

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

УТВЕРЖДАЮ

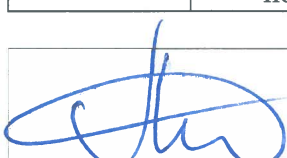
И.о. директора ИШПР

Гусева Н.В.

«30» июня 2020г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2020 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Разработка нефтяных и газовых месторождений			
Направление подготовки/ специальность	21.04.01 Нефтегазовое дело		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Специализация	Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг		
Уровень образования	высшее образование – магистратура		
Курс	2	семестр	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	24	
	Практические занятия	-	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	48	
Самостоятельная работа, ч		60	
ИТОГО, ч		108	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОНД
И.о. заведующего кафедрой - руководителя ОНД на правах кафедры			Мельник И.А.
Руководитель ООП			Чернова О.С.
Преподаватель			Хомяков И.С.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-5	Способен оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований и обосновывать собственный выбор, систематизируя и обобщая достижения в нефтегазовой отрасли и смежных областях	И.ОПК(У)-5.1	Определяет на профессиональном уровне особенности работы различных типов оборудования и выявление недостатков в его работе	ОПК(У)-5.131	Знает особенности работы различных типов оборудования
				ОПК(У)-5.1У1	Умеет на профессиональном уровне выявлять недостатки в его работе
				ОПК(У)-5.1В1	Владеет навыками анализа данных по эксплуатации и отказам оборудования объектов добычи углеводородного сырья, выявления недостатков в работе различных типов оборудования
		И.ОПК(У)-5.2	Интерпретирует результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям	ОПК(У)-5.232	Знает этапы интерпретации результатов лабораторных и технологических исследований
				ОПК(У)-5.2У2	Умеет интерпретировать результаты лабораторных и технологических исследований применительно к конкретным условиям
				ОПК(У)-5.2В2	Владеет опытом разработки рекомендаций и составления заключений по результатам лабораторных и технологических исследований
ПК(У)-4	Способен анализировать и обобщать данные о работе технологического оборудования, осуществлять контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	И.ПК(У)-4.1	Анализирует и обобщает данные о работе технологического оборудования, осуществляет контроль, техническое сопровождение и управление технологическими процессами в нефтегазовом инжиниринге	ПК(У)-4.131	Знает на профессиональном уровне особенности работы различных типов технологических установок, применяемых в нефтегазовом инжиниринге
				ПК(У)-4.1У1	Умеет анализировать и определять преимущества и недостатки применяемого технологического оборудования в РФ и за рубежом
				ПК(У)-4.1В1	Владеет навыками интерпретации данных работы оборудования, технических устройств в

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					нефтегазовом инжиниринге
ПК(У)-5	Способен участвовать в управлении технологическими комплексами, принимать решения в условиях неопределенности	И.ПК(У)-5.1	Участвует в управлении технологическими комплексами, принимает решения в условиях неопределенности	ПК(У)-5.131	Знает технологии добычи нефти и газа, скважинное оборудование, методы организации и технологии приведения технического обслуживания и ремонта скважинного оборудования
				ПК(У)-5.1У1	Умеет принимать рациональные решения по оптимизации режима работы и форм обслуживания скважинного оборудования
				ПК(У)-5.1В1	Владеет технологиями технического контроля и диагностирования объектов добычи углеводородов конкретными методами
ПК(У)-7	Способен контролировать выполнение требований и регламентов для обеспечения добычи нефти, газа и газового конденсата	И.ПК(У)-7.1	Контролирует выполнение требований и регламентов для обеспечения добычи нефти, газа и газового конденсата	ПК(У)-7.131	Знает экономику и организацию нефтегазодобывающего производства, законодательные и правовые акты, методические материалы подразделений нефтегазодобычи, государственные стандарты и правила технической эксплуатации скважинного оборудования
				ПК(У)-7.1У1	Умеет доводить до персонала проанализированную и синтезированную информацию об использовании экспертных, производственных и информационных ресурсов в области технологического процесса добычи нефти, газа и газового конденсата
				ПК(У)-7.1В1	Владеет навыками подготовки бизнес-предложений по совершенствованию технологического процесса добычи нефти, газа и газового конденсата и технологических мероприятий, связанных с процессами добычи

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
					нефти, газа и газового конденсата

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Определять, формулировать и решать междисциплинарные инженерные задачи в области нефтегазовых технологий с использованием профессиональных знаний и современных методов исследования	И.ПК(У)-4.1 И.ОПК(У)-5.2
РД 2	Планировать и проводить исследования в сложных и неопределённых условиях с использованием современных технологий, а также критически оценивать полученные данные	И.ОПК(У)-5.1 И.ПК(У)-5.1
РД 3	Владеть методическими основами процесса проектирования оптимальных систем разработки нефтяных и газовых месторождений и методиками расчёта основных технологических показателей разработки нефтяных и газовых месторождений	И.ПК(У)-7.1

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 (модуль) 1. Материальный баланс нефтяных и газовых пластов и его использование при разработке	РД 1	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 2. Заводнение пластов нефтяных и газовых пластов при разработке	РД 2	Лекции	8
		Практические занятия	-
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30
Раздел (модуль) 3. Исследования скважин и показатели их работы	РД 3	Лекции	8
		Практические занятия	-

		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Материальный баланс (МБ) нефтяных и газовых пластов и его использование при разработке

Уравнение МБ для нефтяных и газовых пластов в условиях различных режимов разработки. Используется линейная форма уравнения МБ. Вывод уравнения МБ с учетом расширения газовой шапки, влияния законтурной области, сжимаемости породы и воды. Анализируются составляющие уравнения МБ. Рассматриваются допущения, значение, применение, исходные данные и ограничения уравнения МБ. Рассматривается сокращенный вид уравнения материального баланса. Используются различные линейные формы уравнения МБ для различных режимов разработки. Комментируется влияние режима разработки на решение МБ. Осуществляется вывод упрощенного уравнения МБ, уравнения мгновенного газового фактора.

Использование уравнения мгновенного газового фактора для адаптации истории разработки с использованием относительных фазовых проницаемостей. Применение метода Garner для определения параметров разработки в режиме растворенного газа и методов Tracy и Tracy Garner для определения показателей разработки для заданных условий. Показывается, как информация по истории эксплуатации скважины может быть включена в материальный баланс. Рассчитывается накопленный приток из законтурной области при известном значении ее объема, сжимаемости и перепада давления в ее пределах. Используются модели притока из законтурной области: Schilthuis и Van Everdingen - Hurst. Объясняется, как решение для границы с постоянным давлением может быть использовано при истощении давления.

Рассчитывается динамика притока из законтурной области для профиля снижающегося давления. Рассматривается линейная форма уравнения МБ для следующих режимов: водонапорный без газовой шапки, водонапорный с газовой шапкой (также при наличии небольшого объема законтурной области). Используется уравнение неустановившегося течения и материального баланса для проектирования показателей разработки (при истощении давления). Объясняется использование метода Фетковича для оценки притока из законтурной области.

Темы лекций:

1. Уравнение материального баланса
2. Практическое использование уравнения материального баланса
3. Приток из законтурной области

Названия лабораторных работ

1. Определение нефтеотдачи в зависимости от упругих свойств жидкости и породы.
2. Прогнозирование изменения давления на контуре нефтяного месторождения при упругом режиме в законтурной области пласта.
3. Прогнозирование показателей разработки месторождения и оценка эффективности использования пластовой энергии.

Раздел 2. Заводнение пластов нефтяных и газовых пластов при разработке

Приводятся основные положения процесса заводнения пластов. Дается определение кривой фракционального потока и влияние на форму кривой угла залегания, капиллярного давления и скорости заводнения. Приводятся формулы расчета соотношения подвижностей для определенного вида функций фазовых проницаемостей.

Вывод уравнения фронтального вытеснения Баклея-Левретта. Описывается физический смысл формы кривой фракционального потока и ее влияния на характер заводнения пластов. Определяется насыщенность прорыва нагнетаемой воды при помощи касательной к кривой фрак-

ционального потока. Описывается влияние вязкости на форму кривой. Представляется уравнение зависимости нефтеотдачи от коэффициента охвата и заводнения. Приводится различный характер заводнения для определенного распределения проницаемости по напластованию.

Цели заводнения. Анализ выработки запасов. Анализ эффективности системы разработки. Расчет коэффициента вытеснения. Прогноз коэффициента охвата заводнением по площади. Влияние выдержанности пластов по разрезу на плотность сетки скважин. Неоднородность пласта и её влияние на выбор системы разработки.

Влияние начальной газонасыщенности пласта на коэффициент нефтеизвлечения. Расчет коэффициента заводнения по методу Дикстра-Парсона. Прогноз коэффициента заводнения с использованием псевдофункций относительных фазовых проницаемостей.

Темы лекций

4. Несмешивающееся вытеснение
5. Заводнение пласта

Названия лабораторных работ

4. Определение показателей разработки месторождения при газонапорном режиме.
5. Расчет технологических показателей разработки залежи в условиях естественного водонапорного режима.
6. Определение показателей разработки нефтегазоконденсатного месторождения без воздействия на пласт.
7. Расчет технологических показателей разработки месторождения на основе моделей слоисто-неоднородного пласта и поршневого вытеснения нефти водой.

Раздел 3. Гидродинамические исследования скважин и показатели их работы

Теория радиального течения, которая включает Закон Дарси, установившееся и псевдоустановившееся течения несжимаемой жидкости в радиальной модели, продуктивность скважины в ограниченном пласте, загрязнение призабойной зоны, факторы, влияющие на отклонение от радиального течения, конусообразование, эффект гидравлического разрыва пласта (ГРП), влияние перфорации на продуктивность скважины, влияние неоднородности пласта.

Гидродинамические исследования на неустановившемся режиме фильтрации. Эффект сжимаемости жидкости в стволе скважины при восстановлении давления и использование палеточных диаграмм для обработки данных гидродинамических исследований на неустановившемся режиме фильтрации. Обработка конечных участков исследований на неустановившемся режиме для полубесконечных систем.

Исследование скважин в ограниченном пласте. Методы замеров пластового и забойного давлений и их использование в промысловых условиях. Использование гидродинамических исследований для мониторинга разработки нефтяных и газовых месторождений. Определение и мониторинг приемистости нагнетательных скважин. Динамика коэффициента приемистости. Методика Холла для нагнетательных скважин. Нагнетание в пласт подтоварной или неочищенной воды. Распределение проницаемости в трещине для нагнетательных скважин. Термальные эффекты при закачке воды в пласт. Качество закачиваемой воды. Отслеживание дебитов добывающих скважин.

Анализ методом кривой падения добычи. Прогноз характеристик заводнения на поздней стадии разработки. Теория радиального притока для несжимаемых, слабосжимаемых и сжимаемых флюидов. Многофазное течение в пласте. Отклонения от закона Дарси. Продуктивность скважины. Отклонения от условий радиального течения при однофазной фильтрации. Вывод уравнения для вертикального течения в трубах, его составляющие. Однофазное и многофазное течение в вертикальных и наклонных скважинах. Корреляционные модели для расчета движения газожидкостных смесей с учетом и без учета проскальзывания и режима течения. Кривые градиента давления. Оптимизация течения в трубах. Функции и виды штуцеров. Характеристики штуцеров. Течение через штуцеры. Критический расход. Оптимизация режима работы скважины.

Темы лекций:

6. Гидродинамические исследования скважин Контроль над работой скважин
7. Характеристика работы добывающей скважины

Названия лабораторных работ:

8. Расчёт технологических показателей разработки нефтяных залежей для семиточечной схемы при жёстком водонапорном режиме.
9. Определение показателей разработки залежи, работающей при режиме растворенного газа.
10. Определение влияния параметров сетки на решение однофазного одномерного уравнения фильтрации. Сравнение скорости сходимости явного и неявного численного метода.
11. Стационарные методы определения модифицированных фазовых проницаемостей.
12. Определение модифицированных фазовых проницаемостей по методу Кайта и Берри, методу Стоуна, методу взвешивания по поровому объёму.

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;
- Подготовка к лабораторным работам, к семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Основы автоматизации производственных процессов нефтегазового производства: учебник в электронном формате [Электронный ресурс] / под ред. М. Ю. Праховой. — 2-е изд., испр. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее образование. Бакалавриат. — Нефтегазовое дело. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Pentium 100 MHz, 16 Mb RAM, Windows 95/98/NT/2000, CDROM, SVGA, звуковая карта, Internet Explorer 5.0 и выше. — ISBN 978-5-4468-0658-4. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-96.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
2. Росляк, Александр Тихонович. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие [Электронный ресурс] / А. Т. Росляк, С. Ф. Санду; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 4.0 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m081.pdf> (контент) (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.
3. Санду, Сергей Фёдорович. Практикум по дисциплине "Разработка нефтяных и газовых месторождений": учебное пособие [Электронный ресурс] / С. Ф. Санду, А. Т. Росляк, В. М. Галкин;

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 1.5 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. Схема доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/62448> (контент) (контент) (дата обращения: 17.06.2020). — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Текст: электронный.

Дополнительная литература

1. Дейк, Л. П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений: пер. с англ. / Л. П. Дейк. — Москва: Премиум Инжиниринг, 2012. — 570 с.: ил. — Промышленный инжиниринг. — Библиография в конце глав. — Алфавитный указатель: с. 535-549. — ISBN 978-5-903363-27-8. — Текст: непосредственный
2. Джен, Фрэнк. Разведка и добыча углеводородов: пер. с англ. / Ф. Джен, М. Кук, М. Грэхем. — Москва: Премиум Инжиниринг, 2013. — 550 с.: ил. — Промышленный инжиниринг. — Предметный указатель: с. 541-549. — ISBN 978-5-903363-30-8. — Текст: непосредственный
3. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений. Геология нефти и газа: Автоматизированная обучающая система [Электронный ресурс] / Томский политехнический университет. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2004. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Виртуальный университет. — Текстовые файлы. — Системные требования: Windows 98/2000/ME/XP, Pentium 200 MHz и выше, 64 МБ оперативной памяти, 24-х CD-ROM/DVD дисковод, графический адаптер SVGA, 200 МБ свободного места на диске.
4. Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений: учебник / Ш. К. Гиматулинов [и др.]. — Изд. стер. — Москва: Альянс, 2016. — 302 с. — Библиогр.: с. 299. — Обозначения основных величин: с. 297-298. — ISBN 978-5-91872-136-0. — Текст: непосредственный

6.2. Информационное и программное обеспечение

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

- Информационно-справочных система «Кодекс» - <http://kodeks.lib.tpu.ru/>
- Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru/defaultx.asp>
- Электронно-библиотечная система «Консультант студента»
<http://www.studentlibrary.ru/>
- Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
- Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
- Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Libre Office;
2. tNavigator;
3. Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog, Pipesim);
4. Roxar (Tempest, RMS);
5. WellFlo;
6. Pansys;
7. SubPUMP;
8. FracPro_2019;
9. Webex Meetings;
10. Google Chrome;
11. Zoom.

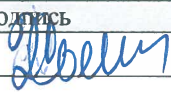
7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Компьютер - 12 шт.; Проектор - 1 шт.; Экран 180*180; Доска аудиторная маркерная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 22 посадочных мест; WinDjView, Acrobat Reader DC, Chrome, LibreOffice, Webex Meetings, Zoom. Corel Draw X5, tNavigator, Schlumberger (Petrel, Eclipse, Techlog, Pipesim), Roxar (Tempest, RMS), WellFlo, Pansys, SubPUMP, FracPro_2019	634034, Томская область, г. Томск, Советская улица, д. 73, стр. 1, 231/1

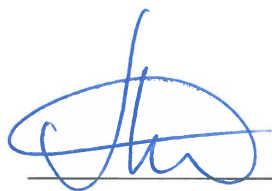
Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» по специализации «Petroleum Engineering / Нефтегазовый инжиниринг» направления 21.04.01 «Нефтегазовое дело» (прием 2020 г., очная форма).

Разработчик:

Должность	Подпись	ФИО
Доцент ОНД, к.х.н.		Хомяков И.С.

Программа одобрена на заседании Отделения нефтегазового дела (протокол от «26» июня 2020 г. № 25).

Руководитель выпускающего отделения
И.о. заведующего кафедрой – руководителя ОНД
на правах кафедры, д.г.-м.н, профессор


_____ /И.А. Мельник/
подпись

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании Отделения нефтегазового дела ИШ ПР НИ ТПУ (протокол)
2020/2021 учебный год	1. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». 2. Обновлено содержание программы (перечень практических и лабораторных занятий). 3. Обновлено программное обеспечение. 4. Обновлен список профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 5. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС.	От « 26 » июня 2020 г., протокол № 25