

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра нефтегазового дела

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.В.11 Подземная гидромеханика»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*21.03.01 Нефтегазовое дело*

(код и наименование направления подготовки)

*Эксплуатация и обслуживание объектов добычи нефти и газа*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.11 Подземная гидромеханика» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра нефтегазового дела

наименование кафедры

протокол № 5 от "14" 02 2025.

Заведующий кафедрой

Кафедра нефтегазового дела

наименование кафедры



подпись

А.С. Вольнов

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент

должность



подпись

Т.В. Леонтьева

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

А.С. Вольнов

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов



личная подпись



расшифровка подписи

С.А. Ближников

Уполномоченный по качеству факультета



личная подпись

М.Ю. Гарицкая

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Леонтьева Т.В., 2025

© ОГУ, 2025

## 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 обязательным дисциплинам (модулям) 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

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	<b>Знать:</b> методы анализа информации по технологическим процессам, основы механики жидкости, газа и многофазных сред, законы гидростатики в однородных и неоднородных средах. <b>Уметь:</b> планировать и проводить необходимые эксперименты, обрабатывать,

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	аппарат для решения расчетно-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	интерпретировать результаты и делать соответствующие выводы. <b>Владеть:</b> 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 Обосновывает 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	<b>Знать:</b> основные направления научных исследований в нефтегазовой отрасли <b>Уметь:</b> обосновать актуальности и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; составлять научно-обоснованные доклады по проблемам в нефтегазовой отрасли. <b>Владеть:</b> методами представления результатов собственных исследований в виде компьютерной презентации.

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>216</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>30,25</b>	<b>34,25</b>	<b>64,5</b>
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	14	16	30
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> <i>- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);</i>	<b>77,75</b>	<b>73,75</b>	<b>151,5</b>

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - изучение разделов курса в системе электронного обучения; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.)			
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	<b>диф. зач.</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Предмет и объект изучения дисциплины	12	2	2		8
2	Гидростатика, равновесие капельной жидкости	14	2	2		10
3	Давление, сила давления на криволинейную и прямолинейную поверхность	14	2	2		10
4	Основные законы установившегося течения жидкостей в трубах	14	2	2		10
5	Основные понятия движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса	14	2	2		10
6	Виды гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости	16	2	4		10
7	Гидравлический расчет трубопроводов	14	2	2		10
8	Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов.	12	2	-		10
	Итого:	108	16	14		78

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Закон линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация	24	2	2		20
10	Уравнение неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления	16	4	2		10
11	Одномерные установившиеся фильтрационные потоки несжимаемой жидкости	14	2	2		10
12	Интерференция и суперпозиция течения флюида в скважине	16	4	2		10
13	Установившаяся фильтрация газа, функция Лейбензона	14	2	2		10
14	Неустановившееся движение однородного флюида в пористой среде	18	2	2		14
	Итого:	108	18	16		74

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Всего:	216	34	30		152

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### № 1 Предмет и объект изучения дисциплины.

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

### № 2 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.

### № 3 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.

### № 4 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.

### № 5 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.

### № 6 Виды гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости.

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

### № 7 Гидравлический расчет трубопроводов.

Гидравлический расчет простых трубопроводов с применением формулы Бернулли.

### № 8 Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов.

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

### № 9 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.

### № 10 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.

### № 11 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.

### № 12 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 сква-

жин для бесконечного пласта. Приток жидкости к одиночной скважине вблизи непроницаемой границы и контура питания.

### **№ 13 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.

### **№ 14 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 Практические занятия (семинары)**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Изучение предмета и объекта изучения дисциплины	2
2	2	Изучение гидростатики и равновесия капельной жидкости	2
3	3	Изучение давления и силы давления на криволинейную и прямолинейную поверхность	2
4	4	Изучение основных законов установившегося течения жидкостей в трубах	2
5	4	Изучение основных законов установившегося течения жидкостей в трубах	2
6	5	Изучение основных понятий движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса	2
7	6	Изучение видов гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости	2
8	6	Изучение видов гидравлических сопротивлений для расчетов потерь напора жидкости	2
9	7	Изучение гидравлического расчета трубопроводов	2
10	9	Изучение закона линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация	2
11	10	Решение задач с уравнением неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления	2
12	11	Изучение одномерных установившихся фильтрационных потоков несжимаемой жидкости	2
13	12	Изучение интерференции и суперпозиции течения флюида в скважине	2
14	13	Изучение установившейся фильтрации газа, функция Лейбензона	2
15	14	Изучение неустановившегося движения однородного флюида в пористой среде	2
		Итого:	30

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1 Савинкова Л.Д. Основы подземной нефтегазогидромеханики [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по программам высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология / Л. Д. Савинкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл:

3.41 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 176 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/36097\\_20170404.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36097_20170404.pdf) - ISBN 978-5-7410-1687-9.

2. Савинкова Л.Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология / Л. Д. Савинкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.28 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 170 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/36920\\_20170601.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36920_20170601.pdf) - ISBN 978-5-7410-1775-3.

## 5.2 Дополнительная литература

1. Савинкова, Л. Д. Основы разработки месторождений нефти и газа [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология / Л. Д. Савинкова, Н. В. Черных; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 6.37 Мб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 334 с. - Загл. с тит. экрана. - Adobe Acrobat Reader 6.0. - Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/61524\\_20180115.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/61524_20180115.pdf) - ISBN 978-5-7410-2032-6.

## 5.3 Периодические издания

1. Журнал «Геология и геофизика»
2. Журнал «Геология нефти и газа»
3. Журнал «Геофизика»

## 5.4 Интернет-ресурсы

<http://geo.web.ru/> - портал содержит наиболее полезные и известные материалы по геологии в электронном варианте;

<http://geol.msu.ru/uchp/geol/page9.htm> - портал содержит наиболее полезные и известные материалы по геологии в электронном варианте;

[http://www.gubkin.ru/faculty/geology\\_and\\_geophysics/chairs\\_and\\_departments/geology/](http://www.gubkin.ru/faculty/geology_and_geophysics/chairs_and_departments/geology/) - портал содержит наиболее полезные и известные материалы по геологии в электронном варианте;

<http://geohro.ru/> - портал содержит наиболее полезные и известные материалы по геологии в электронном варианте.

<https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Общие вопросы философии науки»;

<https://www.lektorium.tv/mooc> - «Лекториум», MOOK: «Дискретная математика»

## 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС (режим доступа <https://redos.red-soft.ru/>)

2. Пакет офисных приложений LibreOffice (<https://ru.libreoffice.org/>)

3. Программная система проведения онлайн мероприятий и видеоконференций используется платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU»)

4. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <https://osu.aistt.ru/>

5. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (<http://moodle.osu.ru/>);



Перечисленные выше средства ИКТ, являются неотъемлемой частью ЭИОС университета и доступ к ним осуществляется через единое окно доступа (по персональному логину/паролю, который имеет каждый обучающийся и преподаватель ОГУ).

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.

### ***К рабочей программе прилагаются:***

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.