

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Косенок Сергей Михайлович  
Должность: ректор  
Дата подписания: 18.06.2024 13:34:34  
Уникальный программный ключ:  
e3a68f3eaa1e62674b54f4998099d3d6bfdcf836

**Бюджетное учреждение высшего образования**  
Ханты-Мансийского автономного округа-Югры  
"Сургутский государственный университет"

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

\_\_\_\_\_ Е.В. Коновалова

13 июня 2024г., протокол УМС №5

# МОДУЛЬ ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ДИСЦИПЛИН

## Подземная гидромеханика

### рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Экспериментальной физики**

Учебный план g030402-ЦифрТех-24-1.plx  
Направление 03.04.02 Физика  
Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

Квалификация **Магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе:  
аудиторные занятия 64  
самостоятельная работа 53  
часов на контроль 27

Виды контроля в семестрах:  
экзамены 2

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 2 (1.2) |     | Итого |     |
|---|---------|-----|-------|-----|
|   | уп      | рп  |       |     |
| Неделя                                    | 17 2/6  |     |       |     |
| Вид занятий                               | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                    | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Практические                              | 32      | 32  | 32    | 32  |
| Итого ауд.                                | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Контактная работа                         | 64      | 64  | 64    | 64  |
| Сам. работа                               | 53      | 53  | 53    | 53  |
| Часы на контроль                          | 27      | 27  | 27    | 27  |
| Итого                                     | 144     | 144 | 144   | 144 |

Программу составил(и):

*к.ф.-м.н., Доцент, Сысоев С.М.*

Рабочая программа дисциплины

**Подземная гидромеханика**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 914)

составлена на основании учебного плана:

Направление 03.04.02 Физика

Направленность (профиль): Цифровые технологии в геофизике

утвержденного учебно-методическим советом вуза от 13.06.2024 протокол № 5.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Экспериментальной физики**

Зав. кафедрой д.ф.-м.н, профессор Ельников А.В.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | в области обучения - сформировать базовые знания, умения, навыки для понимания процессов, происходящих в пласте при разработке нефтяных и газовых месторождений, и для решения задач подземной гидродинамики.                                    |
| 1.2 | в области воспитания –эффективно работать индивидуально и в команде, проявлять умения и навыки, необходимые для профессионального и личностного развития, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия; |
| 1.3 | в области развития –осваивать новые профессиональные знания и умения, стремиться к самоорганизации и самообразованию, непрерывному профессиональному самосовершенствованию в течение всей жизни.   |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Цикл (раздел) ООП: | Б1.О.03  |
| <b>2.1</b>         | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1              | Промысловая геофизика  |
| <b>2.2</b>         | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1              | Методы гидродинамических исследований пластов  |

**3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****ОПК-1.1: Анализирует научно-исследовательские задачи, применяя фундаментальные знания в области физики****ОПК-1.2: Выбирает оптимальный метод решения научно-исследовательских задач, используя фундаментальные знания в области физики**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

|            |  |
|------------|--|
| <b>3.1</b> | <b>Знать:</b>  |
| 3.1.1      | законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов в пористых и трещиноватых средах;                        |
| 3.1.2      | влияние гидродинамического несовершенства скважин и фильтрационных сопротивлений на точность определений параметров пласта |
| <b>3.2</b> | <b>Уметь:</b>  |
| 3.2.1      | применять профессиональную терминологию в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин;                    |
| 3.2.2      | самостоятельно решать задачи пространственной фильтрации;  |
| 3.2.3      | работать в коллективе, решая задачи по интерпретации результатов гидродинамических исследований скважин;                   |
| 3.2.4      | применять и совершенствовать полученные навыки при решении задач разработки месторождений.                                 |

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература                              | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|-------------|---|------------|
|             | <b>Раздел 1. Физические основы подземной гидромеханики</b>                               |                |       |             |   |            |
| 1.1         | Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов. Характеристики коллекторов. /Лек/ | 2              | 4     | ОПК-1.1     | Л1.1 Л1.3Л2.2<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 |            |

|   |   |   |   |                    |   |             |
|---|---|---|---|--------------------|---|-------------|
| 1.2   | Модели фильтрационного течения, флюидов и коллекторов. /Пр/   | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3<br>Л1.4Л2.3<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2     |             |
| 1.3   | Характеристики коллекторов. /Ср/  | 2 | 6 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.2<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |             |
| <b>Раздел 2. Дифференциальные уравнения фильтрации</b>              |   |   |   |                    |   |             |
| 2.1   | Скорость фильтрации. Общая система уравнений подземной гидромеханики. Закон Дарси. Уравнения потенциального движения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещинно-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения. /Лек/ | 2 | 4 | ОПК-1.1            | Л1.1 Л1.3Л2.2<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |             |
| 2.2   | Уравнения потенциального движения для пористой среды. Уравнения фильтрации для трещинно-пористой среды. Начальные и граничные условия. Замыкающие соотношения /Пр/  | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.3<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |             |
| 2.3   | Уравнения фильтрации для трещинно-пористой среды. /Ср/  | 2 | 6 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |             |
| <b>Раздел 3. Установившаяся потенциальная одномерная фильтрация</b> |   |   |   |                    |   |             |
| 3.1   | Виды одномерных потоков. Исследование одномерных течений. Фильтрация в неоднородных средах. Приток к несовершенным скважинам. Влияние радиуса скважины на её производительность. /Лек/  | 2 | 4 | ОПК-1.1            | Л1.1<br>Л1.3Л2.5Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2               |             |
| 3.2   | Исследование одномерных течений. Фильтрация в неоднородных средах /Пр/  | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |             |
| 3.3   | Приток к несовершенным скважинам. /Ср/  | 2 | 6 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |             |
| 3.4   | /Контр.раб./  | 2 | 0 |                    |   | Задания для |
| <b>Раздел 4. Нестационарная фильтрация упругой жидкости и газа</b>  |   |   |   |                    |   |             |

|  |   |   |   |                    |   |  |
|--|---|---|---|--------------------|---|--|
| 4.1  | Упругая жидкость. Понятия об упругом режиме пласта. Основные параметры теории упругого режима. Уравнение пьезопроводности. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнутоупругого режимов. Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. Уравнение Лейбензона. /Лек/ | 2 | 4 | ОПК-1.1            | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1 Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2        |  |
| 4.2  | Уравнение пьезопроводности. Приток к скважине в пласте неограниченных размеров. Приток к скважине в пласте конечных размеров в условиях упруговодонапорного и замкнутоупругого режимов. /Пр/  | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.1<br>Л2.3 Л2.5Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2             |  |
| 4.3  | Неустановившаяся фильтрация газа в пористой среде. /Ср/   | 2 | 6 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.1<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5         |  |
| <b>Раздел 5. Основы теории фильтрации многофазных систем</b> |   |   |   |                    |   |  |
| 5.1  | Связь с проблемой нефтегазоотдачи пластов. Основные характеристики многофазной фильтрации. Исходные уравнения многофазной фильтрации. Потенциальное движение газированной жидкости. Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. /Лек/   | 2 | 4 | ОПК-1.1            | Л1.1<br>Л1.3Л2.5Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2                       |  |
| 5.2  | /Контр.раб./  | 2 | 0 |                    | Л1.3Л3.1 Л3.2   |  |
| 5.3  | Потенциальное движение газированной жидкости. Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей. /Пр/  | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |  |
| 5.4  | Фильтрация водонефтяной смеси и многофазной жидкости. /Ср/  | 2 | 6 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3Л2.1<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |  |
| <b>Раздел 6. Основы фильтрации неньютоновских жидкостей</b>  |   |   |   |                    |   |  |
| 6.1  | Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. Образование застойных зон при вытеснении нефти водой. /Лек/   | 2 | 4 | ОПК-1.1            | Л1.3<br>Л1.4Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1 Э2                       |  |
| 6.2  | Одномерные задачи фильтрации вязкопластичной жидкости. /Пр/   | 2 | 4 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.3 Л1.4Л2.3<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2                     |  |

|  |   |   |    |                    |   |
|--|---|---|----|--------------------|---|
| 6.3  | Образование застойных зон при вытеснении нефти водой /Ср/   | 2 | 6  | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.3 Л1.4Л2.2<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |
| <b>Раздел 7. Установившаяся потенциальная плоская (двухмерная) фильтрация</b>                      |   |   |    |                    |   |
| 7.1  | 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. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Интерференция несовершенных скважин /Лек/ | 2 | 4  | ОПК-1.1            | Л1.3 Л1.4Л2.2<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |
| 7.2  | Приток к группе скважин с удаленным контуром питания. Приток к скважине в пласте с прямолинейным контуром питания.<br><br>/Пр/  | 2 | 4  | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.3 Л1.4Л2.3<br>Л2.4Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |
| 7.3  | Приток к скважине, расположенной вблизи непроницаемой прямолинейной границы. /Ср/   | 2 | 6  | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.1<br>Л2.3Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |
| <b>Раздел 8. Решение плоских задач фильтрации методами теории функций комплексного переменного</b> |   |   |    |                    |   |
| 8.1  | Общие положения теории функций комплексного переменного. Характеристическая функция, потенциал и функция тока. Характеристические функции некоторых основных типов плоского потока. Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. Характеристическая функция течения для кольцевой батареи скважин. /Лек/                       | 2 | 4  | ОПК-1.1            | Л1.1 Л1.3Л2.2<br>Л2.3Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |
| 8.2  | Характеристические функции некоторых основных типов плоского потока. Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. /Пр/   | 2 | 4  | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.3<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2             |
| 8.3  | Характеристическая функция течения при совместном действии источника и стока. /Ср/  | 2 | 11 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.3Л2.2<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 |
| <b>Раздел 9. Подземная гидродинамика</b>   |   |   |    |                    |   |

|     |           |   |    |                    |  |                    |
|-----|-----------|---|----|--------------------|--|--------------------|
| 9.1 | /Экзамен/ | 2 | 27 | ОПК-1.1<br>ОПК-1.2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4Л2.1 Л2.2<br>Л2.3 Л2.4<br>Л2.5Л3.1 Л3.2<br>Э1 Э2 Э3 Э4<br>Э5 | Вопросы к экзамену |
|-----|-----------|---|----|--------------------|--|--------------------|

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации

Представлены отдельным документом

### 5.2. Оценочные материалы для диагностического тестирования

Представлены отдельным документом

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|                                  | Авторы, составители   | Заглавие   | Издательство, год  | Колич-во |
|----------------------------------|---|--|--|----------|
| Л1.1                             | Афанаскин И. В.,<br>Вольпин С. Г., Юдин<br>В. А.                        | Подземная гидромеханика: курс лекций   | Москва:<br>Федеральный<br>научный центр<br>Научно-<br>исследовательский<br>институт<br>системных<br>исследований<br>Российской<br>академии наук,<br>2017 | 27       |
| Л1.2                             | Карнаухов М. Л.,<br>Пьянкова Е. М.                                      | Современные методы гидродинамических исследований скважин: Справочник инженера по исследованию скважин | Москва: Инфра-<br>Инженерия, 2013,<br>электронный<br>ресурс  | 1        |
| Л1.3                             | Басниев К. С.,<br>Дмитриев Н. М.,<br>Каневская Р. Д.,<br>Максимов В. М. | Подземная гидромеханика: учебное пособие   | Москва, Ижевск:<br>Регулярная и<br>хаотическая<br>динамика,<br>Ижевский институт<br>компьютерных<br>исследований,<br>2006, электронный<br>ресурс         | 1        |
| Л1.4                             | Савинкова Л. Д.   | Основы подземной нефтегазогидромеханики: Учебное пособие   | Оренбург:<br>Оренбургский<br>государственный<br>университет, ЭБС<br>АСВ, 2017,<br>электронный<br>ресурс  | 1        |
| 6.1.2. Дополнительная литература |   |  |  |          |
|                                  | Авторы, составители   | Заглавие   | Издательство, год  | Колич-во |

|      | Авторы, составители                              | Заглавие  | Издательство, год   | Колич-во |
|------|--|---|---|----------|
| Л2.1 | Шадрин А. В., Крец В. Г.                         | Основы нефтегазового дела: учебное пособие                | Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016, электронный ресурс     | 1        |
| Л2.2 | Дмитриев Н. М.                                   | Лекции по подземной гидромеханике. Выпуск 1.              | Москва: Издательство "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2002, электронный ресурс | 1        |
| Л2.3 | Дмитриев Н. М.                                   | Подземная гидромеханика. Пособие для семинарских занятий. | Москва: Интерконтакт Наука, 2008, электронный ресурс  | 1        |
| Л2.4 | Зеливянская О.Е.                                 | Петрофизика: учебное пособие                              | Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015, электронный ресурс               | 1        |
| Л2.5 | Коновалова Л. Н., Зиновьева Л. М., Гукасян Т. К. | Физика пласта: Учебное пособие                            | Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016, электронный ресурс               | 1        |

### 6.1.3. Методические разработки

|      | Авторы, составители         | Заглавие  | Издательство, год  | Колич-во |
|------|-----------------------------|---|--|----------|
| Л3.1 | Сысоев С. М.                | Подземная гидродинамика: методические рекомендации по освоению дисциплины и задания для подготовки к экзамену | Сургут: Издательский центр СурГУ, 2019, электронный ресурс                                   | 1        |
| Л3.2 | Хохлова Н. Ю., Жаткин С. С. | Гидромеханика нефти и газа в примерах и задачах: Учебно-методическое пособие                                  | Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018, электронный ресурс | 1        |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

|    |   |
|----|---|
| Э1 | Лекциопедия - библиотека лекционного материала: ( <a href="http://lektsiopedia.org">lektsiopedia.org</a> ).               |
| Э2 | Электронная библиотека «Нефть и газ»: <a href="http://www.oglibrary.ru/">http://www.oglibrary.ru/</a>                     |
| Э3 | Общество инженеров-нефтяников (SPE): <a href="http://www.spe.org">http://www.spe.org</a>                                  |
| Э4 | портал научно-технической информации электронной библиотеки «Нефть и газ»: <a href="http://www.nglib.ru">www.nglib.ru</a> |
| Э5 | журнал «Нефтегазовое дело»: <a href="http://www.ogbus.ru">http://www.ogbus.ru</a>   |

### 6.3.1 Перечень программного обеспечения



|  |   |
|--|---|
| 6.3.1.1  | Пакет прикладных программ Microsoft Office  |
| 6.3.1.2  | Операционная система Windows  |
| <b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b> |   |
| 6.3.2.1  | <a href="http://www.garant.ru">http://www.garant.ru</a> Информационно-правовой портал Гарант.ру               |
| 6.3.2.2  | <a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a> Справочно-правовая система Консультант Плюс |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

|     |   |
|-----|---|
| 7.1 | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа (лабораторных занятий), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена: комплект специализированной учебной мебели, маркерная (меловая) доска, комплект переносного мультимедийного оборудования - компьютер, проектор, проекционный экран, компьютеры с возможностью выхода в Интернет и доступом в электронную информационно-образовательную среду. Обеспечен доступ к сети Интернет и в электронную информационную среду организации. |
|-----|---|