

Минобрнауки России
Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал)
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общепрофессиональных и технических дисциплин

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 общепрофессиональных и технических дисциплин
наименование кафедры

протокол № 6 от "20 " января 2025г.

Декан строительного-технологического факультета  И.В.Завьялова
наименование кафедры подпись расшифровка подписи

Исполнители:
Доцент  М.А.Вильданова
должность подпись расшифровка подписи

должность подпись расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Заместитель директора по НМР  М.А.Зорина
код наименование личная подпись расшифровка подписи

Председатель методической комиссии по направлению подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело
личная подпись расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета  Е.В.Фролова
личная подпись расшифровка подписи

© Вильданова М.А., 2025
© Бузулукский
гуманитарно-
технологический институт
(филиал) ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

формирование у обучающихся базовых знаний об основных закономерностях притока пластовых флюидов (жидкостей, газов и их смесей) в горных породах - коллекторах нефти и газа к добывающим нефтяным и газовым скважинам, а также решение научно-исследовательских и производственных задач

Задачи:

- сформировать представление о методах расчета процессов фильтрации пластовых флюидов (в т. ч. многофазных потоков) к реальным скважинам;
- дать представление о законах фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкостей, а также основные фильтрационно-емкостные параметры пористой среды;
- дать представление о принципах расчета одномерных установившихся потоков жидкости и газа;
- дать представление о принципах расчета фильтрационных потоков жидкости и газа к реальным скважинам;
- дать представление о принципах моделирования и исследования фильтрационных потоков;
- объяснить и научить применять законы фильтрации для расчета дебитов скважин;
- объяснить и научить рассчитывать дебиты реальных скважин, с учетом из несовершенства.

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 аппарат для решения расчетно-	<u>Знать:</u> методы анализа информации по технологическим процессам и работе технических устройств в нефтегазовой отрасли <u>Уметь:</u> -планировать и проводить необходимые эксперименты -обрабатывать и интерпретировать результаты и делать соответствующие; выводы <u>Владеть:</u> -способностью использовать физико-математический аппарат для

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	решения расчетно-аналитических задач
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: - обосновывать актуальность и цели собственных исследований с последующим их представлением на конференциях и семинарах; - составлять научно-обоснованные доклады по проблемам отрасли Владеть: - методами представления результатов собственных исследований в виде 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: - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; - подготовка к практическим занятиям)	85,75	53,75	139,5
Вид итогового контроля	зачет	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Законы фильтрации нефти, газа и воды	37	6	4		27
2	Изотермическая фильтрация флюидов в нефтегазовых пластах	35	4	4		27
3	Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в пористой среде	36	2	2		32
	Итого:	108	12	10		86

Разделы дисциплины, изучаемые в 8 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
3	Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в пористой среде	14	4			10
4	Теория двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей	16	4	4		8
5	Основы теории многофазных систем	16	4	4		8
6	Гидродинамические модели повышения нефтегазоконденсатотдачи пластов	16	6	4		6
7	Особенности фильтрации неньютоновской жидкости	14	6	2		6
8	Движение жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых средах	18	6	4		8
9	Моделирование основных процессов фильтрации пластовых флюидов	14	6			8
	Итого:	108	36	18		54
	Всего:	216	48	28		140

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1 Законы фильтрации нефти, газа и воды

Тема 1. Теория фильтрации

Значение и роль подземной гидромеханики в развитии научных основ разработки нефтяных и газовых месторождений. Содержание и задачи курса. Краткая характеристика панов развития подземной гидромеханики и ее современное состояние.

Теория фильтрации. Определение и особенности процесса фильтрации. Скорость фильтрации и ее связь со средней действительной скоростью движения флюида в пористой среде.

Тема 2. Линейный закон фильтрации Дарси

Линейный закон фильтрации Дарси. Коэффициенты фильтрации и проницаемости.

Границы применимости закона Дарси. Обобщенный закон фильтрации Дарси для жидкостей газов и газированных жидкостей.

Нелинейные законы фильтрации. Особенности фильтрации жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых горных породах.

Тема 3. Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов в пористой среде

Дифференциальные уравнения фильтрации жидкостей и газов Уравнение неразрывности (сплошности) фильтрационного потока.

Дифференциальные уравнения движения флюидов в пористой среде. Уравнения состояния жидкостей, газов и пористой среды.

Краевые задачи подземной гидромеханики. Прямые и обратные задачи. Допущения и упрощения, принятые при моделировании процессов, происходящих в пласте.

Раздел 2 Изотермическая фильтрация флюидов в нефтегазовых пластах

Тема 4. Понятие о математической модели физического процесса

Вводные замечания. Математическая модель. Закон сохранения массы.

Интегральная и дифференциальная формулировка.

Тема 5. Математические модели изотермической фильтрации

Закон Дарси – дифференциальное уравнение движения флюида. Замыкающие уравнения. Модели изотермической фильтрации

Раздел 3 Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в пористой среде

Тема 6. Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости

Дифференциальное уравнение установившейся фильтрации несжимаемой жидкости по закону Дарси. Простейшие фильтрационные потоки. Установившаяся прямолинейно- параллельная фильтрация несжимаемой жидкости в однородном пласте по линейному закону Дарси (приток жидкости к галерее). Плоскорадиальная установившаяся фильтрация однородной несжимаемой жидкости по закону Дарси в однородном пласте (приток к совершенной скважине). Радиально-сферическая установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости по закону Дарси в однородном пласте.

Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах Причины и виды неоднородности продуктивных нефтяных и газовых пластов. Установившаяся прямолинейно-параллельная и плоскорадиальная фильтрация несжимаемой жидкости в неоднородных пластах (слоисто- и зонально-неоднородных-). Влияние проницаемости призабойной зоны пласта и ее размеров на дебит скважины.

Тема 7. Установившееся движение однородной сжимаемой (упругой) жидкости и газа в пористой среде

Установившееся движение однородной сжимаемой (упругой) жидкости в пористой среде

Установившаяся фильтрация идеального газа в пористой среде.

Плоскорадиальный фильтрационный поток идеального газа по закону Дарси.

Плоскорадиальный фильтрационный поток реального газа по закону Дарси.

Особенности исследования газовых скважин на установившихся режимах.

Тема 8. Фильтрация неоднородной жидкости

Установившаяся фильтрация неоднородных жидкостей. Движение смеси нефти и воды, газированной жидкости. Фазовые проницаемости. Установившаяся фильтрация газированной жидкости. Функция Христиановича. Определение дебита скважины. Форма индикаторной диаграммы.

Тема 9. Неуставившаяся фильтрация упругой жидкости в упругой пористой среде

Основные положения упругого режима пласта.

Дифференциальное уравнение неуставившейся фильтрации упругой жидкости. Приток упругой жидкости к точечному стоку (источнику) на плоскости. Основная формула теории упругого режима.

Исследование скважин при неуставившихся режимах фильтрации.

Тема 10. Неуставившаяся фильтрация газов

Дифференциальное уравнение нестационарной фильтрации газа.

Линеаризация уравнения Лейбензона. Сведение задачи нестационарной фильтрации газа к задаче фильтрации упругой жидкости.

Раздел 4 Теория двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей

Тема 11. Одномерные модели вытеснения несмешивающихся жидкостей

Прямолинейно-параллельное течение. Плоскорадиальное вытеснение. Начальные и граничные условия. Оценка влияния гравитационных и капиллярных сил. Модель Бакли- Леверетта.

Раздел 5 Основы теории многофазных систем

Тема 12. Математическая модель многофазной фильтрации

Практическая важность изучения многофазных течений в пористых средах. Основные характеристики макроскопического описания многофазной фильтрации. Обобщенный закон Дарси.

Тема 13. Классическая задача Бакли-Леверетта

Одномерные течения несжимаемых жидкостей. Построение задачи Бакли- Леверетта. Практическое применение решения уравнения Бакли-Леверетта. Определение фронтальной насыщенности. Определение средней насыщенности в безводный период добычи. Расчет средней насыщенности по-

сле прорыва воды. Расчет коэффициента нефтеотдачи. Раздел 3 Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в пористой среде

Раздел 6 Гидродинамические модели повышения нефте-газоконденсатоотдачи пластов

Тема 14. Модели повышения нефтегазоотдачи пластов

Моделирование процессов фильтрации пластовых флюидов при реализации методов повышения нефтегазоотдачи. Анализ гидродинамических моделей повышения нефтегазоотдачи пластов.

Раздел 7 Особенности фильтрации неньютоновской жидкости

Тема 15. Реологические модели и нелинейные законы фильтрации

Классификация неньютоновских жидкостей. Структура течения вязкопластичной жидкости в круглой трубе. Закон фильтрации вязкопластичной жидкости в идеальной пористой среде Одномерные фильтрационные потоки вязкопластичной жидкости. Влияние неньютоновского поведения нефти на процессе извлечения из пласта.

Раздел 8 Движение жидкостей и газов в трещиноватых и трещиновато-пористых средах

Тема 16. Особенности фильтрации в трещиноватых и трещиновато-пористых

Законы фильтрации в трещиноватых средах. Зависимость проницаемости от давления в трещиноватых и трещиновато-пористых средах. О перетоке флюида в трещиновато-пористых средах. Вывод дифференциальных уравнений движения жидкости и газа в трещиноватых и трещиновато-пористых средах.

Тема 17. Установившиеся и неуставившиеся движения жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте

Установившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте. Неуставившееся движение жидкости и газа в трещиноватом и трещиновато-пористом пласте. Вытеснение нефти водой из трещиновато-пористых и неоднородных средах.

Раздел 9 Моделирование основных процессов фильтрации пластовых флюидов

Тема 18. Типы моделей фильтрационных процессов

Цели и задачи моделирования фильтрационных процессов. Физическое моделирование процессов фильтрации пластовых флюидов. Аналоговое моделирование. Понятие о математическом моделировании и компьютерных моделях пластовых систем.

Тема 19. Основы анализа размерностей и теории подобия

π -теорема. Размерность. Анализ размерностей. Теория подобия. Вывод некоторых законов фильтрации с помощью π -теоремы.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1 -2	1	Характеристики пористых сред. Модели грунта	4
3-4	2	Основные понятия теории фильтрации. Законы фильтрации	4
5	3	Простейшие фильтрационные потоки	2
6-7	4	Установившееся движение идеального газа	4
8-9	5	Движение жидкости к гидродинамически несовершенным скважинам	4
10-11	6	Движение жидкости к гидродинамически несовершенным скважинам	4
12	7	Неуставившееся движение жидкости при работе скважин с переменным дебитом	2
13	8	Неуставившееся движение жидкости при работе скважин с переменным дебитом	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
14	8	Неустановившееся движение жидкости при работе скважин с переменным дебитом	2
		Итого:	28

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Латышенков, А. М. Гидравлика: учебник / А. М. Латышенков, В. Г. Лобачев; науч. ред. В. С. Муромов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Государственное Издательство литературы по строительству и архитектуре, 1956. – 409 с. : ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=600051> – Текст : электронный.

5.2 Дополнительная литература

1. Савинкова, Л. Д. Основы подземной нефтегазогидромеханики : учебное пособие / Л. Д. Савинкова ; Оренбургский государственный университет. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, 2017. – 175 с. : схем., табл., ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481805>. – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-7410-1687-9. – Текст: электронный.

2. Бабаян, Э. В. Буровая гидравлика : учебное пособие : [16+] / Э. В. Бабаян ; Кубанский государственный технологический университет (КубГТУ). – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2018. – 157 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=493756>. – Библиогр.: с. 150. – ISBN 978-5-9729-0204-0. – Текст: электронный.

5.3 Периодические издания

1 Прикладная механика и техническая физика / гл. ред. В. К. Кедринский ; учред. Сибирское отделение РАН. – Новосибирск: СО РАН – Режим доступа: по подписке. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=613734

5.4 Интернет-ресурсы

- 1 <https://biblioclub.ru/> – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»;
- 2 <http://techlibrary.ru/> – Некоммерческий проект «Техническая библиотека»;
- 3 <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека;
- 4 <http://katalog.iot.ru/index.php> – Федеральный портал «Российское образование»;
- 5 <http://window.edu.ru/window/catalog> – Единое окно доступа к образовательным ресурсам.

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий

Программное обеспечение, используемые при проведении аудиторных учебных занятий и осуществлении самостоятельной работы студентами:

- 1 операционная система Microsoft Windows;
- 2 Microsoft Office;

- 3 операционная система Linux RED OS MUROM 7.3.1;
- 4 Веб-приложение «Универсальная система тестирования БГТИ»;
- 5 Яндекс браузер;
- 5 eLIBRARY [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека / ООО Научная электронная библиотека. – Режим доступа: <https://elibrary.ru>;
- 6 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система / Компания Консультант Плюс. – Электрон. дан. – Москва. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>;
- 7 <http://pravo.gov.ru/> – Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком; посадочными местами для обучающихся; рабочим местом преподавателя; учебной доской.

Аудитории для самостоятельной работы оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерной техникой подключенной к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.

Компьютерный класс оснащен: стационарным мультимедиа-проектором и проекционным экраном, оборудованием для организации локальной вычислительной сети, программным обеспечением «Универсальная система тестирования БГТИ», персональными компьютерами, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения практических занятий оснащены: переносными мультимедиа-проекторами и проекционными экранами, ноутбуком, посадочными местами для обучающихся, рабочим местом преподавателя, учебной доской.

Учебные аудитории для проведения групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены: комплектами ученической мебели, компьютерами с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ и филиала, электронным библиотечным системам.