Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра нефтегазового дела

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.7 Физика пласта»

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.7 Физика пласта*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра нефтегазового дела
наименование кафедры

протокол № ___3___ от "17" _02_____ 2025г.

И.о.заведующего кафедрой
нефтегазового дела — А.С. Вольнов
наименование кафедры — *подпись* — *расшифровка подписи*

Исполнители:
доцент кафедры — И.В. Куделина
должность — *подпись* — *расшифровка подписи*

должность — *подпись* — *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
21.03.01 Нефтегазовое дело — А.С. Вольнов
код наименование — *личная подпись* — *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
С.А. Бикшимирова
личная подпись — *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству факультета
М.Ю. Гарицкая
личная подпись — *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Куделина И.В., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

Целью дисциплины является формирование у обучающихся знаний и умений, развитие компетенций в области теории и практики изучения фильтрационно-емкостных, физико-механических и тепловых свойств горных пород, состава и физико-химических свойств пластовых флюидов, насыщающих породы-коллекторы, фазовых переходов углеводородных систем, поверхностно-молекулярных явлений, происходящих в пласте, свойствах системы нефть-газ-вода-порода, определяющих фильтрацию пластовых флюидов из пористых сред, режимов работы залежей.

Задачи:

Задачи курса – подготовить студентов к самостоятельному анализу физических свойств коллекторов и флюидов, физических процессов, происходящих в коллекторе при фильтрации флюидов для обоснования и оптимизации технологии эксплуатации месторождений нефти и газа.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Физика, Б1.Д.Б.21 Литология*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.8 Разработка нефтяных месторождений*

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-аналитических задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности	**Знать:** теорию и практику изучения фильтрационно-емкостных, физико-механических и тепловых свойств горных пород, состава и физико-химических свойств пластовых флюидов, насыщающих породы-коллекторы, фазовых переходов углеводородных систем, поверхностно-молекулярных явлений, происходящих в пласте, свойствах системы нефть-газ-вода-порода ... **Уметь:** проводить анализ

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		физических свойств коллекторов и флюидов, физических процессов, происходящих в коллекторе при фильтрации флюидов ... **Владеть:** методами расчета основных параметров нефти, газа и газоконденсата в пластовых условиях и на поверхности; - навыками обобщения результатов лабораторных исследований и расчетов параметров пласта

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

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

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	5 семестр	6 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**	**216**
Контактная работа:	**50,25**	**45,25**	**95,5**
Лекции (Л)	34	30	64
Практические занятия (ПЗ)	16	14	30
Консультации		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение индивидуального творческого задания (ИТЗ);* *- написание реферата (Р);* *- 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.)*	**57,75**	**62,75**	**120,5**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**зачет**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Физические свойства горных пород – коллекторов нефти и газа	26	8	4		14
2	Физико-механические и тепловые свойства горных пород	26	8	4		14
3	Физические свойства газа, нефти и воды	26	8	4		14
4	Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть – газ – вода – порода	30	10	4		16
	Итого:	108	34	16		58

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
5	Фильтрация несжимаевой и слабосжимаемой жидкости в пласте	26	8	2		16
6	Фильтрация смеси жидкостей в пористой среде	28	8	4		16
7	Физические основы вытеснения нефти водой и газом из пористых сред	28	8	4		16
8	Повышение нефтеотдачи пластов	26	6	4		16
	Итого:	108	30	14		64
	Всего:	216	64	30		122

4.2 Содержание разделов дисциплины

Раздел № 1 Физические свойства горных пород – коллекторов нефти и газа

Гранулометрический (механический) состав пород. Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Распределение пор по размерам. Удельная поверхность горных пород. Коллекторские свойства трещиноватых пород.

Раздел № 2 Физико-механические и тепловые свойства горных пород

Напряженное состояние пород в условиях залегания в массиве. Деформационные и прочностные свойства горных пород. Упругие изменения коллекторов в процессе разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Влияние давления на коллекторские свойства пород. Термические свойства горных пород.

Раздел № 3 Физические свойства газа, нефти и воды

Плотность газов. Вязкость газов. Растворимость газов в нефти. Давление насыщения нефти газом. Объемный коэффициент пластовой нефти. Вязкость пластовой нефти Динамические (реологические) характеристики пластовых жидкостей. Фильтрация вязкопластичной жидкости. Фильтрация жидкостей, описываемая степенным законом. Фильтрация газа. Пластовые воды.

Раздел № 4 Молекулярно-поверхностные свойства системы нефть – газ – вода – порода

Роль поверхностных явлений при движении нефти, воды и газа в пористой среде. Зависимость поверхностного натяжения пластовых жидкостей от давления и температуры. Смачивание и краевой угол. Работа адгезии. Теплота смачивания. Свойства поверхностных слоев пластовых жидкостей. Расклинивающее действие тонких слоев жидкости. Опыты Дерягина. Эффект Ребиндера. Измерение углов смачивания.

Раздел № 5 Фильтрация несжимаевой и слабосжимаемой жидкости в пласте

Фильтрация жидкости в анизотропной пористой среде. Фильтрационные потоки в пласте со многими скважинами. Фильтрация жидкости в пласте ограниченных размеров. Пространственные

течения. Основные понятия об упругом режиме фильтрации. Простейшие решения, соответствующие притоку жидкости к прямолинейной галерее в бесконечном полосообразном пласте. Приток жидкости к точечному стоку на пласте бесконечной протяженности. Принцип суперпозиции. Теорема Дюамеля. Гидродинамические методы исследования скважин и пластов

Раздел № 6 Фильтрация смеси жидкостей в пористой среде

Фазовые и относительные проницаемости. Анализ теоретических моделей движения смеси жидкостей в пористой среде Приближенное моделирование. Методы определения фазовых проницаемостей. Вытеснение нефти из неоднородных пластов. Фильтрация трехфазной смеси. Динамика вытеснения нефти водой (одномерный, линейный случай).

Раздел № 7 Физические основы вытеснения нефти водой и газом из пористых сред

Источники пластовой энергии. Силы, действующие в залежи. Поверхностные явления при фильтрации пластовых жидкостей. Причины нарушения закона Дарси. Электрокинетические явления в пористых средах. Дроссельный эффект при движении жидкостей и газов в пористой среде. Общая схема вытеснения из пласта нефти водой и газом. Роль капиллярных процессов при вытеснении нефти водой из пористых сред. Использование теории капиллярных явлений для установления зависимости нефтеотдачи от различных факторов. Зависимость нефтеотдачи от скорости вытеснения нефти водой. Факторы, влияющие на нефтеотдачу пласта при использовании энергии газовой шапки и газа, выделяющегося из раствора. Газоотдача газовых и газоконденсатных коллекторов.

Раздел № 8 Повышение нефтеотдачи пластов

Методы увеличения извлекаемых запасов нефти. Моющие и нефтевытесняющие свойства вод. Обработка воды поверхностно-активными веществами. Применение углекислоты для увеличения нефтеотдачи пластов. Воздействие магнитных полей на свойства воды. Термические способы увеличения нефтеотдачи. Вытеснение нефти из пласта растворителями. Условия взаиморастворимости углеводородов оторочки с нефтью и газом. Определение критического состава смеси. Вытеснение нефти газом высокого давления. Развитие новых методов увеличения нефтеотдачи пластов.

4.3 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Расчёт проницаемости неоднородного пласта. Расчёт проницаемости пласта при линейной и радиальной фильтрации для изолированных зон. Расчёт дебита фильтрующей для различных видов пористости. Линейный закон фильтрации Дарси. Пределы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации. Критерий Рейнольдса.	2
2	1	Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Расчёт проницаемости неоднородного пласта. Расчёт проницаемости пласта при линейной и радиальной фильтрации для изолированных зон. Расчёт дебита фильтрующей для различных видов пористости. Линейный закон фильтрации Дарси. Пределы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации. Критерий Рейнольдса.	2
3	2	Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Расчёт проницаемости неоднородного пласта. Расчёт проницаемости пласта при линейной и радиальной фильтрации для изолированных зон. Расчёт дебита фильтрующей для различных видов пористости. Линейный закон фильтрации Дарси. Пределы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации. Критерий Рейнольдса.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
4	2	Пористость горных пород. Проницаемость горных пород. Зависимость проницаемости от пористости и размера пор. Расчёт проницаемости неоднородного пласта. Расчёт проницаемости пласта при линейной и радиальной фильтрации для изолированных зон. Расчёт дебита фильтрующей для различных видов пористости. Линейный закон фильтрации Дарси. Пределы применимости закона Дарси. Нелинейные законы фильтрации. Критерий Рейнольдса.	2
5	3	Расчет состояния равновесной газовой фазы. Расчет состояния равновесной жидкой фазы. Расчет равновесных смесей с использованием констант фазовых равновесий. Свойства нефти в пластовых условиях.	2
6	3	Расчет состояния равновесной газовой фазы. Расчет состояния равновесной жидкой фазы. Расчет равновесных смесей с использованием констант фазовых равновесий. Свойства нефти в пластовых условиях.	2
7	4	Расчет состояния равновесной газовой фазы. Расчет состояния равновесной жидкой фазы. Расчет равновесных смесей с использованием констант фазовых равновесий. Свойства нефти в пластовых условиях.	2
8	4	Расчет состояния равновесной газовой фазы. Расчет состояния равновесной жидкой фазы. Расчет равновесных смесей с использованием констант фазовых равновесий. Свойства нефти в пластовых условиях.	2
9	5	Одномерное движение несжимаемой жидкости в условиях водонапорного режима. Прямолинейно-параллельное движение несжимаемой жидкости. Приток к дренажной галерее. Плоскорадиальное движение несжимаемой жидкости. Приток к совершенной скважине. Формула Дюпюи. Радиально-сферическое движение несжимаемой жидкости по закону Дарси. Установившаяся плоска фильтрация жидкости. Интерференция скважин. Потенциал точечного стока и источника на плоскости. Принцип суперпозиции. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Влияние гидродинамического несовершенства скважины на её дебит. Установившееся безнапорное движение жидкости в пористой среде (к галерее и скважине). Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа (идеального и реального). Установившаяся фильтрация газированной жидкости.	2
10	6	Одномерное движение несжимаемой жидкости в условиях водонапорного режима. Прямолинейно-параллельное движение несжимаемой жидкости. Приток к дренажной галерее. Плоскорадиальное движение несжимаемой жидкости. Приток к совершенной скважине. Формула Дюпюи. Радиально-сферическое движение несжимаемой жидкости по закону Дарси. Установившаяся плоска фильтрация жидкости. Интерференция скважин. Потенциал точечного стока и источника на плоскости. Принцип суперпозиции. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Влияние гидродинамического несовершенства скважины на её дебит. Установившееся безнапорное движение жидкости в пористой среде (к галерее и скважине). Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа (идеального и реального). Установившаяся фильтрация газированной жидкости.	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
11	6	Одномерное движение несжимаемой жидкости в условиях водонапорного режима. Прямолинейно-параллельное движение несжимаемой жидкости. Приток к дренажной галерее. Плоскорадиальное движение несжимаемой жидкости. Приток к совершенной скважине. Формула Дюпюи. Радиально-сферическое движение несжимаемой жидкости по закону Дарси. Установившаяся плоска фильтрация жидкости. Интерференция скважин. Потенциал точечного стока и источника на плоскости. Принцип суперпозиции. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Влияние гидродинамического несовершенства скважины на её дебит. Установившееся безнапорное движение жидкости в пористой среде (к галерее и скважине). Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа (идеального и реального). Установившаяся фильтрация газированной жидкости.	2
12	7	Фазовое состояние углеводородных систем. Движение жидкости в пласте с неоднородной проницаемостью.	2
13	7	Фазовое состояние углеводородных систем. Движение жидкости в пласте с неоднородной проницаемостью.	2
14	8	Движение границы раздела двух жидкостей в пористой среде. Вытеснение нефти водой.	2
15	8	Движение границы раздела двух жидкостей в пористой среде. Вытеснение нефти водой.	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 геоло- гия / Л. Д. Савинкова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. унт". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 35757 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - Загл. с тит. экрана. -Adobe Acrobat Reader 6.0 - ISBN 978-5-7410-1687- http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36097_20170404.pdf

2. Коновалова, Л. Н. Физика пласта : учебное пособие / Л. Н. Коновалова, Л. М. Зиновьева, Т. К. Гукасян. — Ставрополь : СКФУ, 2016. — 120 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/155112

3. Саранча, А. В. Основы физики пласта : учебное пособие / А. В. Саранча, Е. Е. Левитина. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2018. — 119 с. — ISBN 978-5-9961-1751-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/138259

5.2 Дополнительная литература

1. Савинкова, Л. Д. Подземная гидромеханика. Выполнение курсового проекта и лабораторных работ [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие для обучающихся по образовательным про- граммам высшего образования по специальности 21.05.02 Прикладная геология / Л. Д. Савинкова; М-во обра- зования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 34420 Кб). - Оренбург : ОГУ, 2017. - 170 с. - http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/36920_20170601.pdf

2. Злобин, А. А. Лабораторный практикум по физике нефтяного и газового пласта : учебное пособие / А. А. Злобин, Г. П. Хижняк. — Пермь : ПНИПУ, 2017. — 187 с. — ISBN 978-5-398-01852-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160402

5.3 Периодические издания

1. Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология: журнал.-М.: Академиздатцентр "Наука" РАН, 2021.

5.4 Интернет-ресурсы

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

http://geo.web/ru/ - все о геологии - 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.

«Многоликая гео» [Электронный ресурс] он-лайн лекции на платформе https://www.lektorium.tv/ - «Лекториум» / Разработчик курса СПбГУ Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский Государственный Университет (СПбГУ) режим доступа https://www.lektorium.tv/lecture/24520

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

1. Операционная система РЕД ОС (https://redos.red-soft.ru/)
2. Пакет офисных приложений LibreOffice (https://ru.libreoffice.org)
3. Программная система для организации видео-конференц-связи платформа «DION» (Конфигурация «DION EDU»)
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2025]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2025]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
7. Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования (АИССТ) (регистрационный номер в РОСПАТЕНТ №2011610456). Режим досупа: https://osu.aistt.ru/
8. Система автоматизированной проверки текстов на наличие заимствований «Антиплагиат». Режим досупа: https://osu.antiplagiat.ru/
9. Университетская платформа электронного обучения «Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle» (http://moodle.osu.ru)

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного 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.