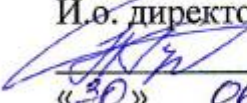
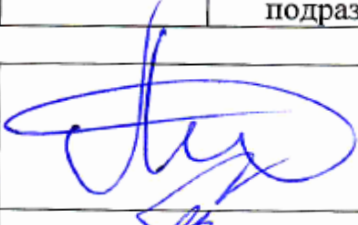
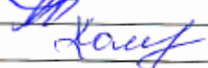
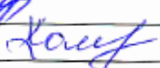


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
И.о. директора ИШПР  
 Н.В. Гусева  
«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2016 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

| Методы и технологии повышения производительности скважин |                                                     |         |    |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|----|
| Направление                                              | 21.03.01 «Нефтегазовое дело»                        |         |    |
| Образовательная программа<br>(направленность (профиль))  | «Нефтегазовое дело»                                 |         |    |
| Специализация                                            | «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» |         |    |
| Уровень образования                                      | высшее образование – бакалавриат                    |         |    |
| Курс                                                     | 5                                                   | семестр | 10 |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)           | 3                                                   |         |    |
| Виды учебной деятельности                                | Временной ресурс                                    |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                     | Лекции                                              | 12      |    |
|                                                          | Практические занятия                                | -       |    |
|                                                          | Лабораторные занятия                                | 10      |    |
|                                                          | ВСЕГО                                               | 22      |    |
| Самостоятельная работа, ч                                |                                                     | 86      |    |
| ИТОГО, ч                                                 |                                                     | 108     |    |

| Вид промежуточной аттестации                                                                                                   | экзамен                                                                              | Обеспечивающее подразделение | ОНД          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| И.о. зав. кафедрой –<br>руководителя<br>отделения нефтегазового<br>дела на правах кафедры<br>Руководитель ООП<br>Преподаватель |  |                              | Мельник И.А. |
|                                                                                                                                |  |                              | Брусник О.В. |
|                                                                                                                                |  |                              | Хомяков И.С. |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

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

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                                                                                      | Результаты освоения ООП | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | Код                                                         | Наименование                                                                                                                                                                                                                      |
| ПК(У)-4         | Способность оценивать риски и определять меры по обеспечению безопасности технологических процессов в нефтегазовом производстве                                                                                                                               | Р4<br>Р9                | ПК(У)-4.В1                                                  | Владеет опытом подбора методов интенсификации в соответствии с геолого-промысловыми данными                                                                                                                                       |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | ПК(У)-4.У1                                                  | Умеет оценивать качество операций интенсификации по промысловым данным                                                                                                                                                            |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | ПК(У)-4.31                                                  | Знает основные механизмы повреждения призабойной зоны пласта, принципы применения операций интенсификации                                                                                                                         |
| ПК(У)-15        | Способность принимать меры по охране окружающей среды и недр при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции, транспорте и хранении углеводородного сырья | Р4                      | ПК(У)-15.В1                                                 | Владеет навыками охраны окружающей среды при выполнении работ связанных с повышением производительности скважин                                                                                                                   |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | ПК(У)-15.У1                                                 | Умеет применять научный подход к охране окружающей среды и недр при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции               |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                               |                         | ПК(У)-15.31                                                 | Знает сущность и содержание научного подхода к охране окружающей среды и недр при строительстве, ремонте, реконструкции и восстановлении нефтяных и газовых скважин, добыче нефти и газа, сборе и подготовке скважинной продукции |

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части вариативного междисциплинарного профессионального модуля учебного плана образовательной программы.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                                                                                       | Компетенция         |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                                                                                          |                     |
| РД 1                                          | Знать методики увеличения коэффициента нефтеотдачи, технических средств, предназначенных для реализации процессов повышения производительности скважин.                                                                               | ПК(У)-4<br>ПК(У)-15 |
| РД 2                                          | Выполнять расчеты по оценке эффективности использования физико-химических методов повышения нефтеотдачи и методик по обработке призабойной зоны скважин с использованием современных методов моделирования и компьютерных технологий. | ПК(У)-4<br>ПК(У)-15 |
| РД 3                                          | Знать факторы, влияющие на выбор технологии добычи нефти и газа. Уметь выбирать оптимальные технологические параметры для добычи нефти и газа.                                                                                        | ПК(У)-4<br>ПК(У)-15 |

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. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.</b><br>Методы повышения компонентоотдачи и интенсификации притока скважины             | РД-1<br>РД-2<br>РД-3                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 22                |
| <b>Раздел 2.</b><br>Воздействие на призабойную зону скважин с целью интенсификации притока жидкости | РД-1<br>РД-2<br>РД-3                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 2                 |
|                                                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 22                |
| <b>Раздел 3.</b><br>Разработка месторождений горизонтальными скважинами                             | РД-1<br>РД-2<br>РД-3                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 22                |
| <b>Раздел 4.</b><br>Гидравлический разрыв пласта и кислотные обработки призабойной зоны пласта      | РД-1<br>РД-2<br>РД-3                         | Лекции                    | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Лабораторные занятия      | 3                 |
|                                                                                                     |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |

##### Содержание разделов дисциплины:

##### Раздел 1. Методы повышения компонентоотдачи и интенсификации притока скважины

Предмет и задачи курса. Методы повышения компонентоотдачи и интенсификации притока скважины. Анализ эффективности применения методов увеличения компонентоотдачи и интенсификации притока жидкости к скважинам

Предмет и задачи курса. Связь курса с фундаментальными дисциплинами. Анализ основных этапов и тенденций в развитии методов повышения компонентоотдачи пластов и интенсификации притока жидкости. Основные способы повышения компонентоотдачи пластов. Методы увеличения компонентоотдачи пластов. Классификация методов и факторы, определяющие их эффективность. Промышленное применение методов увеличения компонентоотдачи пластов. Управление процессом выработки запасов. Теоретические основы управляемого воздействия на пласт в целом или воздействие на ПЗП.

Обзор работ по увеличению и применению методов увеличения компонентоотдачи и интенсификации притока жидкости в России и за рубежом. Применение тепловых, химических методов. Анализ применения МУН в регионах Западной Сибири, какая роль отводится применению методов, повышающих темп отбора нефти с проведением различных ОПЗ пластов, ГРП и изоляции заколонных перетоков. Рассмотрение проведения методов МУН по этапам с учетом степени обводнения скважин. Классификация методов искусственного воздействия на пласт и ПЗС.

##### Тема лекции:

1. Предмет и задачи курса. Связь курса с фундаментальными дисциплинами

2. Методы увеличения компонентоотдачи пластов. Классификация методов и факторы, определяющие их эффективность
3. Обзор работ по увеличению и применению методов увеличения компонентоотдачи и интенсификации притока жидкости в России и за рубежом.

**Темы лабораторных занятий:**

1. Анализ применения МУН в регионах Западной Сибири, рассмотрение проведения МУН по этапам с учетом степени обводнения скважин.
2. Выбор оптимальной технологии повышения нефтеотдачи, классификация методов искусственного воздействия на пласт и ПЗС.

|                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Воздействие на призабойную зону скважин с целью интенсификации притока жидкости</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|

Разработка нефтяных месторождений с использованием заводнения, газовых методов, физико-химических, тепловых методов компонентоотдачи

Виды поддержания пластового давления путем заводнения. Технология заводнения. Системы расстановки скважин. Законтурное заводнение. Внутриконтурное заводнение. Охват пластов воздействием. Особенности обводнения скважин при разработке нефтяных месторождений. Коэффициент дренирования залежи, охват пласта заводнением, коэффициент вытеснения нефти водой из пористой среды. Геолого-физические факторы, влияющие на обводнение нефтяных скважин. Причины обводнения скважин и методы их выявления. Влияние свойств продукции и пласта на эффективность замещения нефти водой. Основные положения регулирования поддержания пластового давления. Основные факторы определяющие эффективность площадного заводнения. Системы размещения скважин при площадном заводнении. Основные характеристики ППД заводнением. Система водоснабжения при ППД заводнением. Классическая схема водоснабжения системы ППД. Использование глубинных вод для ППД. Роль и место системы заводнения в общей добывающей системе.

Методы предупреждения, изоляции и ограничения притока вод к забоям скважин. Факторы, повышающие компонентоотдачи пластов при ограничении притока воды.

Требования к качеству закачиваемой в пласт воды. Циклическое заводнение неоднородных пластов.

Заводнение пластов с применением полимеров. Механизм вытеснения нефти растворами полимеров. Критерии эффективного применения метода полимерного заводнения. Сочетание полимерного заводнения с другими технологиями. Применение ПАВ для повышения нефтеотдачи пласта.

Метод мицеллярно-полимерного заводнения. Механизм мицеллярно-полимерного заводнения. Применение щелочных растворов в сочетании с водорастворимыми полимерами. Типы вытеснения нефти смешивающимися с ней агентами.

Способы регулирования подвижности газовых агентов в пористой среде. Нагнетание газа. Технологическая схема процесса поддержания давления путем нагнетания газа в газовую шапку. Компрессорные станции. Технология закачки CO<sub>2</sub>. Недостатки метода закачки CO<sub>2</sub>. Поддержание пластового давления закачкой газа.

**Тема лекции:**

4. Физико-химические методы повышения нефтеотдачи. Применение ПАВ.
5. Физико-химические методы повышения нефтеотдачи. Применение полимеров

**Темы лабораторных занятий:**

4. Расчет необходимого объема закачиваемой воды для полной компенсации отбора жидкости
5. Циклическое воздействие при сформированной системе заводнения
6. Расчет технологического коэффициента извлечения нефти

### **Раздел 3. Разработка месторождений горизонтальными скважинами.**

Бурение боковых стволов, зарезка вторых стволов. Разработка месторождений горизонтальными скважинами

Зарезка вторых стволов из эксплуатационных колонн скважин, основные показатели для выбора скважин-кандидатов на зарезку второго ствола. Эффективность зарезок второго ствола, затраты по зарезке вторых стволов.

Разработка месторождений горизонтальными скважинами, длина горизонтальной скважины, область применения, площадь дренирования, расположение скважины, толщина пласта, недостатки применения горизонтальных скважин при разработке месторождений углеводородов.

#### **Тема лекции:**

6. Разработка месторождений горизонтальными скважинами
7. Особенности использования методов вторичного вскрытия пласта. Достоинства и недостатки применения горизонтальных скважин при разработке месторождений углеводородов

#### **Темы лабораторных занятий:**

7. Бурение боковых стволов, зарезка вторых стволов, длина горизонтальной скважины, область применения, площадь дренирования.

### **Раздел 4. Гидравлический разрыв пласта и кислотные обработки призабойной зоны пласта**

Механические методы воздействия. Гидравлический разрыв пласта. Механизм и технология гидравлического разрыва пласта. Оборудование и техника, применяемая для гидроразрыва пласта.

Обзор новых методов интенсификации притока жидкости в России и за рубежом. Причины отложения в ПЗС солей и обводнения скважин.

Кислотные обработки ПЗП. Кислотные обработки в терригенном и карбонатном коллекторах: цель, значения скин-фактора после проведения. Кислоты, применяемые для обработки. Достоинства и недостатки конкретных кислот. Первичные, вторичные и третичные реакции осадкообразования. Контроль pH при проведении кислотных обработок с целью минимизации рисков осадкообразования. Реагенты-модификаторы, применяемые для проведения кислотных обработок. Классификация по типам, назначение каждого вида добавок. Тестирование кислотных составов перед проведением обработок. Технологии проведения кислотных обработок ПЗП.

#### **Тема лекции:**

8. Гидравлический разрыв пласта.
9. Кислотные обработки призабойной зоны пласта
10. Технологии проведения кислотных обработок призабойной зоны пласта

#### **Темы лабораторных занятий:**

8. Проектирование гидравлического разрыва пласта.
9. Проектирование солянокислотной обработки призабойной зоны пласта.

## **5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Подготовка к практическим занятиям и экзамену;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

1. Ильина, Галина Фёдоровна. Методы и технологии повышения нефтеотдачи для коллекторов Западной Сибири: учебное пособие [Электронный ресурс] / Г. Ф. Ильина, Л. К. Алтунина; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений (ГРНМ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 2.0 МВ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/m007.pdf>

2. Апасов, Т. К.. Методы интенсификации добычи нефти и повышения нефтеотдачи для месторождений Западной Сибири: учебное пособие [Электронный ресурс] / Апасов Т. К., Апасов Р. Т., Апасов Г. Т.. — Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. — 187 с. — Книга из коллекции ТюмГНГУ - Инженерно-технические науки.. — ISBN 978-5-9961-1179-4.

Схема доступа: <https://e.lanbook.com/book/91835>

#### **Дополнительная литература**

1. Белов Е.Г., Пиротехнические составы для интенсификации нефтедобычи: учебное пособие / Белов Е. Г., Коробков А. М., - Казань: Издательство КНИТУ, 2016. - 84 с. - ISBN 978-5-7882-2008-6

Схема доступа <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788220086.html>

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

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. Zoom Zoom
2. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic,
3. Document Foundation LibreOffice;
4. Google Chrome.

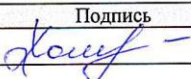
## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

| №  | Наименование специальных помещений                                                                                                                                                                                                                 | Наименование оборудования                                                                 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс).<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 309. | Комплект учебной мебели на 27 посадочных мест;<br>Компьютер - 13 шт.;<br>Проектор - 1 шт. |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.<br>634028, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, строен.5, аудитория 314.                      | Комплект учебной мебели на 51 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.;<br>Проектор - 2 шт.  |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.03.01 «Нефтегазовое дело», профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» (приема 2016 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

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

Программа одобрена на заседании обеспечивающей кафедры ГРНМ (протокол от «\_24\_» \_\_06\_\_ 2016 г. № 5).

И. о. заведующего кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры, д.г.-м.н, профессор

  
подпись

И. А. Мельник

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                  | Содержание /изменение                                                                               | Обсуждено на заседании<br>ОНД (протокол) |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 2018_/2019<br>учебный<br>год | 1. Актуализировано содержание раздела «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» | От 25. 06.2018 г.<br>№ 22                |
| 2019_/2020<br>учебный<br>год | 1. Актуализирован раздел «Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины»      | От 24. 06.2019 г.<br>№ 15                |