

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

Очно-заочная

Год набора 2025

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

Кафедра нефтегазового дела

наименование кафедры

протокол № 2 от "14" 02 2025г.

Заведующий кафедрой

Кафедра нефтегазового дела

наименование кафедры

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

А.С. Вольнов

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

Ильв. Мамшаров

личная подпись

подпись

С.А. Бижимирова

расшифровка подписи

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.2.1 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	Знать: методы анализа информации по технологическим процессам, основы механики жидкости, газа и многофазных сред, законы гидростатики в однородных и неоднородных средах. Уметь: 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. 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 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	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 зачетных единиц (216 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 семестр	всего
Общая трудоёмкость	108	108	216
Контактная работа:	22,25	54,25	76,5
Лекции (Л)	12	36	48
Практические занятия (ПЗ)	10	18	28
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);	85,75	53,75	139,5

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	7 семестр	8 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.)			
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Предмет и объект изучения дисциплины	11	1	-		10
2	Гидростатика, равновесие капельной жидкости	13	1	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	15	1	2		12
7	Гидравлический расчет трубопроводов	13	1	-		12
8	Макроскопические характеристики пластов и насыщающих флюидов.	14	2	-		12
	Итого:	108	12	10		86

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
9	Закон линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация	14	6	4		4
10	Уравнение неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления	18	6	2		10
11	Одномерные установившиеся фильтрационные потоки несжимаемой жидкости	20	6	4		10
12	Интерференция и суперпозиция течения флюида в скважине	20	6	4		10
13	Установившаяся фильтрация газа, функция Лейбензона	18	6	2		10
14	Неустановившееся движение однородного флюида в пористой среде	18	6	2		10
	Итого:	108	36	18		54

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	Всего:	216	48	28		140

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	2	Изучение гидростатики и равновесия капельной жидкости	2
2	3	Изучение давления и силы давления на криволинейную и прямолинейную поверхность	2
3	4	Изучение основных законов установившегося течения жидкостей в трубах	2
4	5	Изучение основных понятий движения жидкости, модели и режимы, опыт и число Рейнольдса	2
5	6	Изучение видов гидравлических сопротивлений, формулы Дарси-Вейсбаха, Вейсбаха для расчетов потерь напора жидкости	2
6	9	Изучение закона линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация	2
7	9	Изучение закона линейной фильтрации Дарси, пределы применимости и практическая реализация	2
8	10	Решение задач с уравнением неразрывности для сжимаемого и несжимаемого флюида, различные формы представления	2
9	11	Изучение одномерных установившихся фильтрационных потоков несжимаемой жидкости	2
10	11	Изучение одномерных установившихся фильтрационных потоков несжимаемой жидкости	2
11	12	Изучение интерференции и суперпозиции течения флюида в скважине	2
12	12	Изучение интерференции и суперпозиции течения флюида в скважине	2
13	13	Изучение установившейся фильтрации газа, функция Лейбензона	2
14	14	Изучение неустановившегося движения однородного флюида в пористой среде	2
		Итого:	28

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 - 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 - 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 - 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/ - 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;

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/пароллю, 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 оснащено 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.