

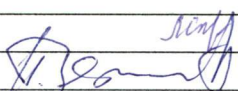
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2015 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

| Подземная гидромеханика                                                                                                                                                                                                                |                                  |         |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------|----|
| Направление подготовки/<br>специальность<br>Образовательная программа<br>(направленность (профиль))<br>Специализация<br>Уровень образования<br><br>Курс<br>Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)<br>Виды учебной деятельности | 21.05.02 «Прикладная геология»   |         |    |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Прикладная геология              |         |    |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Геология нефти и газа            |         |    |
|                                                                                                                                                                                                                                        | высшее образование – специалитет |         |    |
|                                                                                                                                                                                                                                        | 6                                | семестр | 11 |
|                                                                                                                                                                                                                                        | 3                                |         |    |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Временной ресурс                 |         |    |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                                                                                                                                   | Лекции                           |         | 8  |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Практические занятия             |         | -  |
|                                                                                                                                                                                                                                        | Лабораторные занятия             |         | 8  |
|                                                                                                                                                                                                                                        | ВСЕГО                            |         | 16 |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                                                                                                                              |                                  | 92      |    |
| ИТОГО, ч                                                                                                                                                                                                                               |                                  | 108     |    |

|                              |       |                              |     |
|------------------------------|-------|------------------------------|-----|
| Вид промежуточной аттестации | зачет | Обеспечивающее подразделение | ОНД |
|------------------------------|-------|------------------------------|-----|

|                                                                     |                                                                                     |               |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| И.о. заведующий кафедрой -<br>руководитель ОНД<br>на правах кафедры |                                                                                     | Мельник И.А.  |
| Руководитель ООП                                                    |  | Строкова Л.А. |
| Преподаватель                                                       |                                                                                     | Зятиков П.Н.  |

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

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

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                 | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций) |                                                                                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                          | Код                                                         | Наименование                                                                         |
| ПСК(У)-3.7      | Готовность применять знания физико-химической механики для осуществления технологических процессов сбора и подготовки продукции скважин нефтяных и газовых месторождений | ПСК(У)-3.7.B2                                               | Владеть методами расчета одномерных гомогенных и многофазных потоков жидкости и газа |
|                 |                                                                                                                                                                          | ПСК(У)-3.7.У2                                               | Решать и проводить анализ задач подземной нефтегазовой гидромеханики                 |
|                 |                                                                                                                                                                          | ПСК(У)-3.7.32                                               | Основные понятия и законы фильтрации нефти, газа и воды                              |

## 2. Место дисциплины 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:

| Код  | Планируемые результаты обучения по дисциплине <sup>1</sup>                                                  | Индикатор достижения компетенции |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|      | Наименование                                                                                                |                                  |
| РД 1 | Владеть навыками в построении различных моделей в подземной гидромеханике и методиками расчета этих моделей | ПСК(У)-3.7                       |
| РД 2 | Практическое применение законов фильтрации для прикладной геологии.                                         | ПСК(У)-3.7                       |

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 <sup>2</sup> | Объем времени, ч. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|
| <b>Раздел 1.</b><br>Физические основы подземной гидромеханики. Дифференциальные уравнения фильтрации. | РД1<br>РД2                                   | Лекции                                 | 2                 |
|                                                                                                       |                                              | Практические занятия                   | -                 |
|                                                                                                       |                                              | Лабораторные занятия                   | 2                 |
|                                                                                                       |                                              | Самостоятельная работа                 | 20                |

|                                                                                                                         |            |                        |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------|----|
| <b>Раздел 2.</b> Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа. | РД1<br>РД2 | Лекции                 | 2  |
|                                                                                                                         |            | Практические занятия   | -  |
|                                                                                                                         |            | Лабораторные занятия   | 4  |
|                                                                                                                         |            | Самостоятельная работа | 24 |
| <b>Раздел 3.</b> Основы теории фильтрации многофазных систем. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей.               | РД1<br>РД2 | Лекции                 | 2  |
|                                                                                                                         |            | Практические занятия   | -  |
|                                                                                                                         |            | Лабораторные занятия   | -  |
|                                                                                                                         |            | Самостоятельная работа | 24 |
| <b>Раздел 4.</b> Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация. Основы численного моделирования.         | РД1<br>РД2 | Лекции                 | 2  |
|                                                                                                                         |            | Практические занятия   | -  |
|                                                                                                                         |            | Лабораторные занятия   | 2  |
|                                                                                                                         |            | Самостоятельная работа | 24 |

Содержание разделов дисциплины:

|                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 1. Физические основы подземной гидромеханики. Дифференциальные уравнения фильтрации</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

Цель, задачи курса и его связь со смежными дисциплинами. Понятие о моделировании. Модели фильтрационного течения и коллекторов. Характеристики коллекторов. Законы фильтрации.

Дифференциальный подход к описанию фильтрационного течения. Уравнения течения для пористых сред. Общая система уравнений. Уравнения фильтрации для трещиновато-пористой среды.

**Темы лекций:**

1. Физические основы подземной гидромеханики. Дифференциальные уравнения фильтрации

**Названия лабораторных работ:**

1. Законы фильтрации нефти, газа, воды. Границы применимости закона Дарси и нелинейные законы в задачах фильтрации пластовых флюидов.

|                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Раздел 2. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа.</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений. Сравнительный анализ основных видов одномерного течения по закону Дарси. Исследование плоско-радиального течения. Анализ одномерных потоков при нелинейных законах фильтрации. Фильтрация в неоднородных средах.

Упругая жидкость. Примеры течений. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруго-водонапорного и замкнуто-упругого режима. Неустановившееся фильтрация газа в пористой среде.

**Темы лекций:**

2. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа

**Названия лабораторных работ:**

2. Плоские установившиеся фильтрационные потоки.

### 3. Неустановившееся фильтрация жидкости и газа в пористой среде

#### **Раздел (модуль) 3. Основы теории фильтрации многофазных систем. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей.**

Основные характеристики многофазной фильтрации. Исходные уравнения многофазной фильтрации. Потенциальное движение газированной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. Задача Баклея-Левретта и ее обобщения. Задача Рапопорта – Лиса.

Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой.

#### **Темы лекций:**

3. Основы теории фильтрации многофазных систем. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей.

#### **Раздел 4. Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация. Основы численного моделирования многокомпонентной фильтрации.**

Метод суперпозиции (потенциалов). Фильтрационный поток от нагнетательной скважины к эксплуатационной. Приток к группе скважин с удаленным контуром питания. Приток к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания. Приток к скважине, расположенной вблизи непроницаемой прямолинейной границы. Приток к скважине в пласте с произвольным контуром питания. Приток к бесконечным цепочкам и кольцевым батареям скважин. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений (метод Борисова).

Сущность математического моделирования. Прямые и обратные задачи. Математическое моделирование процессов фильтрации (основные проблемы).

#### **Темы лекций:**

4. Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация. Основы численного моделирования.

#### **Названия лабораторных работ:**

4. Метод суперпозиции (потенциалов).

### **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;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

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

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

#### **Основная литература:**

1. Квеско, Бронислав Брониславович. Подземная гидромеханика : учебное пособие [Электронный ресурс] / Б. Б. Квеско, Е. Г. Карпова;

Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт природных ресурсов (ИПР), Кафедра геологии и разработки нефтяных месторождений (ГРНМ). — 2-е изд.. — 1 компьютерный файл (pdf; 1.9 MB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2012. : <http://ezproxy.ha.tpu.ru:2230/fulltext2/m/2013/m020.pdf>

2. Кадет, Валерий Владимирович. Подземная гидромеханика : учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / В. В. Кадет, Н. М. Дмитриев. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Академия, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Высшее образование. Бакалавриат. — Нефтегазовое дело. — Электронная версия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/FN/fn-41.pdf>
3. Дмитриев, Николай Михайлович Введение в подземную гидромеханику: учебное пособие / Н. М. Дмитриев, В. В. Кадет; Российский государственный университет нефти и газа им. И. М. Губкина (РГУ Нефти и Газы). — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: ЦентрЛитНефтеГаз, 2009. — 268 с.

#### Дополнительная литература:

1. Тетельмин, Владимир Владимирович. Нефтегазовое дело. Полный курс : Учебное пособие : ВО - Бакалавриат. — 2. — Долгопрудный: Издательский дом "Интеллект", 2014. — 800 с.. — ВО - Бакалавриат. — ISBN 9785915590638. Схема доступа: <http://new.znaniy.com/go.php?id=542471>
2. Таранова, Л.В. Оборудование подготовки и переработки нефти и газа. [Электронный ресурс] / Л.В. Таранова, А.Г. Мозырев. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 236 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64509>

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

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

- Электронный курс «Подземная гидромеханика»  
<https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2577>

Научно-электронная библиотека eLIBRARY.RU - <https://elibrary.ru>

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

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

1. Cisco Webex Meetings;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic;
4. Google Chrome;
5. Schlumberger Eclipse 2019 Academic Floating;
6. Zoom Zoom.

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

| №  | Наименование специальных помещений                                             | Наименование оборудования                                                                                               |
|----|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, | Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 2 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 90 посадочных мест |

|    |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                      |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    | консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)<br>634028 Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 2, стр.5, 305                                                                                |                                                                                      |
| 2. | 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, стр.5, 338 | Компьютер - 35 шт.; Проектор - 1 шт., Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест. |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 21.05.02 «Прикладная геология» / специализация «Геология нефти и газа» (приема 2015 г., заочная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность | Подпись | ФИО          |
|-----------|---------|--------------|
| профессор |         | П.Н. Зятиков |
| доцент    |         | Ю.Н. Орлова  |

Программа одобрена на заседании кафедры ГРПИ (Протокол заседания каф. ГРПИ № 28 от 30.08.2016).

Заведующий кафедрой-руководитель  
отделения геологии на правах кафедры,  
д.г.-м.н., доцент

  
подпись /Гусева Н.В./

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| <b>Учебный<br/>год</b>        | <b>Содержание /изменение</b>                                                                                                                                                                                                         | <b>Обсуждено на<br/>заседании<br/>отделения<br/>/кафедры<br/>(протокол)</b> |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 2017/2018<br>учебный<br>год   | 1. Обновлено программное обеспечение.<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины.<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания<br>каф. ГРПИ № 38 от<br>25.05.2017                       |
| 2018/2019<br>учебный<br>год   | 1. Обновлено программное обеспечение.<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины.<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания<br>ОГ № 4 от<br>28.06.2018                               |
|                               | 5. Изменена система оценивания (для дисциплин и практик, реализация которых начнется с осеннего семестра 2018/19 учебного года и в последующих семестрах до завершения реализации программы).                                        | Протокол заседания<br>ОГ № 5 от<br>29.08.2018                               |
| 2019/2020<br>учебный<br>год   | 1. Обновлено программное обеспечение.<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины.<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания<br>ОГ №12 от<br>24.06.2019                               |
| 2020 / 2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение.<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины.<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС. | Протокол заседания<br>ОГ №21 от<br>29.06.2020                               |