

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики

Г.Н. Суворов

« 25 » мая 2026 г.

ПОДЗЕМНАЯ ГИДРОМЕХАНИКА

Рабочая программа для обучающихся
по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы
(производственная аспирантура)
форма обучения (очная)

Шевелёв А.П., Лукошкина Т.А. Подземная гидромеханика. Рабочая программа для обучающихся по научной специальности 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (производственная аспирантура), форма обучения (очная). Тюмень, 2026.

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями ФГТ к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, утверждены приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 20 октября 2021 г., № 951.

Рабочая программа дисциплины Подземная гидромеханика опубликована на сайте ТюмГУ: [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цель дисциплины — сформировать у аспирантов систему теоретических знаний и практических навыков в области механики однофазной и многофазной фильтрации в пористых средах, необходимых для решения научно-исследовательских и прикладных задач разработки месторождений углеводородов, а также подготовить аспирантов к самостоятельному выполнению научных исследований в области фильтрации жидкости и газа.

Задачи учебного курса:

- овладение аспирантами аналитическими методами решения задач установившейся и неустановившейся фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкости (включая методы теории функций комплексного переменного, автомодельной переменной и характеристик);
- углубленное изучение основных закономерностей фильтрации (закон Дарси, границы его применимости, закон Форшгеймера, степенной закон) и их применение для расчёта притока жидкости и газа к совершенным и несовершенным скважинам;
- освоение методов определения фильтрационно-емкостных свойств горных пород (пористость, проницаемость, удельная поверхность) и интерпретации лабораторных данных;
- формирование навыков решения задачи Баклея-Левретта для двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей, включая расчёт фронта вытеснения и построение функции Баклея-Левретта;
- ознакомление аспирантов с методами расчёта интерференции скважин (метод суперпозиции, метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений) и их применением для батарей скважин;
- изучение основ теории упругого режима фильтрации (уравнение пьезопроводности, коэффициент пьезопроводности) и методов анализа кривых восстановления давления.

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- Основные понятия и определения подземной гидромеханики, гипотезы сплошной среды и систему уравнений механики сплошных сред.
- Понятие пористой среды, модели фиктивного и идеального грунта, методы усреднения параметров.
- Фильтрационно-емкостные свойства горных пород: пористость (общую, открытую, эффективную), проницаемость (абсолютную, фазовую, относительную), удельную поверхность и методы их определения.
- Закон Дарси, границы его применимости, число Рейнольдса и критерий Миллионщикова.
- Нелинейные законы фильтрации: формулу Форшгеймера (двучленный закон) и степенной закон фильтрации.
- Типы течений (плоскопараллельное, плоскорадиальное, радиально-сферическое) и формулу Дюпюи для совершенной скважины.
- Понятие индикаторной диаграммы, контура питания, призабойной зоны, воронки депрессии.
- Уравнения состояния сжимаемой жидкости и идеального газа (Менделеева-Клапейрона), функцию Лейбензона.
- Виды несовершенства скважин (по характеру и степени вскрытия, гидравлические сопротивления), особенности наклонно-направленных и горизонтальных скважин.
- Основы теории интерференции скважин: потенциал течения, метод суперпозиции (наложения), метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений (аналогия с правилами Кирхгофа).
- Уравнение пьезопроводности, коэффициент пьезопроводности, метод касательной для обработки кривых восстановления (падения) давления.
- Основы двухфазной фильтрации несмешивающихся жидкостей: понятие насыщенности, абсолютной и фазовой проницаемостей, относительных фазовых проницаемостей, корреляции Кори, гистерезис.

– Постановку и метод решения задачи Баклея-Левверетта: функцию Баклея-Левверетта, скорость фронта вытеснения, определение времени прорыва.

Уметь:

– Рассчитывать пористость и проницаемость по лабораторным данным (прямые и косвенные методы).

– Определять границы применимости закона Дарси для конкретных пластовых условий (рассчитывать число Рейнольдса и критерий Миллионщикова).

– Рассчитывать распределение давления и дебит скважины при плоскорадиальной и радиально-сферической фильтрации несжимаемой жидкости.

– Рассчитывать дебит газовой скважины для идеального газа и строить индикаторную диаграмму.

– Оценивать влияние гидравлических сопротивлений, связанных с несовершенством скважин (скин-фактор, приведённый радиус).

– Рассчитывать интерференцию скважин методом суперпозиции потенциалов для батареи скважин (линейной, кольцевой).

– Использовать методы теории функций комплексного переменного для решения плоских задач фильтрации (например, приток к скважине вблизи прямолинейного контура питания).

– Применять метод последовательной смены стационарных состояний (ПССС) для приближенного расчёта неустановившихся процессов.

– Решать задачу Баклея-Левверетта: строить функцию Баклея-Левверетта, определять положение фронта вытеснения и распределение насыщенности в пласте.

– Интерпретировать фильтрационно-емкостные свойства пласта по промысловым данным (кривые восстановления давления, метод касательной).

Владеть (иметь навыки):

– Навыками расчёта основных фильтрационно-емкостных свойств горных пород (пористость, проницаемость, удельная поверхность) по лабораторным данным.

– Навыками построения индикаторных диаграмм для нефтяных и газовых скважин и их анализа.

– Навыками расчёта распределения давления в пласте при установившейся фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкости.

– Навыками применения метода суперпозиции для расчёта интерференции скважин (дебитов и давлений в батареях).

– Навыками использования метода теории функций комплексного переменного (например, преобразования Жуковского) для задач фильтрации со сложными границами.

– Навыками решения задачи Баклея-Левверетта (в том числе графического построения функции насыщенности и фронта вытеснения).

– Навыками обработки кривых восстановления давления (КВД) для определения параметров пласта (гидропроводность, пьезопроводность, скин-фактор).

– Навыками оценки упругого запаса жидкости в пласте с использованием уравнения пьезопроводности.

– Навыками определения относительных фазовых проницаемостей по данным двухфазной фильтрации (лабораторные эксперименты, аналитические методы).

– Навыками самостоятельного решения краевых задач фильтрации с использованием автомодельной переменной и метода характеристик.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

В результате освоения ОП выпускник должен обладать следующими компетенциями:

– способностью владеть современными подходами к анализу турбулентности, многофазных течений, ударных волн и неустойчивостей потока (ПК-4).

– способностью прогнозировать поведение текучих сред под действием внешних воздействий,

- включая климатические и космические условия (ПК-5).
- способностью адаптировать научные знания к практическим инженерным решениям и промышленным инновациям (ПК-6).

3. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4
Общий объем зач. ед. час	3	3
	108	108
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	22	22
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	0	0
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	50	50
Вид промежуточной аттестации (диф. зачет, кандидатский экзамен, экзамен)	36	Дифференцированный зачет 36

4. Система оценивания

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачёт, который сдаётся по окончании освоения дисциплины. Дифференцированный зачёт проводится в устно-письменной форме. Дифференцированный зачёт включает письменную часть – ответ по билету, состоящему из трёх вопросов. Устная часть зачёта оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно". За устное собеседование выставляется отдельная оценка. Итоговая оценка за зачёт выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Для допуска к дифференцированному зачёту обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к дифференцированному зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/ п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактно
			Лекции	Практически	Лабораторные	

			и	е занятия	/ практические занятия по подгрупп-пам	й работы
1	2	3	4	5	6	7
	Часов в 4 семестре	58	12	10	0	36
	Подземная гидромеханика	58	12	10	0	36
1	Основные понятия и определения подземной гидромеханики. Гипотезы сплошной среды. Понятие пористой среды. Фиктивный и идеальный грунт. Фильтрационно-емкостные свойства горных пород. Пористость, проницаемость, удельная поверхность. Методы их определения.	2	2	0	0	0
2	Практическое занятие 1. Расчет фильтрационно-емкостных свойств горных пород. Определение пористости и проницаемости по лабораторным данным.	2	0	2	0	0
3	Закон Дарси и границы его применимости. Число Рейнольдса. Критерий Миллионщикова. Формула Форшгеймера. Степенной закон фильтрации.	2	2	0	0	0
4	Установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости. Типы течений. Формула Дюпюи для совершенной скважины. Индикаторная диаграмма.	2	2	0	0	0
5	Практическое занятие 2. Расчет распределения	2	0	2	0	0

	давления и дебита скважины при плоскорадиальной и радиально-сферической фильтрации.					
6	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа. Функция Лейбензона. Уравнения состояния. Расчет дебита идеального газа совершенной скважины.	2	0	2	0	0
7	Практическое занятие 3. Расчет дебита газа. Построение индикаторной диаграммы для газовой скважины.	2	0	2	0	0
8	Виды несовершенства скважин. Гидравлические сопротивления. Наклонно-направленные и горизонтальные скважины.	2	2	0	0	0
9	Интерференция скважин. Потенциал течения. Метод суперпозиции. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений.	2	2	0	0	0
10	Практическое занятие 4. Расчет интерференции скважин. Применение метода суперпозиции для батареи скважин.	2	0	2	0	0
11	Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости. Уравнение пьезопроводности. Коэффициент пьезопроводности. Двухфазная фильтрация. Задача Баклея-Левретта.	2	2	0	0	0
12	Дифференцированные и зачет	36	0	0	0	36
	Итого (часов)	58	12	10	0	36

5.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Основные понятия и определения подземной гидромеханики.

Основные понятия и определения подземной гидромеханики. Гипотезы сплошной среды и система уравнений механики сплошных сред. Понятие пористой среды. Фиктивный и идеальный грунт. Фильтрационно-емкостные свойства горных пород. Пористость, проницаемость и удельная поверхность, методы их определения. Усреднение параметров пористых сред для использования гипотез механики сплошных сред.

Тема 2. Закон Дарси и формула Дюпюи.

Формула Пуазейля. Число Рейнольдса. Критерий Миллионщикова. Закон Дарси. Границы применимости закона Дарси. Формула Форшгеймера. Степенной закон фильтрации. Фильтрация газа в пористой среде. Состав нефти и газа. Одномерная установившаяся фильтрация несжимаемой жидкости к совершенным скважинам. Совершенная скважина. Типы течений. Формула Дюпюи. Контур питания, призабойная зона. Индикаторная диаграмма. Воронка депрессии.

Тема 3. Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа.

Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа. Функция Лейбензона. Массовый расход. Установившаяся и неустановившаяся фильтрация. Сжимаемая жидкость, сжимаемость. Уравнения состояния жидкости. Уравнение Менделеева-Клапейрона – уравнение состояния идеального газа. Фильтрационные коэффициенты.

Тема 4. Конструкции и несовершенства скважин.

Виды несовершенства скважин. Гидравлические (фильтрационные) сопротивления. Несовершенство скважин по характеру и степени вскрытия. Наклонно-направленные и горизонтальные скважины.

Тема 5. Интерференция скважин.

Плоские задачи теории установившейся фильтрации. Интерференция скважин. Потенциал течения. Удельный дебит. Метод суперпозиции. Уравнение Лапласа. Системы координат. Аналогия с правилами Кирхгофа. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Методы теории функций комплексного переменного.

Тема 6. Уравнение пьезопроводности.

Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругой пористой среде. Диапазоны коэффициентов сжимаемости. Уравнение состояния пористой среды. Подсчёт упругого запаса жидкости в пласте. Уравнение пьезопроводности, коэффициент пьезопроводности. Кривые восстановления (падения) давления. Метод касательной. Метод последовательной смены стационарных состояний.

Тема 7. Задача Баклея-Левверетта.

Двухфазная фильтрация несмешивающихся жидкостей. Насыщенность. Абсолютная и фазовая проницаемости. Относительные фазовые проницаемости. Корреляции Кори. Гистерезис относительных фазовых проницаемостей. Задача Баклея-Левверетта. Функция Баклея-Левверетта. Скорость фронта вытеснения.

6. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Основные понятия и определения подземной гидромеханики	Формы СРС: подготовка к тестированию, работа с глоссарием, работа с методическими указаниями и литературой. Требования к подготовке: аспирант должен освоить понятия пористой среды, фиктивного и идеального грунта, усвоить определения пористости (общей, открытой, эффективной), проницаемости (абсолютной), удельной поверхности, изучить методы их определения и принципы усреднения параметров пористых сред. Контроль:

		тестирование по основным определениям, проверка глоссария.
2.	Закон Дарси и формула Дюпюи	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания, работа с методическими указаниями. Требования к подготовке: аспирант должен освоить алгоритм расчёта числа Рейнольдса и критерия Миллионщикова, научиться определять границы применимости закона Дарси, выполнить расчёт дебита скважины по формуле Дюпюи для плоскорадиального течения, построить индикаторную диаграмму. Контроль: проверка выполненного домашнего задания, защита расчёта, опрос по теории.
3.	Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости и газа.	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания, работа с методическими указаниями и уравнением состояния. Требования к подготовке: аспирант должен освоить вывод функции Лейбензона, научиться рассчитывать массовый расход газа при установившейся фильтрации, выполнить построение индикаторной диаграммы для газовой скважины, проанализировать отличие фильтрации сжимаемой жидкости от несжимаемой. Контроль: проверка выполненного домашнего задания, защита расчёта (индикаторная диаграмма)
4.	Конструкции и несовершенства скважин	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания (скин-фактор), подготовка краткого реферата, работа с методическими указаниями. Требования к подготовке: аспирант должен освоить виды несовершенства скважин (по степени и характеру вскрытия), научиться рассчитывать скин-фактор и приведённый радиус, выполнить анализ влияния гидравлических сопротивлений на дебит скважины. Контроль: проверка расчёта скин-фактора.
5.	Интерференция скважин	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания, работа с методическими указаниями, освоение метода суперпозиции. Требования к подготовке: аспирант должен освоить алгоритм метода суперпозиции потенциалов, научиться рассчитывать суммарный дебит батареи скважин (линейной или кольцевой), выполнить расчёт давления в заданной точке пласта, изучить метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Контроль: проверка выполненного домашнего задания (расчёт интерференции для 3–5 скважин), защита расчёта.
6.	Уравнение пьезопроводности	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания, работа с методическими указаниями и кривыми восстановления давления (КВД). Требования к подготовке: аспирант должен освоить вывод уравнения пьезопроводности, научиться обрабатывать кривую восстановления давления методом касательной, выполнить расчёт коэффициента пьезопроводности и упругого запаса жидкости в пласте, изучить метод последовательной смены стационарных состояний. Контроль: проверка выполненной обработки КВД (график + расчёт), защита работы.

7.	Задача Баклея-Леверетта	Формы СРС: выполнение домашнего расчётного задания, работа с методическими указаниями, построение функции Баклея-Леверетта. Требования к подготовке: аспирант должен освоить алгоритм построения функции Баклея-Леверетта, научиться графически определять фронтальную насыщенность методом касательной, выполнить расчёт времени прорыва воды (газа) и распределения насыщенности вдоль пласта. Контроль: проверка выполненного домашнего задания, защита расчёта (построение функции Баклея-Леверетта и определение фронта).
8.	Дифференцированный зачет (4 семестр)	Подготовка к зачету по вопросам

7. Промежуточная аттестация по дисциплине

7.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачёт, который сдаётся по окончании освоения дисциплины. Дифференцированный зачёт проводится в устно-письменной форме. Дифференцированный зачёт включает письменную часть – ответ по билету, состоящему из трёх вопросов, формируемых из перечня 40 вопросов. Устная часть зачёта оценивает полученные знания по дисциплине путем собеседования с преподавателем. При ответе на три вопроса билета ставится оценка "отлично", на два вопроса - "хорошо", на один вопрос - "удовлетворительно". За устное собеседование выставляется отдельная оценка. Итоговая оценка за зачёт выставляется как среднеарифметическая двух оценок (за письменную и устную части).

Для допуска к дифференцированному зачёту обязательно выполнить и сдать реферат, подготавливаемый на практических занятиях по курсу. Темы рефератов формируются в зависимости от тем научного исследования аспирантов. Тема реферата может являться главой диссертации (расчет основных параметров, создание методики теплофизического расчета и др.). Объем реферата – 30-50 страниц. Реферат сдается на проверку преподавателю не позднее чем за 1 неделю до окончания курса, после проверки защищается на практическом занятии. Если защита проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к дифференцированному зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

Темы рефератов не ограничиваются, они соответствуют предполагаемым темам диссертации на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук. Если защита реферата проходит успешно (аспирант выполнил реферат, сделал доклад и разбирается в теме исследования), то аспирант допускается к зачёту, в противном случае ставится оценка «не зачтено».

Реферат оформляется шрифтом 14 Times New Roman с полуторным интервалом, абзацный отступ 1,25 см, интервал полуторный.

Пример оформления реферата

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Кафедра моделирования физических процессов и систем

Реферат
по теме: «Тема диссертации»

Аспирант 2 курса
по научной специальности

Фамилия И.О.
1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы

Проверил:

Фамилия И.О.
кандидат физико-математических наук

Тюмень год

ВВЕДЕНИЕ

Описывается актуальность задачи.

ГЛАВА 1. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

ГЛАВА 2. НАЗВАНИЕ ГЛАВЫ

Текст главы, рисунки, таблицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Вопросы к дифференцированному зачёту

1. Понятие пористой среды. Гипотезы сплошной среды в подземной гидромеханике. Фиктивный и идеальный грунт.
2. Пористость горных пород: определение, виды (общая, открытая, эффективная), методы определения.
3. Проницаемость горных пород: определение, физический смысл, абсолютная проницаемость, методы определения.
4. Удельная поверхность горных пород: определение, физический смысл, методы оценки.
5. Усреднение параметров пористых сред для использования гипотез механики сплошных сред.
6. Закон Дарси: формулировка, физический смысл, границы применимости.
7. Число Рейнольдса при фильтрации. Критерий Миллионщикова.
8. Формула Форшгеймера (двучленный закон фильтрации). Степенной закон фильтрации.
9. Фильтрация газа в пористой среде. Особенности по сравнению с жидкостью.
10. Совершенная скважина. Контур питания, призабойная зона. Воронка депрессии.
11. Типы течений в пористой среде: плоскопараллельное, плоскорадиальное, радиально-сферическое.
12. Формула Дюпюи для плоскорадиальной фильтрации несжимаемой жидкости к совершенной скважине.
13. Индикаторная диаграмма: построение, виды, интерпретация для нефтяной скважины.

14. Установившаяся фильтрация сжимаемой жидкости. Функция Лейбензона.
15. Уравнение состояния идеального газа (Менделеева-Клапейрона). Фильтрационные коэффициенты.
16. Расчёт дебита совершенной газовой скважины при установившейся фильтрации.
17. Массовый расход при фильтрации газа. Отличие от объёмного расхода.
18. Виды несовершенства скважин: по степени вскрытия, по характеру вскрытия.
19. Гидравлические (фильтрационные) сопротивления, обусловленные несовершенством скважин. Скин-фактор.
20. Особенности фильтрации к наклонно-направленным и горизонтальным скважинам.
21. Интерференция скважин. Понятие потенциала течения. Удельный дебит.
22. Метод суперпозиции (наложения) для расчёта интерференции скважин.
23. Уравнение Лапласа для потенциала течения. Решение плоских задач фильтрации.
24. Метод эквивалентных фильтрационных сопротивлений. Аналогия с правилами Кирхгофа.
25. Методы теории функций комплексного переменного в задачах фильтрации (примеры).
26. Неустановившаяся фильтрация упругой жидкости в упругой пористой среде.
27. Уравнение состояния пористой среды. Коэффициент объёмной упругости породы.
28. Упругий запас жидкости в пласте: определение, порядок расчёта.
29. Уравнение пьезопроводности (уравнение диффузии). Вывод, физический смысл.
30. Коэффициент пьезопроводности: определение, физический смысл, от каких параметров зависит.
31. Кривые восстановления давления (КВД) и кривые падения давления. Метод касательной для их обработки.
32. Метод последовательной смены стационарных состояний (ПССС) для приближённого расчёта неустановившихся процессов.
33. Двухфазная фильтрация несмешивающихся жидкостей. Понятие насыщенности.
34. Абсолютная, фазовая и относительная фазовая проницаемости. Определения, физический смысл.
35. Корреляции Кори для аппроксимации относительных фазовых проницаемостей.
36. Гистерезис относительных фазовых проницаемостей. Влияние на процессы вытеснения.
37. Задача Баклея-Леверетта: постановка, основные допущения.
38. Функция Баклея-Леверетта: определение, построение, свойства.
39. Определение фронтальной насыщенности методом касательной на графике функции Баклея-Леверетта.
40. Скорость фронта вытеснения. Расчёт времени прорыва воды (газа) к добывающей скважине.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Основная литература:

1. Подземная гидромеханика / К. С. Басниев, Н. М. Дмитриев, Р. Д. Каневская, В. М. Максимов. — 2-е изд. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 488 с. — ISBN 978-5-4344-0605-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91980.html> (дата обращения: 21.05.2026). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Гусев, А. А. Основы гидромеханики : учебник для вузов / А. А. Гусев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 56 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-15854-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/568273> (дата обращения: 21.05.2026).

8.2. Интернет-ресурсы:

- Springer / ФГБУ «Государственная публичная научно-техническая библиотека

России». URL: <https://rd.springer.com/>

- Электронно-библиотечная система “ЗНАНИУМ”/ ООО “ЗНАНИУМ”. URL: <https://lib.utmn.ru/tpost/mlxo8l6vg1-znaniumcom>
- Электронно-библиотечная система Лань / ООО ЭБС «ЛАНЬ». URL: <https://e.lanbook.com/>

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

LibreOffice, платформы: Яндекс. Мессенджер, Яндекс.Телемост, Lazarus, Pascal ABC.NET.

10. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины

- Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная.
- Мультимедийная учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием: учебная мебель, доска аудиторная, персональный компьютер.

11. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям лиц с ограниченными возможностями

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; индивидуальные задания и консультации.
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

12. Методические рекомендации обучающимся по выполнению самостоятельной работы

Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Особое внимание при этом необходимо обратить на содержание основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы аспирант должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам. При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю. Перед консультацией необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. Ведение записей способствует превращению чтения в активный процесс, мобилизует, наряду со зрительной, и моторную память. Следует помнить: у аспиранта, систематически ведущего записи, создается свой индивидуальный фонд подсобных материалов для быстрого повторения прочитанного, для мобилизации накопленных знаний. Особенно важны и полезны записи тогда, когда в них находят отражение мысли, возникшие при самостоятельной работе.