

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Клочков Юлий Сергеевич  
Должность: и.о. ректора  
Дата подписания: 13.05.2024 15:27:48  
Уникальный программный ключ:  
4e7c4ea90328ec8e65c5d8058549a2558d7400d1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
**«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Председатель КСН



Ю.В. Ваганов

« 31 » 08 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины: Гидромеханика нефтяного и газового пласта  
специальность: 21.05.06 - Нефтегазовые техника и технологии  
направленность: Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений  
форма обучения: очная, заочная

Рабочая программа разработана в соответствии с утвержденным учебным планом от 08.06.2020 г. и требованиями ОПОП ВО по специальности 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии направленность «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» к результатам освоения дисциплины «Гидромеханика нефтяного и газового пласта».

Рабочая программа рассмотрена  
на заседании Высшей инженерной школы ЕГ

Протокол № 01 от «31» августа 2020 г.

Директор ВИШ ЕГ



А.Л. Пимнев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

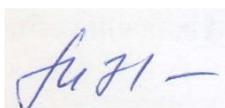
«31» 08 2020 г.



А.Е. Анашкина

Рабочую программу разработал:

М.И. Забоева, доцент, к.т.н., доцент



## 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью дисциплины является формирование знаний, умений и навыков у обучающихся, способных ставить и решать научно-практические задачи, квалифицированно и компетентно оценивать правильность решений при описании фильтрации жидкостей в пористых и трещинных горных породах при разработке нефтегазовых залежей.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана специальности 21.05.06 – «Нефтегазовые техника и технологии», направленность «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений».

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

*Знание:*

- основ высшей математики, физики, информатики, технологических процессов нефтегазовой отрасли;
- методики проведения экспериментальных работ, исследований и проектирования;
- назначения и принципов работы программного обеспечения, используемого в профессиональной деятельности.

*Умения:*

- использовать компьютерные технологии для решения профессиональных задач, пользоваться средствами обработки информации;
- применять математические методы для решения новых типовых профессиональных задач.

*Владение:*

- навыками использования информационных технологий;
- навыками по изучению, участию в разработке методических и нормативных документов для решения поставленных задач.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Таблица 3.1

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции (ИДК)  | Код и наименование результата обучения по дисциплине   |
|--|---|--|
| 1  | 2   | 3  |
| УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | Знать: УК-1.31<br>- методы системного и критического анализа;<br>- методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации                                     | Знать законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов  |
|  | Уметь: УК-1.У1<br>- применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций;<br>- разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации | Уметь применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   | <p>Владеть: УК-1.В1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций;</li> <li>- методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий</li> </ul>  | <p>Владеть решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости</p>  |
| <p>ПКС-6.<br/>Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности</p> | <p>Знать: ПКС-6.31</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные производственные процессы, представляющие единую цепочку нефтегазовых технологий, функций производственных подразделений организации и производственных связей между ними, правил технической эксплуатации технологических объектов нефтегазового комплекса и методов управления режимами их работы</li> </ul> | <p>Знать основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>   |
|   | <p>Уметь: ПКС-6.У1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- в сочетании с сервисными компаниями и специалистами технических служб корректировать технологические процессы с учетом реальной ситуации</li> </ul>   | <p>Уметь интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p>                                       |
|   | <p>Владеть: ПКС-6.В1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками руководства производственными процессами в нефтегазовой отрасли с применением современного оборудования и материалов</li> </ul>  | <p>Владеть методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций</p>  |
| <p>ПКС-10.<br/>Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности</p>        | <p>Знать: ПКС-10.31</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли</li> </ul>  | <p>Знать методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>  |
|   | <p>Уметь: ПКС-10.У1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы</li> </ul>  | <p>Уметь обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Владеть: ПКС-10.В1<br>- способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | Владеть методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период |
|--|--|---|

#### 4. Объем дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 5 зачетных единицы, 180 часов.

Таблица 4.1.

| Форма обучения | Курс/семестр | Аудиторные занятия / контактная работа, час. |                      |                      |          | Самостоятельная работа, час. | Форма промежуточной аттестации |
|----------------|--------------|--|----------------------|----------------------|----------|------------------------------|--------------------------------|
|                |              | Лекции                                       | Практические занятия | Лабораторные занятия | контроль |                              |                                |
| очная          | 3/6          | 32   | 16                   | 16                   | 36       | 80                           | Экзамен, КР                    |
| заочная        | 4/7          | 10   | 10                   | 8                    | 9        | 143                          | Экзамен, КР                    |

#### 5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины.  
очная форма обучения (ОФО)

Таблица 5.1.1

| № п/п | Структура дисциплины |   | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК                          | Оценочные средства          |
|-------|----------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|----------------------------------|-----------------------------|
|       | Номер раздела        | Наименование раздела  | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |                                  |                             |
| 1     | 1                    | Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа                  | 2                        | 1   | 1    | 10        | 14          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 2     | 2                    | Установившаяся фильтрация газированной жидкости                               | 2                        | 1   | 1    | 10        | 14          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 3     | 3                    | Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую | 4                        | 2   | 2    | 10        | 18          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 4     | 4                    | Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости                                  | 4                        | 2   | 2    | 10        | 18          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 5     | 5                    | Неустановившаяся фильтрация газа  | 4                        | 2   | 2    | 10        | 18          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 6     | 6                    | Движение границы раздела двух жидкостей с учетом                              | 6                        | 3   | 3    | 10        | 22          | УК-1.У1<br>ПКС-6.У1<br>ПКС-      | Тестирование, решение       |

|        |                    |   |    |    |    |     |     |                                  |                             |
|--------|--------------------|---|----|----|----|-----|-----|----------------------------------|-----------------------------|
|        |                    | неполноты вытеснения  |    |    |    |     |     | 10.У1                            | задач                       |
| 7      | 7                  | Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах | 4  | 2  | 2  | 10  | 18  | УК-1.У1<br>ПКС-6.У1<br>ПКС-10.У1 | Тестирование, решение задач |
| 8      | 8                  | Фильтрация неньютоновских жидкостей                                   | 6  | 3  | 3  | 10  | 22  | УК-1.В1<br>ПКС-6.В1<br>ПКС-10.В1 | Тестирование, решение задач |
| 9      | Текущие аттестации |   | -  | -  | -  | 15  | 15  |                                  | Аттестационные вопросы      |
| 9      | Курсовая работа    |   |    |    |    | 10  | 10  |                                  | Доклад и защита             |
| 10     | Экзамен            |   |    |    |    | 11  | 11  |                                  | Экзаменационный тест        |
| Итого: |                    |   | 32 | 16 | 16 | 116 | 180 |                                  |                             |

### Заочная форма обучения (ЗФО)

| № п/п | Структура дисциплины |   | Аудиторные занятия, час. |     |      | СРС, час. | Всего, час. | Код ИДК                          | Оценочные средства          |
|-------|----------------------|---|--------------------------|-----|------|-----------|-------------|----------------------------------|-----------------------------|
|       | Номер раздела        | Наименование раздела  | Л.                       | Пр. | Лаб. |           |             |                                  |                             |
| 1     | 1                    | Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа                  | 1                        | 1   | 1    | 17        | 20          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 2     | 2                    | Установившаяся фильтрация газированной жидкости                               | 1                        | 1   | 1    | 17        | 20          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 3     | 3                    | Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую | 1                        | 1   | 1    | 17        | 20          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 4     | 4                    | Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости                                  | 1                        | 1   | 1    | 17        | 20          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 5     | 5                    | Неустановившаяся фильтрация газа  | 1                        | 1   | 1    | 17        | 20          | УК-1.31<br>ПКС-6.31<br>ПКС-10.31 | Тестирование, решение задач |
| 6     | 6                    | Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения         | 2                        | 2   | 1    | 17        | 22          | УК-1.У1<br>ПКС-6.У1<br>ПКС-10.У1 | Тестирование, решение задач |
| 7     | 7                    | Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах         | 2                        | 2   | 1    | 17        | 22          | УК-1.У1<br>ПКС-6.У1<br>ПКС-10.У1 | Тестирование, решение задач |
| 8     | 8                    | Фильтрация неньютоновских жидкостей   | 1                        | 1   | 1    | 24        | 27          | УК-1.В1<br>ПКС-6.В1<br>ПКС-10.В1 | Тестирование, решение задач |
| 9     | Курсовая работа      |   |                          |     |      | 4         | 4           |                                  | Доклад и защита             |

|        |         |    |    |   |     |     |  |                      |
|--------|---------|----|----|---|-----|-----|--|----------------------|
| 10     | Экзамен |    |    |   | 5   | 5   |  | Экзаменационный тест |
| Итого: |         | 10 | 10 | 8 | 152 | 180 |  |                      |

#### очно-заочная форма обучения (ОЗФО)

Не реализуется.

### 5.2. Содержание дисциплины.

#### 5.2.1. Содержание разделов дисциплины (дидактические единицы).

##### **Раздел 1. Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа.**

Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Дифференциальные уравнения установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Функция Л.С. Лейбензона. Установившаяся фильтрация сжимаемой (упругой) жидкости и идеального газа. Средневзвешенное давление. Фильтрация реального газа. Формирование Интеллектуально-познаватель-ных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора.

##### **Раздел 2. Установившаяся фильтрация газированной жидкости.**

Установившаяся фильтрация газированной жидкости. Растворимость газа в нефти. Насыщенность порового пространства жидкой фазой. Фазовая проницаемость пористой среды. Газовый фактор. Определение распределения давления в пласте и дебита жидкости и газа в условиях притока к галереи к совершенной скважине. Функция С.А. Христиановича и ее определения по методам Б.Б. Лапука, И.А. Чарного и Г.Б. Пыхачева.

##### **Раздел 3. Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую.**

Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую (поршневое вытеснение). Условия на границе раздела двух жидкостей. Скорость перемещения границы раздела. Плоско–параллельное и плоско–радиальное вытеснение нефти водой. Время полного вытеснения нефти водой. Анализ явления поднятия подошвенной воды (конусообразование).

##### **Раздел 4. Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости.**

Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости. Упругий режим пласта и его характерные особенности. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте. Дифференциальное уравнение упругого режима фильтрации. Точные решения уравнения пьезопроводности для притока к галерее и точечному стоку в неограниченном пласте. Понятия о точных решениях для ограниченного пласта круговой и полосообразной формы. Приближенные методы решения нестационарной фильтрации упругой жидкости. Метод последовательной смены стационарных состояний. Метод А.М. Пирвердяна. Метод Э.Б. Чекалюка. Суперпозиция в задачах упругого режима.

##### **Раздел 5. Неустановившаяся фильтрация газа.**

Неустановившаяся фильтрация газа. Дифференциальное уравнение Л.С. Лейбензона нестационарной фильтрации газа. Линеаризация дифференциального уравнения Л.С. Лейбензона и его основное решение. Метод последовательной смены стационарных состояний для газа.

##### **Раздел 6. Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения.**

Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения. Основные характеристики многофазной фильтрации. Относительная фазовая проницаемость. Скорость фильтрации отдельных фаз. Дифференциальные уравнения многофазной фильтрации: уравнения неразрывности, уравнения движения, уравнения состояния жидкостей. Основы теории вытеснения нефти водой. Полная система дифференциальных уравнений для плоско-параллельного течения в горизонтальном пласте. Теория Баклея-Левретта. Скачок

насыщенности. Координата фронта насыщенности. Определение водонасыщенности на фронте вытеснения и средней водонасыщенности в области двухфазного течения по графику функции Леверетта. Определение времени безводного периода при непоршневом вытеснении нефти водой. Определение коэффициента нефтеотдачи в случаях без связанной воды и со связанной водой.

#### **Раздел 7. Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.**

Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте.

#### **Раздел 8. Фильтрация неньютоновских жидкостей.**

Фильтрация неньютоновских жидкостей. Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязко-пластичной жидкости. Зональность распространения многолетне-мерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.

5.2.2. Содержание дисциплины/модуля по видам учебных занятий.

### **Лекционные занятия**

Таблица 5.2.1

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема лекции   |
|-------|--------------------------|-------------|-----|------|---|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |   |
| 1     | 1                        | 2           | 1   | -    | Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Дифференциальные уравнения установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Функция Л.С. Лейбензона. Установившаяся фильтрация сжимаемой (упругой) жидкости и идеального газа. Средневзвешенное давление. Фильтрация реального газа. Формирование Интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора.   |
| 2     | 2                        | 2           | 1   | -    | Установившаяся фильтрация газированной жидкости. Растворимость газа в нефти. Насыщенность порового пространства жидкой фазой. Фазовая проницаемость пористой среды. Газовый фактор. Определение распределения давления в пласте и дебита жидкости и газа в условиях притока к галереи к совершенной скважине. Функция С.А. Христиановича и ее определения по методам Б.Б. Лапука, И.А. Чарного и Г.Б. Пыхачева.   |
| 3     | 3                        | 4           | 1   | -    | Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую (поршневое вытеснение). Условия на границе раздела двух жидкостей. Скорость перемещения границы раздела. Плоско-параллельное и плоско-радиальное вытеснение нефти водой. Время полного вытеснения нефти водой. Анализ явления поднятия подошвенной воды (конусообразование).  |
| 4     | 4                        | 4           | 1   | -    | Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости. Упругий режим пласта и его характерные особенности. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте. Дифференциальное уравнение упругого режима фильтрации. Точные решения уравнения пьезопроводности для притока к галерее и точечному стоку в неограниченном пласте. Понятия о точных решениях для ограниченного пласта круговой и полоскообразной формы. Приближенные методы решения нестационарной фильтрации упругой жидкости. Метод последовательной смены стационарных состояний. Метод А.М. Пирвердяна. Метод Э.Б. Чекалюка. Суперпозиция в |

|        |   |    |    |   |   |
|--------|---|----|----|---|---|
|        |   |    |    |   | задачах упругого режима.  |
| 5      | 5 | 4  | 1  | - | Неустановившаяся фильтрация газа. Дифференциальное уравнение Л.С. Лейбензона нестационарной фильтрации газа. Линеаризация дифференциального уравнения Л.С. Лейбензона и его основное решение. Метод последовательной смены стационарных состояний для газа.   |
| 6      | 6 | 6  | 2  | - | Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения. Основные характеристики многофазной фильтрации. Относительная фазовая проницаемость. Скорость фильтрации отдельных фаз. Дифференциальные уравнения многофазной фильтрации: уравнения неразрывности, уравнения движения, уравнения состояния жидкостей. Основы теории вытеснения нефти водой. Полная система дифференциальных уравнений для плоско-параллельного течения в горизонтальном пласте. Теория Баклея-Левретта. Скачок насыщенности. Координата фронта насыщенности. Определение водонасыщенности на фронте вытеснения и средней водонасыщенности в области двухфазного течения по графику функции Левретта. Определение времени безводного периода при непоршневом вытеснении нефти водой. Определение коэффициента нефтеотдачи в случаях без связанной воды и со связанной водой. |
| 7      | 7 | 4  | 2  | - | Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте.  |
| 8      | 8 | 6  | 1  | - | Фильтрация неньютоновских жидкостей. Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязко-пластичной жидкости. Зональность распространения многолетне-мерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.  |
| Итого: |   | 32 | 10 | X | X   |

### Практические занятия

Таблица 5.2.2

| № п/п  | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема практического занятия   |
|--------|--------------------------|-------------|-----|------|--|
|        |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |  |
| 1      | 1                        | 1           | 1   | -    | Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации  |
| 2      | 2                        | 1           | 1   | -    | Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси   |
| 3      | 3                        | 2           | 1   | -    | Установившийся приток жидкости к группе гидродинамически совершенных скважин. Интерференция скважин. Связь плоской задачи теории фильтрации с теорией функций комплексного переменного |
| 4      | 4                        | 2           | 1   | -    | Влияние гидродинамического несовершенства скважины на ее дебит   |
| 5      | 5                        | 2           | 1   | -    | Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах  |
| 6      | 6-8                      | 8           | 5   | -    | Аналогия между установившейся фильтрацией сжимаемой жидкости (газа) и несжимаемой жидкости. Функция Лейбензона   |
| Итого: |                          | 16          | 10  | X    | X  |

### Лабораторные работы

| №<br>п/<br>п | Номер раздела<br>дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема практического занятия  |
|--------------|-----------------------------|-------------|-----|------|---|
|              |                             | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |   |
| 1            | 1                           | 1           | 1   | -    | Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа                  |
| 2            | 2                           | 1           | 1   | -    | Установившаяся фильтрация газированной жидкости                               |
| 3            | 3                           | 2           | 1   | -    | Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую |
| 4            | 4                           | 2           | 1   | -    | Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости                                  |
| 5            | 5                           | 2           | 1   | -    | Неустановившаяся фильтрация газа  |
| 6            | 6-8                         | 8           | 3   | -    | Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения         |
| Итого:       |                             | 16          | 8   | X    | X   |

## Самостоятельная работа студента

Таблица 5.2.4

| № п/п | Номер раздела дисциплины | Объем, час. |     |      | Тема  | Вид СРС  |
|-------|--------------------------|-------------|-----|------|---|--|
|       |                          | ОФО         | ЗФО | ОЗФО |   |  |
| 1     | 1                        | 10          | 17  | -    | Установившееся движение однородной сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Дифференциальные уравнения установившейся фильтрации сжимаемой жидкости и газа по закону Дарси. Функция Л.С. Лейбензона. Установившаяся фильтрация сжимаемой (упругой) жидкости и идеального газа. Средневзвешенное давление. Фильтрация реального газа. Формирование Интеллектуально-познавательных умений по стимулированию познавательной активности и расширению кругозора.   | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям                            |
| 2     | 2                        | 10          | 17  | -    | Установившаяся фильтрация газированной жидкости. Растворимость газа в нефти. Насыщенность порового пространства жидкой фазой. Фазовая проницаемость пористой среды. Газовый фактор. Определение распределения давления в пласте и дебита жидкости и газа в условиях притока к галереи к совершенной скважине. Функция С.А. Христиановича и ее определения по методам Б.Б. Лапука, И.А. Чарного и Г.Б. Пыхачева.   | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию |
| 3     | 3                        | 10          | 17  | -    | Установившийся фильтрационный поток, в котором одна жидкость вытесняет другую (поршневое вытеснение). Условия на границе раздела двух жидкостей. Скорость перемещения границы раздела. Плоско-параллельное и плоско-радиальное вытеснение нефти водой. Время полного вытеснения нефти водой. Анализ явления поднятия подошвенной воды (конусообразование).  | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям                            |
| 4     | 4                        | 10          | 17  | -    | Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости. Упругий режим пласта и его характерные особенности. Подсчет упругого запаса жидкости в пласте. Дифференциальное уравнение упругого режима фильтрации. Точные решения уравнения пьезопроводности для притока к галерее и точечному стоку в неограниченном пласте. Понятия о точных решениях для ограниченного пласта круговой и полосообразной формы. Приближенные методы решения нестационарной фильтрации упругой жидкости. Метод последовательной смены стационарных состояний. Метод А.М. Пирвердяна. Метод Э.Б. Чекалюка. Суперпозиция в задачах упругого режима. | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям, подготовка к тестированию |
| 5     | 5                        | 10          | 17  | -    | Неустановившаяся фильтрация газа. Дифференциальное уравнение Л.С. Лейбензона нестационарной фильтрации газа. Линеаризация дифференциального   | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям                            |

|        |     |     |     |   |   |  |
|--------|-----|-----|-----|---|---|--|
|        |     |     |     |   | уравнения Л.С. Лейбензона и его основное решение. Метод последовательной смены стационарных состояний для газа.   |  |
| 6      | 6   | 10  | 17  | - | Движение границы раздела двух жидкостей с учетом неполноты вытеснения. Основные характеристики многофазной фильтрации. Относительная фазовая проницаемость. Скорость фильтрации отдельных фаз. Дифференциальные уравнения многофазной фильтрации: уравнения неразрывности, уравнения движения, уравнения состояния жидкостей. Основы теории вытеснения нефти водой. Полная система дифференциальных уравнений для плоско-параллельного течения в горизонтальном пласте. Теория Баклея-Левретта. Скачок насыщенности. Координата фронта насыщенности. Определение водонасыщенности на фронте вытеснения и средней водонасыщенности в области двухфазного течения по графику функции Левретта. Определение времени безводного периода при непоршневом вытеснении нефти водой. Определение коэффициента нефтеотдачи в случаях без связанной воды и со связанной водой. | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям                |
| 7      | 7   | 10  | 17  | - | Движение жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте.  | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям                |
| 8      | 8   | 10  | 24  | - | Фильтрация неньютоновских жидкостей. Реологические модели фильтрующихся жидкостей и нелинейные законы фильтрации. Одномерные задачи фильтрации вязко-пластичной жидкости. Зональность распространения многолетнемерзлых пород в Западной Сибири. Особенности протаивания и промерзания ММП.   | Изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и тестированию |
| 9      | 1-8 | 36  | 9   | - | Подготовка к экзамену   | Прохождение экзаменационного теста   |
| Итого: |     | 116 | 152 | X | X   | X  |

5.2.3. Преподавание дисциплины/модуля ведется с применением следующих видов образовательных технологий:

- визуализация учебного материала в PowerPoint в диалоговом режиме (лекционные занятия);
- работа в малых группах (лабораторная работа).

## 6. Тематика курсовых работ/проектов

1. Основные понятия, законы фильтрации нефти газа воды. Системы единиц измерений, применяемые в подземной гидромеханике.
2. Границы применимости закона Дарси и нелинейные законы в задачах фильтрации пластовых флюидов.
3. Исследование одномерных фильтрационных потоков несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси.
4. Исследование движения жидкости со свободной поверхностью в пористой среде.
5. Изучение интерференции совершенных скважин при фильтрации нефти и газа.
6. Изучение особенностей притока жидкости и газа к несовершенным скважинам (при линейных и нелинейных законах фильтрации).
7. Исследование одномерных фильтрационных потоков упругой жидкости и газа (прямолинейно-параллельный и плоскорадиальный потоки).
8. Изучение приближенных методов решения задач притока газа.
9. Движение жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.
10. Изучение основ теории неизотермической фильтрации.
11. Безнапорное течение жидкости.
12. Влияние радиуса скважины на ее производительность.
13. Влияние скорости воды на нефтеотдачу пласта.
14. Движение газов в пористой среде.
15. Движение реальных газов в пористой среде по линейному закону фильтрации.
16. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор.
17. Изучение гидродинамических моделей методов повышения нефтеотдачи и газоконденсатоотдачи пластов.
18. Исследования скважин на нестационарных режимах. Анализ кривых восстановления давления (КВД).
19. Источники пластовой энергии.
20. Методы определения параметров пластов и скважин при упругом режиме фильтрации.
21. Мицеллярные растворы и их применение в нефтедобыче.
22. Неустановившееся движение и метод последовательной смены стационарных состояний (ПССС).
23. Неустановившееся радиальное движение газированной жидкости в пористой среде.
24. Неустановившееся радиальное движение газов по линейному закону фильтрации.
25. Неустановившуюся фильтрацию жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.
26. Одномерная задача о вытеснении нефти водой.
27. Одномерное и радиальное движение несжимаемой жидкости в условиях водонапорного режима.
28. Одномерные потоки фильтрации.
29. Особенности фильтрации неньютоновских жидкостей.
30. Плоско-радиальное движение жидкости в неоднородных пластах.
31. Поршневое вытеснение нефти водой при нестационарной фильтрации.
32. Расчет предельных дебитов горизонтальных скважин в пластах с подошвенной водой.
33. Простейшие фильтрационные потоки и методы их исследования.
34. Радиальное установившееся движение газов по линейному закону фильтрации.
35. Теория конусообразования Маскета-Чарного.
36. Установившееся движение газа, не подчиняющееся линейному закону фильтрации.
37. Фильтрация нефти и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых породах. Закон Буссинеска.
38. Фильтрация неньютоновских жидкостей.
39. Проницаемость горных пород.

**Объём:**

1. Расчетно-пояснительная записка (РПЗ) – 25...50 стр.

**Содержание РПЗ:**

1. Введение.
2. Цель и задачи курсовой работы.
3. Краткая теория по теме курсовой работы.
4. Примеры числовых расчетов и графических решений.
5. Практическое использование полученных результатов.
6. Заключение. Выводы и рекомендации.
7. Список использованных источников.

**7. Контрольные работы**

Контрольные работы учебным планом не предусмотрены

**8. Оценка результатов освоения дисциплины/модуля**

8.1. Критерии оценивания степени полноты и качества освоения компетенций в соответствии с планируемыми результатами обучения приведены в Приложении 1.

8.2. Рейтинговая система оценивания степени полноты и качества освоения компетенций обучающихся очной формы обучения представлена в таблице 8.1.

Таблица 8.1

| № п/п                              | Виды мероприятий в рамках текущего контроля  | Количество баллов |
|------------------------------------|--|-------------------|
| <b>1 текущая аттестация</b>        |  |                   |
| 1                                  | Тест по 1 и 2 разделам   | 0-15              |
| 2                                  | Отчет о выполнении практической работ «Границы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси». Защита лабораторных работ   | 0-15              |
| ИТОГО за первую текущую аттестацию |  | 0-30              |
| <b>2 текущая аттестация</b>        |  |                   |
| 1                                  | Тест по 3, 4 и 5 разделам  | 0-15              |
| 2                                  | Отчет о выполнении практической работ «Установившийся приток жидкости к группе гидродинамически совершенных скважин. Интерференция скважин. Связь плоской задачи теории фильтрации с теорией функций комплексного переменного. Влияние гидродинамического несовершенства скважины на ее дебит» Защита лабораторных работ | 0-15              |
| ИТОГО за вторую текущую аттестацию |  | 0-30              |
| <b>3 текущая аттестация</b>        |  |                   |
| 1                                  | Тест по 6, 7 и 8 разделам  | 0-15              |
| 2                                  | Отчет о выполнении практической работ «Установившаяся фильтрация несжимаемой   | 0-15              |

|                                    |  |            |
|------------------------------------|--|------------|
|                                    | жидкости в неоднородных пластах. Аналогия между установившейся фильтрацией сжимаемой жидкости (газа) и несжимаемой жидкости. Функция Лейбензона» Защита лабораторных работ |            |
| 3                                  | Дополнительный бонусный тест   | 0-10       |
| ИТОГО за третью текущую аттестацию |  | 0-40       |
| <b>ВСЕГО</b>                       |  | <b>100</b> |

## 9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень рекомендуемой литературы представлен в Приложении 2.

9.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- ЭБС «Издательства Лань»;
- ЭБС «Электронного издательства ЮРАЙТ»;
- Собственная полнотекстовая база (ПБД) БИК ТИУ;
- Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU»;
- ЭБС «IPRbooks»;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина;
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГНТУ (г. Уфа);
- Научно-техническая библиотека ФГБОУ ВПО УГТУ (г. Ухта);
- ЭБС «Перспект»;
- ЭБС «Консультант студент»;
- Поисковые системы Internet: Яндекс, Гугл.
- Система поддержки учебного процесса Educon.

9.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в т.ч. отечественного производства:

- MS Office

## 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения для проведения всех видов работы, предусмотренных учебным планом, укомплектованы необходимым оборудованием и техническими средствами обучения.

Таблица 10.1

| № п/п | Перечень оборудования, необходимого для освоения дисциплины/модуля | Перечень технических средств обучения, необходимых для освоения дисциплины/модуля (демонстрационное оборудование) |
|-------|--|---|
| 1     | Компьютерный класс (персональные компьютеры)                       | Комплект мультимедийного оборудования: проектор, экран,   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | компьютер, акустическая система.<br>Локальная и корпоративная сеть |
|--|--|--|

## 11. Методические указания по организации СРС

### 11.1. Методические указания по подготовке к практическим занятиям.

На практических занятиях обучающиеся изучают методику и выполняют типовые расчеты. Для эффективной работы обучающиеся должны иметь инженерные калькуляторы и соответствующие канцелярские принадлежности. В процессе подготовки к практическим занятиям обучающиеся могут прибегать к консультациям преподавателя. Наличие конспекта лекций на практическом занятии обязательно!

Задания на выполнение типовых расчетов на практических занятиях обучающиеся получают индивидуально. Порядок выполнения типовых расчетов изложены в следующих методических указаниях:

1. Муравьев К.А. // Методические указания к практическим и лабораторным занятиям «Подземная гидромеханика» для студентов всех форм обучения. Сургут. 2015., 36 с.

### 11.2. Методические указания по организации самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающихся заключается в получении заданий (тем) у преподавателя для индивидуального освоения. Преподаватель на занятии дает рекомендации необходимые для освоения материала. В ходе самостоятельной работы обучающиеся должны выполнить типовые расчеты, подготовиться к выполнению экспериментов (исследований) и изучить теоретический материал по разделам. Обучающиеся должны понимать содержание выполненной работы (знать определения понятий, уметь разъяснить значение и смысл любого термина, используемого в работе и т.п.).

1. Муравьев К.А. // Методические указания по организации самостоятельной работы и изучению дисциплины «Подземная гидромеханика нефтяного и газового пласта» для студентов направления 21.05.06 Нефтегазовые техники и технологии всех форм обучения, 26 с.

### Планируемые результаты обучения для формирования компетенции и критерии их оценивания

Дисциплина «Подземная гидромеханика нефтяного пласта».

Код, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

| Код компетенции  | Код и наименование результата обучения по дисциплине   | Критерии оценивания результатов обучения  |  |   |   |
|--|--|---|--|---|---|
|  |  | 1-2   | 3  | 4   | 5   |
| УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | Знать законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов  | Не знает законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов  | Частично знает законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов   | Знает законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов   | Знает и умеет применять на практике законы, закономерности и особенности фильтрации жидкостей и газов   |
|  | Уметь применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин | Не умеет, верно, применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин | Слабо умеет, верно, применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин | Умеет верно применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин                  | Умеет быстро и в оптимальных объемах верно применять основные законы высшей математики, физики в области разработки и эксплуатации нефтяных и газовых скважин |
|  | Владеть решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости                       | Не владеет решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости                               | Обладает слабыми навыками решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости                   | Владеет навыками решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости, но допускает незначительные ошибки | В совершенстве владеет решениями неустановившейся и установившейся пространственной фильтрации сжимаемой жидкости   |

|  |  |   |  |   |   |
|--|--|---|--|---|---|
| <p>ПКС-6.</p> <p>Способность применять процессный подход в практической деятельности, сочетать теорию и практику в выбранной сфере профессиональной деятельности</p> | <p>Знать основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>       | <p>Не знает основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>             | <p>Частично знает основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>          | <p>Знает правила основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>                | <p>Знает и умеет применять на практике основные законы фильтрации жидкостей в различных средах при установившемся и неустановившемся движениях</p>              |
|  | <p>Уметь интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p> | <p>Не умеет верно интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p> | <p>Слабо умеет верно интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p> | <p>Умеет верно интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p>            | <p>Умеет быстро и в оптимальных объемах верно интерпретировать результаты исследования гидродинамически несовершенных скважин при нестационарной фильтрации</p> |
|  | <p>Владеть методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций</p>                    | <p>Не владеет методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций</p>                          | <p>Обладает слабыми методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций</p>                       | <p>Владеет методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций, но допускает незначительные ошибки</p> | <p>В совершенстве владеет методами расчета предельных безводных и безгазовых дебитов скважин различных конструкций</p>  |
| <p>ПКС-10. Способность проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с</p>  | <p>Знать методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>                                | <p>Не знает методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>                                      | <p>Частично знает методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>                                   | <p>Знает методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>   | <p>Знает и умеет применять на практике методы анализа информации при исследовании скважин гидродинамическими методами</p>                                       |

|  |   |  |   |   |  |
|--|---|--|---|---|--|
| выбранной сферой профессиональной деятельности | Уметь обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений | Не умеет верно обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений | Слабо умеет верно обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений | Умеет верно обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений | Умеет быстро и в оптимальных объемах верно обрабатывать, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты при решении задач разработки месторождений |
|  | Владеть методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период   | Не владеет методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период   | Обладает слабыми навыками работы с методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период  | Владеет навыками работы с методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период, но допускает незначительные ошибки           | В совершенстве владеет навыками работы с методикой прогнозирования продвижения границы раздела и нефтеотдачи за безводный период   |

**КАРТА**  
**обеспеченности дисциплины (модуля) учебной и учебно-методической литературой**

Дисциплина Подземная гидромеханика нефтяного пласта

Код, специальность 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

Направленность «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений»

| № п/п | Название учебного, учебно-методического издания, автор, издательство, вид издания, год издания                           | Количество экземпляров в БИК | Контингент обучающихся, использующих указанную литературу | Обеспеченность обучающихся литературой, % | Наличие электронного варианта в ЭБС (+/-) |
|-------|--|------------------------------|---|---|---|
| 2     | Квеско Б.Б., Карпова Е.Г. Подземная гидромеханика: учебное пособие – Томский политехнический университет, 2012. – 168 с. | Электр. ресурс               | 30  | 100                                       | +   |