***На правах рукописи***

Минобрнауки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра геологии, геодезии и кадастра

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*«Б1.Д.В.13 Подземная гидромеханика»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*21.03.01 Нефтегазовое дело*

(код и наименование направления подготовки)

*Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «*Б1.Д.В.13 Подземная гидромеханика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра геологии, геодезии и кадастра

*наименование кафедры*

протокол № \_\_21\_\_\_\_от "\_12\_" \_\_\_\_02\_\_\_\_ 2024\_г.

Заведующий кафедрой

Кафедра геологии, геодезии и кадастра В.П. Петрищев

*наименование кафедры подпись расшифровка подписи*

*Исполнители:*

Доцент Т.В. Леонтьева

Содержание

[1 Цели и задачи освоения дисциплины 4](#_Toc10198438)

[2 Место дисциплины в структуре образовательной программы 5](#_Toc10198439)

[3 Требования к результатам обучения по дисциплине 6](#_Toc10198440)

[4 Структура и содержание дисциплины 8](#_Toc10198441)

[4.1 Структура дисциплины 8](#_Toc10198442)

[4.2 Содержание разделов дисциплины 8](#_Toc10198443)

[5 Требования к результатам обучения, формы их контроля и виды оценочных средств 11](#_Toc10198445)

[5.1 Соответствие разделов дисциплины и контрольно-измерительных материалов, и их количества 12](#_Toc10198446)

5.3 Задания творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения………………………………………………………16

[5.4 План самостоятельной работы студента по изучению дисциплины 17](#_Toc10198449)

[6 Учебно-методическое обеспечение дисциплины 20](#_Toc10198450)

[6.1 Основная литература 20](#_Toc10198451)

[6.2 Дополнительная литература 21](#_Toc10198452)

[6.3 Периодические издания 21](#_Toc10198453)

[6.4 Интернет-ресурсы 22](#_Toc10198454)

[Список использованных источников 23](#_Toc10198455)

Введение

В методических указаниях изложены цели, задачи, содержание, структура дисциплины и методические указания по ее изучению. Приведен перечень формируемых компетенций и наименование индикаторов достижения компетенции, планируемые результаты обучения, типы контроля, виды оценочных средств по уровню сложности и трудоемкость изучения дисциплины. Методические указания содержат учебно-методическое обеспечение дисциплины, которое включает перечень обязательной литературы, дополнительной, периодических изданий и интернет-ресурсы, которые способствуют лучшему усвоению материала по основам палеонтологии и общей стратиграфии.

Методические указания предназначены для студентов по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело по профилю: «Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти» очной формы обучения.

1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель (цели)** освоения дисциплины:

Изучить основы механики жидкости, газа и многофазных сред, законы гидростатики и гидродинамической теории фильтрации жидкостей и газов в однородных и неоднородных, изотропных и анизотропных средах. Рассмотреть виды течения идеальных и вязких жидкостей, понятия турбулентности, установившегося и неустановившегося течения однофазных и многофазных сред в трубах, основы нефтяной и газовой динамики. Познакомиться с газонефтяной динамикой призабойной зоны скважины, интерференцией и суперпозицией течения, несовершенством скважин и гидродинамическими расчетами фильтрационно-емкостных характеристик.

**Задачи:**

-освоить основные понятия и законы гидростатики: уметь применить основное уравнение гидростатики на практике;

-освоить закон Бернулли для установившегося течения жидкости в трубах и уметь применить его при решении задач для простых трубопроводов;

-изучить два режима течения жидкости, опыты и число Рейнольдса, формулы Дарси-Вейсмана, Вейсмана и др., освоить расчеты потерь напора жидкости;

-познакомиться с расчетами простых трубопроводных систем;

-освоить практическое применение закона Дарси для радиальной фильтрации жидкости и газа;

-освоить гидродинамические расчеты на стационарных и нестационарных режимах фильтрации жидкости и газов, уравнение пьезопроводности и динамика давления.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: Б1.Д.В.2 Гидравлика и нефтегазовая гидромеханика

Постреквизиты дисциплины: Б1.Д.В.Э.3.1 Нефтепромысловая геология

# **3 Требования к результатам обучения по дисциплине**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения (таблица 1).

Таблица 1 – Требования к результатам обучения по дисциплине [1, 2]

| Код и наименование формируемых компетенций | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций |
| --- | --- | --- |
| ПК\*-8 Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | ПК\*-8-В-1 Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли  ПК\*-8-В-2 Планирует и проводит необходимые эксперименты, обрабатывает, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие; выводы  ПК\*-8-В-3 Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | **Знать:** методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли  **Уметь:** планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы.  **Владеть:** способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности |
| ПК\*-9 Готов участвовать в работе научных конференций и семинаров в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности | ПК\*-9-В-1 Знает основные направления научных исследований в нефтегазовой отрасли  ПК\*-9-В-2 Обосновает актуальности и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; составляет научно-обоснованные доклады по проблемам в нефтегазовой отрасли  ПК\*-9-В-3 Владеет методами представления результатов собственных исследований в виде компьютерной презентации | **Знать:** основные направления научных исследований в нефтегазовой отрасли  **Уметь:** обосновать актуальности и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; составлять научно-обоснованные доклады по проблемам в нефтегазовой отрасли.  **Владеть:** методами представления результатов собственных исследований в виде компьютерной презентации. |

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 академических часа) [3,4].

Трудоемкость, академических часов очной формы обучения: Лекции 52 часов, практические работы 34 часов, промежуточная аттестация 0,25, самостоятельная работа 129,75 часов. Итоговый контроль зачет.

4.2 Содержание разделов дисциплины

**Предмет и объект изучения дисциплины.**

Предмет, цели, задачи и объект изучения дисциплины, история становления и развитие теории фильтрации отечественной школы.

**Гидростатика. Равновесие капельной жидкости.**

Гидростатика, основные понятия, законы Паскаля, Архимеда, законы газового состояния, равновесие капельной жидкости, основное уравнение гидростатики. Равновесие жидкости в поле действия различных сил.

**Давление, сила давления на криволинейную и прямолинейную поверхность.**

Сила давления на твердую поверхность, координаты центра давления. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность, горизонтальная и вертикальная составляющие.

**Основные законы установившегося течения жидкостей в трубах.**

Основные законы установившегося течения жидкостей в трубах, уравнение Бернулли для идеальной и вязкой струйки жидкости, физическая и графическая интерпретация уравнения Бернулли. Понятие о полном, скоростном и пьезометрическом напорах, определение расхода, скорости фильтрации.

**Основные понятия движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса.**

Ламинарный и турбулентный режимы течения, опыты и число Рейнольдса по формуле Щелкачева, виды гидравлических сопротивлений, коэффициента Дарси по формуле Пуазейля или Блазиуса.

**Виды гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости.**

Расчеты потерь напора и давления по формулам Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха, подготовкая практических расчетных заданий курсового проекта по стандартам от преподавателя.

**Гидравлический расчет трубопроводов.**

Гидравлический расчет простых трубопроводов с применением формулы Бернулли.

**Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов.**

Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов. пористость, проницаемость, скорость фильтрации и продуктивность и другие параметры.

**Закон линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация.**

Закон линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация, причины нарушения линейного закона фильтрации, нелинейные законы фильтрации.

**Уравнение неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления.**

Вывод уравнения неразрывности для сжимаемой и несжимаемой жидкости и газов, различные формы представления уравнения неразрывности для многомерных и одномерных потоков в векторной и скалярной формах. Уравнение состояния флюидов и пористой среды, начальные и граничные условия, физическая и технологическая интерпретация.

**Одномерные установившиеся фильтрационные потоки несжимаемой жидкости.**

Понятие об одномерных фильтрационных потоках: прямолинейно-параллельное, плоскорадиальное, радиально-сферическое течение несжимаемой жидкости. Расчет давления и дебита, понятие об индикаторной линии, коэффициенте продуктивности, проницаемости в слоист-и зонально-неоднородном пласте.

**Интерференция и суперпозиция течения флюида в скважине.**

Понятие об интерференции скважин, потенциалы точечных источников и стоков на плоскости и в пространстве, метод отображения источников и стоков, расчет притоков жидкости к группе скважин для бесконечного пласта. Приток жидкости к одиночной скважине вблизи непроницаемой границы и контура питания.

**Установившаяся фильтрация газа, функция Лейбензона.**

Аналогия между фильтрацией жидкости и газа. Функция Лейбензона для идеального и реального газа, распределение давления и дебита газовой скважины, индикаторная линия для газовой скважины.

**Неустановившееся движение однородного флюида в пористой среде.**

Особенности упругого режима фильтрации, определение упругого запаса жидкости. Дифференциальное уравнение фильтрации упругой жидкости в упругом пласте, неустановившееся течение упругой жидкости в однородном пласте, определение фильтрационно-емкостных параметров, интерференция и суперпозиция при решении задач упругого режима фильтрации.

4.3 Лабораторные работы

Практические занятия, согласно учебному плану и рабочей программе дисциплины составляют 16 часов.

Темы лабораторных работ, отражают первостепенную важность основных понятий дисциплины. Ниже приводятся пример и методика выполнения практических занятий для студентов очной формы обучения.

5 Требования к результатам обучения, формы их контроля и виды оценочных средств

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения.

ПК\*-8 Способен проводить прикладные научные исследования по проблемам нефтегазовой отрасли в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности. Индикаторы достижения компетенции: ПК\*-8-В-1 Знает методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли. ПК\*-8-В-2 Планирует и проводит необходимые эксперименты, обрабатывает, в том числе с использованием прикладных программных продуктов, интерпретировать результаты и делать соответствующие; выводы. ПК\*-8-В-3 Владеет способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций: Знать: методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли. Уметь: планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать, интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы. Владеть: способностью использовать физико-математический аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

ПК\*-9 Готов участвовать в работе научных конференций и семинаров в соответствии с выбранной сферой профессиональной деятельности. Индикаторы достижения компетенции: ПК\*-9-В-1 Знает основные направления научных исследований в нефтегазовой отрасли. ПК\*-9-В-2 Обосновает актуальности и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; составляет научно-обоснованные доклады по проблемам в нефтегазовой отрасли. ПК\*-9-В-3 Владеет методами представления результатов собственных исследований в виде компьютерной презентации.

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций: Знать: основные направления научных исследований в нефтегазовой отрасли. Уметь: обосновать актуальности и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; составлять научно-обоснованные доклады по проблемам в нефтегазовой отрасли. Владеть: методами представления результатов собственных исследований в виде компьютерной презентации.

## **5.1 Соответствие разделов дисциплины и контрольно-измерительных материалов, и их количества**

Задания реконструктивного уровня, позволяющие студентам анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов. Примерные тесты для проверки знаний зарегистрированные в системе в системе АИССТ. Фонд тестовых заданий по дисциплине, разработанный и утвержденный в соответствии с Положением «О формировании фонда тестовых заданий по дисциплине».

***Тема 1 Предмет и объект изучения дисциплины***

1.1 Основной целью подземной гидромеханики является:

А) поиски и разведка месторождений углеводородов (УВ);

Б) изучение жидкости и пористой среды;

В) наука о движении жидкостей, газов и их смесей в пористой и трещиноватой среде;

Г) теоретическая основа разработки месторождений нефти и газа

1.2 Основной задачей подземной гидромеханики является:

А) изучение законов движения флюидов в пористых средах;

Б) изучение законом и поведения флюидов и воды в пористых и трещиноватых горных породах; В) изучение строения залежей УВ;

Г) изучение теоретических основ проектирования процесса разработки месторождений УВ

***Тема 2 - Гидростатика, равновесие капельной жидкости***

2.1 Что имеет капельная жидкость, а что не имеют газы:

А) неопределенный объем; Б) свободную поверхность-50%;

С) определенный объем-50%; Д). поверхностное натяжение.

2.1 Основные физические свойства жидкости:

А) сжимаемость, вязкость, плотность, удельный вес, облитерация, поверхностное натяжение;

Б) поверхностное растяжение, вязкость, удельный вес, плотность;

С) вес, давление, плотность, поверхностное натяжение;

Д) сила, давление, вес, плотность, вязкость

2.1 Сжимаемость воды в зависимости от давления:

А) больше нефти; Б) меньше нефти – 50 %;

С) больше конденсата; Д) меньше конденсата – 50 %

***Тема 3- Давление, сила давления на криволинейную и прямолинейную поверхность***

3.1 Относительный покой жидкости — это состояние, когда:

А) частицы жидкости неподвижны относительно стенок сосуда;

Б) частицы жидкости неподвижны относительно друг друга;

С) частицы жидкости неподвижны относительно друг друга и стенок сосуда, в котором она перемещается относительно Земли;

Д) состояние жидкости, при котором она неподвижна сама собой.

3.2 Укажите типы внешних сил, действующих на жидкость:

А) массовые, подъемные силы; Б) силы растяжения, поверхностные;

С) массовые, объемные, поверхностные; Д) силы объема.

3.3 К каким видам сил относится сила давления:

А) поверхностным; Б) массовым; С) объемным; Д) силам трения

***Тема 4 Основные законы установившегося течения жидкостей в трубах***

4.1 Какой раздел гидромеханики изучает законы движения жидкости:

А) гидродинамика; Б) гидростатика; С) гидравлика; Д) гидрогеология

4.2 Какие основные величины характеризуют движение жидкости:

А) скорость течения, давление; Б) форма потока жидкости, глубина;

С) скорость потока, глубина; Д) скорость потока, ускорение

4.3 Данной зависимости v=f (x, y, z) соответствует:

А) ламинарное течение; Б) движение отсутствует;

С) установившееся движение; Д) турбулентное движение

***Тема 5- Основные понятия движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса***

5.1Экспериментальный закон, который рассматривает два режима движения жидкости (турбулентный и ламинарный) был получен:

А) Бернулли; Б) Дарси ; С) Рейнольдсом; Д) Шези.

5.2Ламинарный режим имеет место при движении жидкости:

А) с малой вязкостью;

Б) большей вязкостью (смазочные масла, мазут, нефть);

С) воды в реках; Д) воды в трубопроводах

5.3 При ламинарном режиме движения частицы жидкости движутся:

А) хаотично, образуя слоистое движение;

Б) извилисто, образуя самотечное движение;

С) лучеобразно, образуя слоистое движение;

Д) не перемешиваясь, образуя упорядоченное слоистое движение.

***Тема 6- Виды гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости***

6.1 Безразмерный коэффициент Re, характеризующий режим движения потока, определяется по следующей формуле:

А) Re=V\*ν/d; б) Re=V\*d/ν; С) Re=V\*ω/ν ; Д) Re=m\*d/ν.

6.2 При Re> Reкр =4000 режим движения :

А) упорядоченный; Б) хаотичный; С) турбулентный; Д) ламинарный

6.3 Нижнее критическое число Рейнольдса равное 2320, соответствует:

А) безнапорному движению; Б) напорному движению;

С) установившемуся движению; Д) неравномерному движению.

***Тема 7 -Гидравлический расчет трубопроводов***

7.1 Какой трубопровод называется простым?

А) по которому течет углеводородная смесь жидкостей;

Б) одна труба и одного диаметра;

С) две трубы и более одного диаметра, соединенные между собой;

Д) две трубы и более одного диаметра, соединенные между собой, но не более 100 м обще длины

7.2 Простой трубопровод и расход жидкости как связан?

А) постоянен расход по всей длине Б) расход не постоянен по сечению трубы; С) расход переменный в стыке труб; Д) расход учитывает все виды гидравлических сопротивлений.

7.3 Какой трубопровод называется сложным?

А) состоит из разного диаметра труб; Б) состоят из труб разной длины и разных диаметров, соединённых по определённой гидравлической схеме; С) с разным расходом по длине трубопровода; Д) трубопроводы большой длины более 100 м.

***Тема 8 Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов***

8.1 Какие модели фильтрационного течения существуют и вы знаете?

А) нестационарные Б) стационарные; С) установившиеся Д) термические

8.2 Какие модели флюидов вы знаете, подчеркните?

А) сжимаемые; Б) несжимаемые упругой среды; С) модели, сжимаемые упругой среды Д) гомогенные и многофазные модели

8.3 Каким законом описываются реологические соотношения ньютоновской и неньютоновских жидкостей?

А) законом Котяхова; Б) законом Ньютона С) законом Лапласа; Д) законом Генри.

5.2. Задания реконструктивного уровня, позволяющие анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов

*Варианты заданий на выполнение РГЗ, РПР приведены: ссылка на источники, указанные в списках основной и дополнительной литературы в рабочей программе. Типовые задачи*

**Тема 1 Гидростатика**

**Задача 1**

При опрессовке трубопровода (проверке его на прочность при повышении давления) в него закачивается некоторое дополнительное количество воды Δω . Определить этот объем воды. Дано в задаче: Диаметр трубопровода d=0,5м, его длина L=4 км. Требуемое превышение давления по сравнению с начальным (Рнач=98,1кПа) составляет ΔР=1МПа. Считать в задаче, что стенки трубопровода не деформируются. Определить: дополнительный объем закачиваемой воды в трубопровод [1]

**Решение:**

1. Определим объем воды до опрессовки трубопровода по формуле:

ω =1/4\*πd2\*L=3.14/4\*0.5 2\*4000=785,4м3

2.Из выражения по определению для коэффициента объемного сжатия мы имеем:

βω= \*=\*=1/(2.1\*109)=4.76\*10 -10 (Па -1) (исходные табл. данные для воды в нормальных условиях)

3.Дополнительный объем воды для опрессовки определим из 2 пункта

Δω===0,374м3 **Ответ:** 0,374м3

5.3 Задания творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения

*Вопросы к зачету:*

1. Отечественная школа теории фильтрации.

2. Основные понятия теории фильтрации.

3. Разделы подземной гидромеханики. Что они изучают.

4. Что подразумевается под сплошностью среды.

**Раздел 1. Гидростатика**

1. Определение жидкости.

2. Основные физические свойства жидкости: плотность, удельный вес,

вязкость, сжимаемость.

3. Виды покоя жидкости.

4. Виды вязкостей. Единицы измерения коэффициентов вязкости.

5. Приборы, измеряющие вязкость.

6. Внутренние и внешние силы, действующие на жидкость.

7. Понятие давления, виды давления. Единицы измерения давления.

8. Силы, действующие в жидкости.

9. Основное уравнение гидростатики дифференциальной и конечной

формах. Закон Паскаля.

10. Пьезометр, пьезометрическая высота, плоскость сравнения.

11. Приборы для измерения давления.

12. Графическое изображение давления.

13. Силы давления на дно сосудов, гидравлический парадокс.

14. Силы давления на плоскую поверхность, центр давления.

15. Закон Архимеда. Остойчивость плавающих тел.

**Раздел 2. Гидродинамика**

1. Виды движения жидкости.

2. Модель потока, характеристики поперечного сечения.

3. Режимы движения жидкости.

4. Опыты и число Рейнольдса.

5. Уравнение неразрывности потока.

6. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости.

7. Физический и геометрический смыслы уравнения Бернулли.

8. Определение расхода жидкости по показаниям расходомера Вентури.

9. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости.

10. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.

11. Виды гидравлических сопротивлений и потери напора жидкости,

вызванные этими сопротивлениями.

12. Формулы Пуазейля, Вейсбаха-Дарси.

13. Определение коэффициента гидравлического сопротивления.

14. Определение потерь напора по длине.

15. Формула для определения потерь напора за счёт местных

сопротивлений.

16. Истечение жидкости через отверстие и насадки.

17. Гидравлический удар.

**Раздел 3. Подземная гидромеханика (нефтегазопромысловая подземная гидромеханика)**

1. Фильтрация – как особый вид движения жидкости.

2. Основные понятия теории фильтрации: породы коллектора, флюид,

коэффициенты пористости и проницаемости и единицы их измерения.

3. Средняя скорость движения и скорость фильтрации, их взаимосвязь.

4. Закон Дарси – линейный закон фильтрации. Границы применимости

закона Дарси.

5. Режимы нефтегазоносных пластов.

6. Основные уравнения подземной гидромеханики: уравнение

неразрывности, уравнения движения, уравнения состояния флюида и пористой среды. Условия замыкания системы уравнений.

7. Начальные и граничные условия.

8. Одномерные фильтрационные потоки: схема прямолинейно-

параллельный поток.

9. Одномерные фильтрационные потоки: схема плоскорадиальный поток.

10. Одномерные фильтрационные потоки: схема радиально-сферический

поток.

11. Установившейся фильтрация несжимаемой жидкости в пористой

среде.

12. Расчёт прямолинейно-параллельного фильтрационного потока.

13. Расчёт плоскорадиального фильтрационного потока, индикаторная

кривая, коэффициент продуктивности.

14. Расчёт радиально-сферического фильтрационного потока.

15. Виды неоднородности природных пластов.

16. Виды несовершенства скважин. Интерференция скважин.

17. Метод суперпозиций.

18. Метод отображения источников и стоков.

19. Установившаяся фильтрация упругой жидкости и газа. Функция

Лейбензона.

20. Неустановившееся движение упругой жидкости в пористой среде.

Уравнение пьезопроводности.

21. Приток упругой жидкости к укрупнённой скважине.

5.4 План самостоятельной работы студента по изучению дисциплины

Таблица 2 - План самостоятельной работы студента по изучению дисциплины, в 3 семестре

| № раздела | Наименование разделов | Количество часов  внеаудиторной работы |
| --- | --- | --- |
| 1 | Предмет и объект изучения дисциплины | 5 |
| 2 | Гидростатика, равновесие капельной жидкости | 5 |
| 3 | Давление, сила давления на криволинейную и прямолинейную поверхность | 10 |
| 4 | Основные законы установившегося течения  жидкостей в трубах | 10 |
| 5 | Основные понятия движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса | 10 |
| 6 | Виды гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости | 10 |
| 7 | Гидравлический расчет трубопроводов | 10 |
| 8 | Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов. | 10 |
| 9 | Закон линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация | 10 |
| 10 | Уравнение неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления его | 10 |
| 11 | Одномерные установившиеся фильтрационные потоки несжимаемой жидкости | 10 |
| 12 | Интерференция и суперпозиция течения флюида в скважине | 10 |
| 13 | Установившаяся фильтрация газа, функция Лейбензона | 10 |
| 14 | Неустановившееся движение однородного флюида в пористой среде | 10 |
|  | Всего: | 130 |

6 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература

1.Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.1 Кинематика, статика, динамика материальной точки. Ч.1. Учебник /Н.Н. Бухгольц .- Издательство «Лань»,2009.-480с. . ISBN 978-5-0919-8-Режим доступа : https://e.anbook.com/reader/book/32/\*/

2.Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.2 Динамика системы материаль-ных точек. Учебное пособие /Н.Н. Бухгольц .- Издательство «Лань»,2016.-336с. . ISBN 978-5-8114-0926-6. Режим доступа : https://e.anbook.com/reader/book/32/\*/

3.Дырдина Е.В. Введение в инженерную механику: статика и кинематика твердого тела: учебное пособие/И.И.Мосалева, Е.В.Дырдина. –Оренбург: -ОГУ, 2016.-158с.[Электронный ресурс]

4.Савинкова Л.Д. Основы подземной нефтегазомеханики. Учебное пособие/ Л.Д. Савинкова.-Оренбург: -ОГУ,2017.-173с. [Электронный ресурс]

5.Савинкова Л.Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ. Учебно-методическое пособие/ Л.Д.Савинкова .-Оренбург:ОГУ,2017.-170с.[Электронный ресурс].

6.2 Дополнительная литература

1. Деева Т.А. Гидродинамические исследования скважин: анализ и интерпретация данных/ Т.А. Деева, М.Р. Камартдинов, Т.Е. Кулагина, П.В. Мангазеев. – Томск: изд-во ЦППС ИД ТПУ, 2009. – 241 с.

2. Каналин В.Г. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология: Учебник для вузов/В.Г. Каналин, С.Б. Вагин, М.А. Токарев, Г.А. Ланчаков, А.И. Пономарев. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2006. – 372 с.

3. Кременецкий М.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин: Учебное пособие/ М.И. Кременецкий, А.И. Ипатов.- М.: МАКС Пресс, 2008. – 476 с.

4. Харин А.Ю. Гидродинамические методы исследования нефтяных скважин: Учебное пособие/ А.Ю. Харин, С.Б. Харина. – Уфа: изд-во УГНТУ, 2004. – 108 с.

5. Часс, С. И. Гидромеханика в примерах и задачах: учебное пособие /С.И. Часс. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. 216 с.

* 1. Периодические издания

1. Геология и геофизика: журнал. – М.: Наука, 2021

2. Геология нефти и газа: журнал. – М.: Агентство "Роспечать", 2021

**6.4 Интернет-ресурсы**

<https://www.lektorium.tv/> - «Лекториум», МООК: «Многоликая Гео».

<http://Georus.ru>/ –содержит: [энциклопедию минералов](http://www.catalogmineralov.ru), где можно полистать описания и посмотреть фотографии наиболее известных минералов; [новостной сайт с ежедневно обновляющейся информацией на темы геологии](http://www.geonews.ru), минералогии и смежные с ними; [минералогический форум](http://www.mineralforum.ru/) – для тех, кто интересуется живым обсуждением геологических и окологеологических проблем.

<http://geo.web/ru/> - [все о геологии](http://geo.web.ru/) - аннотации книг, материалы конференций, курсы лекций, научные статьи, книги (в формате DJVU), дипломные работы и др. В помощь студенту (учебные материалы по курсам). Словарь геологических терминов.

<http://geology/pu.ru/> - форум геологов и геодезистов. Проблемы геологии, геодезии и картографии.

<http://geohit.ru./> -информационно-справочный интернет-гид для геологов.Проект **geohit**.**ru** представляет собой тематические наборы ссылок, а также подборки материалов, интересных и полезных геологам, а также тем, кто просто интересуется геологией.

<https://www.ammonit.ru/news.htm> - [палеонтологический портал. Новости палеонтологии](http://www.ammonit.ru/news.htm), виртуальный палеонтологический музей.

<http://www.paleonews.ru> - первый русскоязычный специализированный сайт новостей палеонтологии. Публикует переводные материалы зарубежных научных сайтов и новостных агентств, а также собственные новости и информацию от российских ученых.

Список использованных источников

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Минобрнауки России от 09.02.2018 г. № 96, с изменениями от 26.11.2020 № 1456. 2. Об образовании в Российской Федерации. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ - М.: ООО НПП "Гарант-Сервис- Университет", 2012. - 7 с. /Вступил в силу: 1 сентября 2013 г.

2. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации". - М.: ООО НПП "Гарант-Сервис- Университет", 2012. - 7 с. /Вступил в силу: 1 сентября 2013 г./

3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.1 Кинематика, статика, динами-ка материальной точки. Ч.1. Учебник /Н.Н. Бухгольц .- Издательство «Лань»,2009.-480с. . ISBN 978-5-0919-8-Режим доступа : https://e.anbook.com/reader/book/32/\*/

4. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Ч.2 Динамика системы материаль-ных точек. Учебное пособие /Н.Н. Бухгольц .- Издательство «Лань»,2016.-336с. . ISBN 978-5-8114-0926-6. Режим доступа : https://e.anbook.com/reader/book/32/\*/

5. Дырдина Е.В. Введение в инженерную механику: статика и кинематика твердого тела: учебное пособие/И.И.Мосалева, Е.В.Дырдина. –Оренбург: -ОГУ,2016 .-158с.[Электронный ресурс]

6. Савинкова Л.Д. Основы подземной нефтегазомеханики. Учебное пособие/ Л.Д. Савинкова .-Оренбург: -ОГУ,2017.-173с. [Электронный ресурс]

7. Савинкова Л.Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ. Учебно-методическое пособие/ Л.Д.Савинкова .-Оренбург:ОГУ,2017.-170с.[Электронный ре-сурс].