

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ИШПР

Н.В. Гусева

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЁМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Основы петрофизики и геофизический контроль в бурении и эксплуатации скважин

Направление подготовки/специальность	21.03.01 Нефтегазовое дело		
Профиль подготовки	Нефтегазовое дело		
Специализация	Бурение нефтяных и газовых скважин		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	6
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	24	
	Лабораторные занятия	0	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации

экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОГ
---------	------------------------------	----

Заведующий кафедрой -
руководитель отделения
геологии на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Гусева Н.В.
	Брусник О.В.
	Стоцкий В.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6. Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ПК(У)-25	Способность использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	Р6	ПК(У)-25.В2	Владеет методикой обслуживания оборудования нефтегазового комплекса
			ПК(У)-25.У2	Выбирать технологии безопасного проведения работ в соответствии с требованиями НТД
			ПК(У)-25.32	Требования нормативно-технической документации для обеспечения безопасности трудового коллектива при производстве различных огневых, газоопасных и других работ повышенной опасности

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Основы петрофизики и геофизический контроль в бурении и эксплуатации скважин» (Б1.ВМ3.1.3) относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля Б1.ВМ3.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Компетенция
Код	Наименование	
РД-1	Знание законов распространения упругих деформаций в горных породах, взаимодействия горных пород с электромагнитными полями естественной и искусственной природы, протекания электрохимических процессов в них, радиоактивных превращений и взаимодействия р/а излучения с веществом. Умение решать на этой основе теоретические и прикладные задачи.	ПК(У)-25
РД-2	Понимание уравнений Дахнова-Арчи, Нернста, Ларионова, Дарси, Козени-Кармана. Умение проводить на основе результатов лабораторных исследований и данных ГИС корреляционно-регрессионный анализ для построения петрофизических зависимостей типа «керна-ГИС», «керна-керна». Умение на фоне вмещающих пород различать	ПК(У)-25

	коллекторы и зоны внутри них, насыщенные разными флюидами, используя для этого сведения о УЭС пластов, их диффузионно-адсорбционной активности, естественной радиоактивности, реакции на нейтронное и гамма облучение, времени пробега упругих волн.	
РД-3	Умение выделять интервалы притока/поглощения и определять характер насыщения пластов в обсаженных скважинах, оценивать техническое состояние скважины с выявлением возможных заколонных перетоков и интервалов негерметичности.	ПК(У)-25

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Фильтрационно-емкостные свойства коллекторов	РД-1 РД-2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 2. Физические свойства и петрофизические модели коллекторов	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	20
Раздел 3. Геофизические методы изучения технического состояния скважин и контроля разработки месторождений углеводородов.	РД-1 РД-2 РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫЕ СВОЙСТВА КОЛЛЕКТОРОВ

Цели и задачи освоения дисциплины. Коллекторы и их виды. Коллектор в структуре ловушек нефти и газа. Понятие фильтрационно-емкостных свойств коллектора: пористость, проницаемость, глинистость.

Диэлектрическая проницаемость флюидов, поверхностное натяжение, смачиваемость, капиллярное давление. Порометрия. Ёмкость катионного обмена, двойной электрический слой, удельная поверхность порового пространства, сорбционная ёмкость, показатель гидрофильности, набухаемость.

Дисперсная, структурная и слоистая глинистость. Коэффициенты массовой, объемной и относительной глинистости. Петрофизические типы глин (классификация по поверхностной активности). Значение глинистости в изменении фильтрационно-емкостных свойств коллекторов.

Влажность: химически связанная, физически связанная (пленочная, углов пор и тупиковых пор, капиллярно удержанная) вода. Структура поровой воды в глинах; свойства прочно связанной (аномальной) воды.

Пористость. Классификация пор по происхождению, по размерам. Структура порового пространства, влияние размера пор на процессы формирования и разработки залежи. Обобщенная модель поровой среды.

Флюидонасыщенность: нефтеносный, газоносный и водоносный коллекторы, коэффициенты флюидонасыщения, зона предельного нефтегазонасыщения, коэффициент связанной воды.

Линейный закон Дарси, абсолютная проницаемость, уравнение Козени-Кармана; фазовые (эффективные) и относительные проницаемости; определение фазовых проницаемостей по результатам измерения капиллярного давления; граничные и критические значения водонасыщенности коллекторов.

Темы лекций:

1. Введение в петрофизику м-ий УВ. Св-ва флюидов и пород на контакте с ними.
2. Глинистость. Вода в горных породах.
3. Пористость и характер насыщения порового пространства.
4. Проницаемость.

Темы практических занятий:

1. Структура порового пространства. Капиллярное давление.
2. Модели пористой среды коллектора.

Раздел 2. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОЛЛЕКТОРА

Физические свойства пород-коллекторов нефти и газа. Физические параметры флюидов. Понятие петрофизической модели коллектора.

Электропроводность. Удельная электропроводность (удельное сопротивление). Классификация минералов по электропроводности: минералы проводники, полупроводники и диэлектрики. Факторы, влияющие на электропроводность горных пород: минеральный состав, структура, пористость и характер насыщения, температура и давление.

Модель электропроводности коллекторов. Исходные положения модели коллектора в отношении электропроводности. Модель полностью водонасыщенной породы (параметр пористости, влияние глинистости и минерализации пластовой воды); модель частично водонасыщенной породы (параметр насыщения, коэффициенты газо- и нефтенасыщенности). Петрофизические уравнения связи с пористостью и нефтенасыщенностью коллектора. Уравнение Арчи-Дахнова. Петроэлектрические критерии коллектора, выхода нефти, воды и воды с нефтью.

Естественная электрическая поляризация. Контактные разности потенциалов. Виды электрической поляризации неглинистых горных пород. Электродный потенциал и поляризация окислительно-восстановительной природы. Фильтрационные потенциалы.

Модель диффузионно-адсорбционной активности коллекторов: диффузионные и диффузионно-адсорбционные потенциалы; уравнение Нернста; процессы в тонких и широких капиллярах; влияние глинистости и песчанистости коллекторов. Изменение диффузионно-адсорбционной поляризации в разрезе нефтяной залежи; условие связи с пористостью и проницаемостью коллекторов. Петрофизические уравнения связи; граничные значения относительного диффузионно-адсорбционного потенциала для коллекторов.

Явление радиоактивности, закон радиоактивного распада, радиоактивное равновесие. Содержания урана, тория и калия в осадочных горных породах, разделение глин по соотношению радиоактивных элементов. Подвижности радиоактивных элементов в эпигенетических процессах на месторождениях углеводородов; радиоактивность битумов, карбонатов. Влияние литологического состава скелета (песчаники, алевролиты, карбонаты, присутствие калиевых полевых шпатов), наличие и содержание глинистого и карбонатного цемента, состава (поверхностной активности) глин на радиоактивность коллектора. Связь пористости и глинистости.

Нейтронные характеристики горных пород. Нейтроны, их взаимодействие с горными породами. Замедляющие и поглощающие свойства горных пород и флюидов.

Модель «нейтронной» пористости коллекторов. Физико-геологические основы взаимосвязи нейтронных характеристик горных пород и пористости. Водородосодержание, учет химически и физически связанной воды. Петрофизические уравнения.

Упругие свойства горных пород. Напряжения и деформации горных пород и флюидов. Упругие модули. Продольные и поперечные упругие колебания, скорости упругих волн, интервальное время, коэффициент затухания. Упругие модели горных пород. Упругие свойства осадочных горных пород, изменение с глубиной.

Акустические модели пористости: влияние глинистости и нефтенасыщенности. Физическое содержание коэффициентов в уравнениях регрессии.

Темы лекций:

1. Физические свойства коллекторов и флюидов. Электропроводность коллекторов.
2. Модель электропроводности коллектора. Модель диффузионно-адсорбионной активности коллектора.
3. Радиоактивность горных пород. Модель «нейтронной» пористости.
4. Упругие свойства пород-коллекторов. Акустическая модель коллектора.

Темы практических занятий:

1. Определение УЭС пластовых вод.
2. Качественная интерпретация петрофизических данных
3. Формирование петрофизической модели месторождения.

Раздел (модуль) 3. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИИ СКВАЖИН И КОНТРОЛЯ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ.

Назначение и комплексы геофизических методов для контроля за разработкой.

Термометрия. Барометрия. Выделение работающих интервалов, профиля притока (поглощения): гидродинамическая и термокондуктивная расходометрия. Геофизические методы контроля режима работы скважины и процессов интенсификации притока из пластов. Индикаторные методы оценки «приток-состава»: влагометрия диэлектрическая, индукционная резистивиметрия. Гамма-плотнометрия.

Методы оценки текущего нефтенасыщения пластов в обсаженных скважинах: стационарный нейтрон-нейтронный метод и нейтронный гамма-метод; импульсный спектрометрический нейтронный гамма-метод (углеродно-кислородный каротаж); импульсный нейтрон-нейтронный каротаж. Понятия об оптимальных временных задержках, особенности использования импульсных нейтронных методов.

Определение искривления и диаметра скважин. Определение уровня цемента в затрубном пространстве и качества цементирования обсадных колонн. Контроль технического состояния обсадных, бурильных и насосно-компрессорных труб.

Определение мест притока воды в скважину, зон поглощения и затрубного движения жидкости. Оценка качества изоляции заколонного пространства – термометрия, шумометрия.

Перфорация, контроль за перфорацией.

Темы лекций:

1. Комплексы ГИС для контроля разработки нефтегазовых месторождений.
2. Методы контроля притока, насыщения и положения ВНК, ГНК.
3. Определение тех. состояния скважин.

Темы практических занятий:

1. Определение работающих толщин перфорированного пласта при помощи данных дебитометрии (расходомерии).
2. Контроль цементации скважин по методам СГДТ и АКЦ.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Перевод текстов с иностранных языков;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Методическое обеспечение

Основная литература:

1. Номоконова Г.Г. Петрофизика коллекторов нефти и газа: учебное пособие. – Томск. Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 146 с.
2. Меркулов В.П. Геофизические исследования скважин: учебное пособие для вузов. - Томск: Изд-во ТПУ, 2016. - 146с.
3. Дьяконов Д. И., Леонтьев Е. И., Кузнецов Г. С. Общий курс геофизических исследований скважин: учебное пособие - М.: Альянс, 2015. - 432с.
4. Ипатов А. И., Кременецкий М. И. Геофизический и гидродинамический контроль разработки месторождений углеводородов. Серия Современные нефтегазовые технологии М.-Ижевск: Издательство «РХД» 2010, 780 стр
5. Коноплёв Ю.В. Геофизические методы контроля за разработкой нефтяных и газовых месторождений. Учеб. Пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т. 1999.

Дополнительная литература:

1. Кобранова В.Н. Петрофизика. - М.: Недра, 1986 - 392 с.
2. Физические свойства минералов и горных пород при высоких термодинамических параметрах: Справочник . - М.: недра. 1988. - 253 с.
3. Петрофизическая характеристика осадочного покрова нефтегазоносных провинций: Справочник. - М.: Недра, 1985. - 193 с.
4. Физические свойства вещества в термодинамических условиях литосферы. - Киев.: Наукова думка, 1986. - 197 с.

5. Орлов Л.И., Карпов Е.Н., Топорков В.Г. Петрофизические исследования коллекторов нефти и газа. - М.: Недра, 1987. - 320 с.
6. Элланский М.Н. Петрофизические связи и комплексная интерпретация данных промысловой геофизики. - М.: Недра, 1978. - 212с.
7. Барулин Г.И. Геофизические основы регионального прогноза нефтегазоносности. - М.: Недра, 1983. - 176 с.
8. Ржевский В.В., Новик Г. Я. Основы физики горных пород: учебник для вузов - Москва : ЛЕНАНД, 2015 - 359 с. - (Классика инженерной мысли: горное дело).
9. Дон Уолкотт. Разработка и управление месторождениями при заводнении. М.: ЮКОС, 2001. – 144с.
10. Тер-Саркисов Р.М., Захаров А.А., Левитский К.О. и др. Контроль за разработкой ГКМ при нагнетании сухой газа в пласт. Геофизические и гидродинамические методы. - М: Недра- Бюнесцентр, 2001, 194 с.
11. Чоловский И.П., Тимофеев В.А., Методы геолого-промыслового контроля разработки нефтяных и газовых мксторождений. М., Недра, 1992, 176с.
12. Щелкачев В.Н., Латтук Б.Б. Подземная гидравлика. - Ижевск: ННЦ «Регулярная и хаоти-ческая динамика», 2001, 736 с.

6.2 Информационное и программное обеспечение

Электронные учебники ТПУ:

1. Номоконова Г.Г. Физика горных пород
http://e-le.lcg.tpu.ru/public/FGP_0651/index.html
2. Номоконова Г.Г. Петрофизика
http://e-le.lcg.tpu.ru/public/PFP_0611/index.html

Интернет-ресурсы:

1. <http://www.oilcraft.ru> Сайт библиотеки учебников и монографий нефтегазовой сферы
2. <http://www.slb.ru/sis/Petrophysics/> Петрофизика в GeoFrame
3. <http://www.yagello.ru/catalog.php?cid=218> Каталог изданий для нефтегазового комплекса: петрофизика
4. <http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=1> Журнал «Геология и геофизика»
5. http://www.karotazhnik.ru/htmls/ntv_karotazhnik.htm Журнал «Каротажник»
6. <http://vniioeng.mcn.ru/inform/geolog/> Журнал «Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений»
7. <http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=1> Журнал «Геофизика»
8. <http://www.oil-gas.com.ua/NEW/last.htm> Журнал «Нефть и газ»
9. <http://astropro.ru/science/?p=video&id=464> Сайт фильмов по физике, в том числе раздела «поверхностные явления и свойства»
10. <http://www.gubkin.ru> Сайт Российского государственного университета нефти и газа им. И. М. Губкина.
11. <http://www.geoinform.ru> – журнал «Геология нефти и газа»

12. <http://www.ngtp.ru/> Нефтегазовая геология. Теория и практика. Электронное издание ВНИГРИ

Используемое программное обеспечение:

7-Zip; Adobe Acrobat Reader DC; Adobe Flash Player; AkelPad; Cisco Webex Meetings; Google Chrome; Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Mozilla Firefox ESR; ownCloud Desktop Client; Tracker Software PDF-XChange Viewer; WinDjView; Zoom Zoom

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 422	Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест;Проектор - 1 шт.; Компьютер - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. 634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, 414	Протонный магнитометр ММП-203 - 2 шт.;Измеритель магнитной восприимчивости КМ-7 - 1 шт.;Гамма-спектрометр GS-512 - 2 шт.;Ресивер(приемник) для метода вызванной поляризации GRX8-32 - 1 шт.;Комплект регистратора "Дельта-03"(4 канала) - 2 шт.;Измеритель вызванной поляризации электроразведочный TLR-IP-003 - 2 шт.;Магнитометр электронный портативный протонный GSM-19TW - 2 шт.;Электроразведочный генератор TLT-30 - 1 шт.;Сейсмоприемник акселерометр трехкомпонентный A0531 - 2 шт.;Трансммиттер(передатчик) вызванной поляризации TXII-3600W-2400V - 1 шт.;Осцилограф С 1-17 - 1 шт.;Генератор электроразведочный TLT-30 - 1 шт.;Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф общелабораторный - 2 шт.;Шкаф для документов - 3 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.;Стол лабораторный - 4 шт.;Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;Проектор - 1 шт.; Компьютер - 28 шт.

Рабочая программа составлена на основе общей характеристики образовательной программы по направлению 21.03.01 Нефтегазовое дело/ Бурение нефтяных и газовых скважин (приема 2017 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Стоцкий В.В.

Программа одобрена на заседании кафедры ГРПИ (протокол от «25» 05. 2017 г. № 38).

Заведующий кафедрой-руководитель
отделения геологии,
д.г.-м.н. профессор


подпись

/Гусева Н.В./

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОНД (протокол)
2018_/ 2019 учебный год	Актуализирован раздел «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины»	От 25.06.2019 №22