; о методах и технологиях изучения основных физических свойств и петрофизических характеристик пород нефтегазоносных отложений. Освоение дисциплины предусматривает изучение физических свойств горных пород, слагающих нефтегазоносные разрезы:

- фильтрационно-емкостных свойств (пористости, водо-, нефте- и газонасыщенности, проницаемости);
- адсорбционных свойств (глинистости, удельной поверхности, емкости катионного обмена, диффузионно-адсорбционной, фильтрационной, вызванной электрохимической активности);
- электрических свойств (удельного электрического сопротивления и проводимости, диэлектрической и магнитной проницаемости, ядерного магнитного резонанса);
- естественной радиоактивности и её энергетическом спектре;
- характеристик взаимодействия гамма-квантов и нейтронов с минеральной составляющей горных пород;
- упругих и прочностных свойств (модулей упругости, скорости распространения продольных, поперечных и других упругих колебаний);
- влияния упругих и необратимых деформаций на свойства пород;
- тепловых свойств пород.

Оно включает анализ взаимосвязи петрофизических характеристик пород и соответствующих зависимостей друг с другом и связи их с геологическими характеристиками пород.

## ***Место дисциплины в структуре ОПОП***

Дисциплина «Петрофизика» входит в состав базовой (обязательной) части (Б.1 Б.30) учебного плана подготовки специалистов специализации «Геофизические методы исследования скважин». Изучение дисциплины «Петрофизика» опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Физики», «Химии», «Геологии», «Петрографии», «Физики горных пород». Знания, полученные при изучении дисциплины «Петрофизика» являются основой и необходимы для освоения дисциплин «Ядерная геофизика и радиометрия скважин», «Электромагнитные и акустические методы исследования скважин», «Интерпретация данных геофизических исследований», «Комплексная интерпретация геофизических данных», «Обоснование подсчетных параметров по данным геофизических исследований скважин», «Прогноз пластовых давлений по данным геофизических исследований скважин», «Геолого-технологические исследования нефтегазовых скважин».

## ***Требования к результатам освоения дисциплины***

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Номер /индекс компетенций	Содержание компетенции или ее части	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны <sup>1)</sup>		
		знать	уметь	владеть
ОК-1	способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу, умение обобщать, анализировать, воспринимать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения	знать понятия: абстрактного мышления, анализа, синтеза, обобщения.	обобщать и анализировать информацию, ставить цели и выбирать пути ее достижения	навыками анализа, обобщения информации, аргументации, ведения дискуссии и полемики
ОК-3	готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала	личностные возможности и ограничения, профессиональные функции в области петрофизических исследований,	объективно оценивать уровень своей квалификации, иметь мотивацию к формированию своего профессионального статуса и необходимость его повышения	основами социальной ориентации в современной общественной формации
ОК-7	способность к самоорганизации и самообразованию	возможности, цели, методы и средства повышения своего социального статуса	использовать свои возможности в реальных жизненных ситуациях	методами и навыками саморазвития и повышения профессиональной квалификации
ОПК-4	способность организовать свой труд на научной основе, самостоятельно оценивать результаты своей профессиональной деятельности, владение навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований	современный уровень организации труда	применять достижения научных исследований в своей деятельности, выбирать готовый и разрабатывать новый алгоритм решения поставленных задач	навыками организации труда на научной основе, навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований
ОПК-6	самостоятельное принятие решения в рамках своей профессиональной компетенции, готовностью работать над междисциплинарными проектами	профессиональные компетенции: информационно-технологические, НИОКР, организационно-управленческие, научно-исследовательские, правовые и маркетинговые	принимать решения в рамках указанных компетенций	междисциплинарными знаниями в областях близких геологии, математике, физике, информатики и др.
ПК-15	способность обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлением результатов работы, обоснованием предложенных решений	теоретические и практические основы обработки полученных результатов, способы их анализа	обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющегося мирового опыта, представлять результаты работы, обосновывать предложенные решения на	методами обработки, анализа геолого-геофизической и петрофизической информации на высоком научно-техническом и профессиональном уровне

	на высоком научно-техническом и профессиональном уровне		высоком научно-техническом и профессиональном уровне	
ПСК-2.3	умение планировать и проводить геофизические, петрофизические, научные исследования, оценивать их результаты.	современные научные достижения в технологии ГРП и петрофизического обеспечения ГРП в целом	планировать и проводить геофизические, петрофизические, научные исследования, оценивать их результаты	навыками планирования и проведения петрофизических исследований и оценки их результатов

**Содержание дисциплины**  
**Содержание разделов и тем дисциплины**

Таблица 2

№ №	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Введение в дисциплину и науку петрофизика	Цели и задачи науки петрофизика в ряду естественных наук. Классификация физических свойств. Роль отечественных и зарубежных ученых в создании петрофизики. История развития, главные результаты и проблемы петрофизических исследований.
2	Объекты исследований в петрофизике	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.
3	Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных 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,
4	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 (ме-

		<p>нисковая, 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.</p> <p>Двойной электрический слой на границе твердой и жидкой фаз породы, его образование строение и влияние на свойства физически связанной воды и пород.</p> <p>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.</p>
5	Плотность горных пород.	<p>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.</p>
6	Проницаемость горных пород.	<p>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.</p> <p>Взаимосвязь фильтрационно емкостных свойств пород между собой. Классификация пород по емкостным и фильтрационным свойствам (по А.А, Ханину).</p>
7	Удельное электрическое сопротивление пород.	<p>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: <math>R_p = f(K_p)</math>; обобщенное представление и практическое значение его. Удельное сопротивление нефтегазоносных водонасыщенных пород; параметры относительного сопротивления (Р) и насыщенности (Rн). Способы получения и значение зависимостей <math>R_n = f(K_{во})</math> и <math>R_n = f(K_v)</math>. 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.</p> <p>УЭС анизотропных пород. Коэффициент электрической анизо-</p>



		тропии. 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.
8	Диффузионно-адсорбционная активность и вызванная электрохимическая активность горных пород	<p>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.</p> <p>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.</p>
9	Естественная радиоактивность горных пород.	Естественная радиоактивность химических элементов. Закон радиоактивности, единицы её измерения. Продукты радиоактивности: $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ - излучение. Естественные радиоактивные элементы (ЕРЭ): калий-40, ряд урана-радия, ряд тория. Радиоактивность минералов основных компонент горной породы. 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.
10	Взаимодействие гамма-квантов с веществом	Основные реакции взаимодействия гамма-квантов с веществом: фотоэффект, комптон-эффект, эффект образования электрон-позитронных пар. Микроскопические и макроскопические сечения реакций взаимодействия. Энергетические области проявления реакций взаимодействия гамма-квантов с веществом горных пород ( $Z < 20$ ). Физические предпосылки и

		условия применения фотоэффекта и комптон-эффекта для изучения состава и плотности пород. Линейные и массовые коэффициенты поглощения гамма-квантов веществом зависимость их от плотности и среднего эффективного номера состава пород.
11	Нейтронные свойства горных пород	<p>Общие сведения о нейтронах, способы получения, классификация нейтронов по их энергии, тепловые нейтроны. Виды взаимодействия нейтронов с веществом (ядрами элементов): ядерная активация (быстрыми и тепловыми нейтронами), неупругое, упругое и резонансное рассеяние, радиационный захват. Реакции ГИНР и ГИРЗ, понятие характеристической энергии гамма излучения этих реакций; энергетические спектры гамма-излучения этих реакций.</p> <p>Нейтронные микроскопические эффективные сечения. Энергетические уровни ядра – основа резонансного характера взаимодействия нейтронов с ядрами элементов. Формула Брейта-Вигнера для эффективного сечения захвата нейтронов. Макроскопические сечения рассеяния и захвата нейтронов минералами пород. Зависимость <math>\delta</math> и <math>\lambda</math> от характера насыщения породы. Коэффициент и длина замедления, длина диффузии, время замедления и время диффузии нейтронов в породе; связь нейтронных параметров химическим составом, плотностью и коэффициентом пористости пород. Формулы для расчета взаимодействия нейтронов с веществом породами. Водородосодержание пород, водородные индексы минералов (воды, нефти). Зависимость плотности потока нейтронов от водородосодержания пород и минерализации воды.</p>
12	Упругие свойства горных пород.	<p>Понятие о напряжениях, тензоры напряжения. Понятие об упругих деформациях, виды деформаций; закон Гука для линейных деформаций. Постоянные упругости, их связь с составом, структурой пород, зависимость от внешних факторов (температура, давление). 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.</p>
13	Магнитные и тепловые свойства горных пород	<p>Основные понятия о магнитных свойствах пород, практическая значимость и ограничения информативности магнитных свойств осадочных горных пород.</p> <p>Основные понятия о тепловых свойствах пород практическая</p>

		значимость и ограничения информативности тепловых свойств осадочных горных пород.
14	Обобщение данных, построение петрофизических моделей разрезов	Типовое петрофизическое обеспечение геологической интерпретации материалов ГИС (геофизических исследований и определения подсчетных параметров). Понятие петрофизической модели геологического разреза, правила построения её.

**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													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	Электромагнитные и акустические методы исследования скважин							+	+						+
2	Ядерная геофизика и радиометрия скважин					+				+	+	+			
3	Геолого-технологические исследования нефтегазовых скважин		+	+	+			+						+	
4	Интерпретация геофизических данных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
5	Комплексная интерпретация геофизических данных	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
6	Обоснование подсчетных параметров по данным геофизических исследований скважин			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+
7	Прогноз пластовых давлений по данным геофизических исследований скважин				+	+		+		+	+		+		
8	Специальные методы ГИС			+					+	+	+	+	+	+	
9	Современные технологии в нефтегазовой геофизики														

**Разделы (модули) и темы дисциплин и виды занятий**

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц., час.	Практ. зан. (лаб. раб.), час	СРС, час.	Всего, час.	Из них в интерактивной форме обучения, час.
1	Введение в дисциплину и науку «Петрофизика»	2/-/-	-/-/-	3	5	0

2	Объекты исследований в петрофизике	2/-/-	2/-/-	3	7	1
3	Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород	2/-/-	2/-/-	6	10	1
4	Пористость и насыщенность горных пород	4/-/-	4/-/-	6	12	1
5	Плотность горных пород.	1/-/-	1/-/-	6	8	1
6	Проницаемость горных пород.	3/-/-	3/-/-	4	10	1
7	Удельное электрическое сопротивление пород.	3/-/-	4/-/-	7	14	1
8	Диффузионно-адсорбционная фильтрационная и вызванная электрохимическая активность горных пород	3/-/-	3/-/-	7	13	1
9	Естественная радиоактивность горных пород.	3/-/-	4/-/-	7	14	1
10	Взаимодействие гамма-квантов с веществом	2/-/-	2/-/-	5	9	1
11	Нейтронные свойства горных пород	3/-/-	2/-/-	6	12	2
12	Упругие свойства горных пород.	2/-/-	2/-/-	5	9	1
13	Магнитные и тепловые свойства горных пород	2/-/-	2/-/-	5	10	1
14	Обобщение данных, построение петрофизических моделей разрезов	2/-/-	3/-/-	6	11	1
Всего по курсу:		34/-/-	34/-/-	76	144	14

*Перечень тем лекционных занятий*

Таблица 5

№ раздела	№ темы	Наименование лекции	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	5	6
1	1	Введение в дисциплину	1/-/-	ОК-1,3,7; ОПК-4,6; ПК-15; ПСК-2.3	лекция-диалог
	2	Зарождение и развитие науки «Петрофизика» - заслуга отечественных ученых	1/-/-		лекция-диалог
2	3	Объекты исследований в петрофизике	1/-/-		лекция-визуализация
3	4	Характеристика основных компонент горной породы. Глинистость и дисперсность горных пород	2/-/-		лекция-визуализация
4	5	Пористость горных пород	2/-/-		лекция-визуализация
	6	Водонасыщенность горных пород	2/-/-		лекция-визуализация
5	7	Плотность горных пород.	2/-/-		лекция-визуализация

6	8	Проницаемость горных пород.	3/-/-		лекция- визуализация
7	9	Удельное электрическое сопротивление ионопроводящих горных пород. Уравнения Арчи-Дахнова.	1,5/-/-		лекция- визуализация
	10	Параметры удельного электрического сопротивления: $R$ , $R_p$ , $R_n$ , зависимости их от ФЕС, влияние поверхностной проводимости	0,5/-/-		лекция- визуализация
8	11	Диффузионно-адсорбционная и фильтрационная активность горных пород	2,5/-/-		лекция- визуализация
	12	Вызванная электрохимическая активность	0,5/-/-		лекция- визуализация
9	13	Радиоактивность. Естественные радиоактивные элементы, формы нахождения их в горных породах.	2/-/-		лекция- визуализация
	14	Естественная гамма-активность горных пород, связь её с минеральным и компонентным составом пород. Зависимости ЕРА от глинистости пород.	1/-/-		лекция- визуализация
10	15	Виды и характеристики взаимодействия гамма-квантов с веществом, их физическая информативность.	1/-/-		лекция- визуализация
11	16	Нейтроны их характеристики. Виды и характеристики взаимодействия нейтронов с веществом, их физическая информативность.	1,5/-/-		лекция- визуализация
	17	Нейтронные параметры горных пород, связь их с водородосодержание, содержанием хлора и бора. Геологическая информативность нейтронных параметров.	1,5/-/-		лекция- визуализация лекция- визуализация
12	18	Упругие свойства горных пород.	2/-/-		лекция- визуализация
13	20	Магнитные и тепловые свойства горных пород	2/-/-		лекция- визуализация
14	21	Обобщение данных, построение петрофизических моделей разрезов	2/-/-		лекция- визуализация
Всего по курсу:			34/-/-		

### *Перечень лабораторных работ*

Таблица 6

№ п/п	№ темы	Темы семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции	Методы преподавания
1	2	3	4	6	7
1	3	Порядок отбора керна и методика подготовки образцов проб к измерениям	2	ОК-1,3,7; ОПК-4,6; ПК-15; ПСК-2.3	Лабораторная работа № 1
2	4	Гранулометрический анализ горных пород, построение гистограммы	4		Лабораторная работа № 2

		распределений фракций		
3	5,7	Определение коэффициента открытой пористости и плотности водонасыщенных пористых пород.	4	Лабораторные работы № 3-5
4	6	Определение коэффициента остаточной водонасыщенности методом центрифугирования	3	Лабораторная работа № 6
5	8	Определение абсолютной и эффективной проницаемости пород, принципы измерения фазовой проницаемости	4	Семинар
6	9,10	Определение удельного электрического сопротивления воды, насыщающей породу.	2	Лабораторные работы № 8
7	9,10	Определение удельного электрического сопротивления полностью и частично водонасыщенных пористых горных пород	5	Лабораторная работа № 7, 9
8	11	Определение диффузионно-адсорбционной активности	2	Семинар
9	13,14	Основы измерения естественной радиоактивности	6	Семинар
10	18	Основы статобработки данных	2	Лабораторная работа № 10
Всего часов			<b>34</b>	

*Перечень тем для самостоятельной работы*

Таблица 7

№ п/п	№ раздела (модуля) и темы	Наименование темы	Трудоемкость (час.)	Виды контроля	Формируемые компетенции
1	1-31	Подготовка к аттестациям	24,4	Аттестации	ОК-1,3,7; ОПК-4,6; ПК-15; ПСК-2.3
2	1-31	Подготовка к лабораторным работам	24	Проверка и защита лабораторных работ	
4	1-31	Индивидуальные консультации студентов в течение семестра	3	-	
5	2-31	Консультации по курсовой работе	20	Проверка и защита курсовых работ	
6	1-31	Консультации в группе перед экзаменом	4,6	-	

<b>Всего часов:</b>	<b>76</b>		
---------------------	-----------	--	--

***Тематика курсовых проектов (работ)  
по дисциплине «Петрофизика»***

(выполняются в соответствии методическими указаниями, см. «Карту обеспеченности дисциплины учебной и учебно-методической литературой»)

1. Физические свойства основных минеральных составляющих песчано-глинистых пород: породообразующей, цементной, поровой.
2. Физические свойства основных минеральных составляющих карбонатных пород: карбонатной, нерастворимого остатка, поровой.
3. Влияние литологии, компонентного, минерального и фазового состава пород нефтегазоносных отложений на их пористость и плотность.
4. Влияние литологии, компонентного, минерального и фазового состава пород нефтегазоносных отложений на их естественную радиоактивность.
5. Влияние литологии, компонентного, минерального и фазового состава пород нефтегазоносных отложений на их нейтронные параметры.
6. Глинистость, виды глинистости, свойства глинистых минералов, методики определения коэффициента глинистости. Влияние глинистости на основные физические свойства песчано-глинистых пород.
7. Пористость и плотность горных пород. Методы определения (по СТП и ГОСТу), влияние насыщающей жидкости (керосин, вода), гидрофобизации и цеолитизации.
8. Открытая и закрытая пористость, особенности определения закрытой пористости горных пород методами Мелчера и гидростатического взвешивания.
9. Дисперсность терригенных осадочных пород, способы ее выражения: удельная поверхность, емкость катионного обмена, гигроскопическая влажность.
10. Двойной электрический слой, его строение и свойства. Физически связанная вода и ее свойства.
11. Плотность, обоснование методики определения плотности остаточной воды в горных породах.
12. Пористость, ее виды, влияние гранулометрического состава терригенных осадочных пород на их пористость
13. Динамическая и эффективная пористости, методы их определения и методики обоснования граничных значений ФЭС.

14. Поровое пространство пород; методика обоснования эффективных размеров пор по кривым капиллярного давления.
15. Влияние глинистости на пористость терригенных осадочных пород. Зависимость пористости от глинистости для моделей пород с дисперсной и слоистой глинистостью.
16. Водонасыщенность осадочных терригенных пород, объемная влажность, остаточная водонасыщенность, водоудерживающая способность, гигроскопическая влажность. Влияние водонасыщенности на основные физические свойства пород.
17. Плотность терригенных остаточных пород, виды плотности. Модель связи «плотность-пористость» пород и отличие её от реальных зависимостей. Методика определения плотности породы и плотности твердой фазы.
18. Основные модели проницаемости терригенных осадочных пород; законы Дарси и Пуазейля. Абсолютная, относительная фазовая и эффективные проницаемости пород.
19. Способы определения абсолютной, эффективной, фазовой и относительной проницаемости пород. Расчет кривых относительной фазовой проницаемости по данным капиллярометрии.
20. Потенциалы диффузионно-адсорбционного происхождения, уравнение Нернста. Коэффициенты диффузионной и диффузионно-адсорбционной ЭДС. Диффузионно-адсорбционная активность песчано-глинистых пород, зависимость её от основных свойств пород.
21. Удельное электрическое сопротивление твердых тел и растворов; влияние температуры и минерализации на УЭС растворов; модели УЭС терригенных осадочных пород.
22. Удельное электрическое сопротивление терригенных осадочных пород, параметры УЭС ( $R$ ,  $R_p$ ,  $R_n$ ), уравнение Арчи-Дахнова. Влияние температуры и давления на петрофизические зависимости параметров УЭС.
23. Удельное электрическое сопротивление терригенных осадочных пород, зависимость его от содержания и УЭС проводящей фазы; влияние поверхностной проводимости, глинистости, анизотропии и слоистости.
24. Естественная радиоактивность горных пород. Основные виды нахождения естественных радиоактивных элементов в терригенных осадочных горных породах.
25. Спектрометрия естественной радиоактивности (ЕРА), методика измерения энергетического спектра ЕРА, его геологическая информативность
26. Поглощение гамма-квантов горными породами, массовые и линейные коэффициенты поглощения, зависимость от плотности элементного состава пород.
27. Взаимодействие нейтронов с веществом; основные характеристики нейтронных свойств горных пород их геологическая информативность.



28. Упругие свойства горных пород; характеристики распространенных продольных и поперечных волн в горных породах.
29. Изменение физических свойств терригенных осадочных пород в процессе их формирования и в зависимости от термобарических условий.
- 30 Экспериментальные исследования минерализации поровых вод по водным вытяжкам из керна.
31. Петрофизические основы прогноза аномально высоких пластовых давлений.
32. Общие закономерности изменения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород в разрезе осадочного чехла Западной Сибири.

**Оценка результатов освоения учебной дисциплины  
Распределение баллов по дисциплине**

Таблица 9

	Текущий контроль			Промежуточная аттестация обучающихся (экзаменационная сессия)
	1-я текущая аттестация <b>0-20 баллов</b>	2-я текущая аттестация <b>0-25 баллов</b>	3-я текущая аттестация <b>0-25 баллов, плюс 30 баллов за лабораторные работы</b>	
<b>Очная форма обучения и заочная с применением дистанционных технологий</b>				Не проводится для обучающихся, набравших более <b>61 балла</b> по результатам текущего контроля
	<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)
	<b>Курсовая работа</b>			проводится <b>0-100 баллов</b>
<b>Заочная форма обучения</b>	-			проводится <b>0-100 баллов</b>
	Курсовая работа 100 баллов			проводится <b>0-100 баллов</b>

**Рейтинговая система оценки  
по дисциплине «Петрофизика»  
для студентов 3 курса направления 21.05.03 «Технология геологической разведки»  
на 5 семестр**

Максимальное количество баллов за каждую текущую аттестацию

Таблица 10

1 срок предоставления результатов текущего контроля	2 срок предоставления результатов текущего контроля	3 срок предоставления результатов текущего контроля	Итого
0-20	0-25	0-55*	0-100

\* - включая оценку (30 баллов) за выполнение лабораторных работ

Таблица 11

№	Виды контрольных мероприятий	Баллы	№ недель
1	Первая аттестация	0-23	1-6
	ИТОГО за первую текущую аттестацию	<b>0-23</b>	<b>1-6</b>
2	Вторая аттестация	0-22	7-12
	ИТОГО за вторую текущую аттестацию	<b>0-22</b>	<b>7-12</b>
3	Третья аттестация	0-25	13-18
4	Защита лабораторных работ	0-30	1-18
	ИТОГО за третью текущую аттестацию	<b>55</b>	<b>1-18</b>
	ВСЕГО	<b>100</b>	
	За курсовую работу	<b>100</b>	<b>18</b>

***Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы***

1. Полнотекстовая база данных eLibrary.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.tsogu.ru/lib>
2. Система поддержки дистанционного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://educon.tsogu.ru:8081/login/index.php>
3. Internet, стандартные, реализуемые в MSOffice.

***Материально-техническое обеспечение дисциплины***

Таблица 12

Перечень оборудования, необходимого для успешного освоения образовательной программы		
Наименование	Количество	Значение
Персональный компьютер	25	Проведение лабораторных занятий, использование ПК при выполнении заданий
Средства мультимедиа (проектор, экран, ноутбук)	1	Проведение лекционных занятий, сообщения с применением презентаций, защита индивидуальных работ
Лаборатория петрофизики	1	Проведение лабораторных занятий

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

Учебная дисциплина «Петрофизика»

Кафедра Прикладная геофизика

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

Форма обучения:

очная, 3 курс 5 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	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие варианта в электронно-библиотечной системе ТГУ
Основная	<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. Кожеников. - М. : "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2004. - 368 с	2004	У	Л, ПР	75	25	100	БИК	-
Дополнительная	<b>Виноградов, Владислав Георгиевич.</b> Практикум по петрофизике [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки" и "Геология нефти и газа" / В. Г. Виноградов, А. В. Дахнов, С. Л. Пацевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1990. - 228 с. -	1990	У	Л, ПР	34	25	100	БИК	-
	<b>Кобранова, Вера Николаевна.</b> Петрофизика [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / В. Н. Кобранова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1986. - 392 с.	1986	У	Л, ПР	37	25	100	БИК	-

Зав. кафедрой

«31» 08 2018 г.

С.К. Туренко

Директор БИК:

Д.Х. Каюкова

Согласовано *В.И. Ал.* *А.И. Велимиров*



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

Учебная дисциплина «Петрофизика»

Кафедра *Прикладная геофизика*

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

Форма обучения:

очная: 3 курс 5 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	Код-во экземпляров в БИК	Контингент обучающихся, использующих указанную литературу	Обеспеченность обучающихся литературой, %	Место хранения	Наличие эл. варианта в электронно-библиотечной системе ТИУ
Основная	<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, ПР	75	25	100	БИК	-
Основная	<b>Виноградов, Владислав Георгиевич.</b> Практикум по петрофизике [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки" и "Геология нефти и газа" / В. Г. Виноградов, А. В. Дахнов, С. Л. Пашевич. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1990. - 228 с. -	1990	У	Л, ПР	34	25	100	БИК	-
Дополнительная	<b>Кобранова, Вера Николаевна.</b> Петрофизика [Текст] : учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности "Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых" / В. Н. Кобранова. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1986. - 392 с.	1986	У	Л, ПР	37	25	100	БИК	-

Зав. кафедрой С.К. Туренко  
« 30 сР 2018 г »

Директор БИК: Д.Х. Каюкова

*Составлено БИК* С.М. Ситникова



