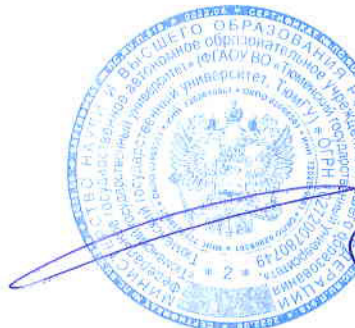


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ

Исполнительный директор
программы развития,
руководитель научно-
исследовательской политики

Г.Н. Суворов

2026 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
НЕИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ МНОГОКОМПОНЕНТНАЯ МЕХАНИКА
МНОГОФАЗНЫХ СРЕД

Научная специальность 1.1.9. Механика жидкости, газа и плазмы (производственная аспирантура)

1. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Темы дисциплины (модуля) / Разделы (этапы) практики* в ходе текущего контроля, вид промежуточной аттестации (зачет, с указанием семестра)	Код и содержание компетенции	Оценочные материалы (виды и количество)
1	2	3	4
1.	Введение в многокомпонентную фильтрацию. Основные уравнения многофазной фильтрации. Модели «черной нефти» и композиционная.	ПК-4 - способность владеть современными подходами к анализу турбулентности, многофазных течений, ударных волн и неустойчивостей потока. ПК-5 - способность прогнозировать поведение текучих сред под действием внешних воздействий, включая климатические и космические условия. ПК-6 - способностью адаптировать научные знания к практическим инженерным решениям и промышленным инновациям.	Устный опрос Расчетное задание
2.	Задача Баклея-Леверетта. Функция Баклея-Леверетта. Правило касательной.		
3.	Решение задачи Баклея-Леверетта. Расчет распределения водонасыщенности и положения фронта вытеснения.		
4.	Задача Рапопорта-Лиса. Учет капиллярных сил. Капиллярная пропитка.		
5.	Решение задачи Рапопорта-Лиса. Расчет профиля насыщенности с учетом капиллярного давления.		
6.	Модель Маскета-Миреса. Двухфазная фильтрация сжимаемых флюидов. Метод ПССС.		
7.	Расчет по модели Маскета-Миреса. Распределение давления и газонасыщенности.		
8.	Многокомпонентная фильтрация. Уравнения состояния Пенга-Робинсона и Редлиха-Квонга-Соаве. Фазовые равновесия.		
9.	PVT-моделирование. Расчет свойств пластового флюида. Построение фазовых диаграмм. Ретроградные явления.		
10.	Неизотермическая фильтрация. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии. Теплоперенос в пористой среде.		
11.	Моделирование неизотермического вытеснения. Расчет температурного фронта при нагнетании теплоносителя.		
12.	Термические МУН (SAGD, пароциклическое воздействие). Внутрипластовое горение. Вытеснение растворителями и ПАВ.		
13.	Дифференцированный зачет, 4 семестр		Вопросы в билетах, задачи

2. Виды и характеристика оценочных средств

Формой промежуточной аттестации является дифференцированный зачет в 4 семестре.

Проводится в устной форме ответа на билеты, включающие теоретические вопросы и практическое расчетное задание. Оценка выставляется в соответствии со шкалой перевода баллов, утвержденной рабочей программой дисциплины.

Оценивание текущей успеваемости осуществляется по представлению результатов реализации следующих видов оценочных средств:

Устный опрос по темам лекционных занятий.

1. Расчетные задания (решение задач Баклея-Леверетта, Рапопорта-Лиса, Маскета-Миреса).
2. Коллоквиум по разделу «Многокомпонентная фильтрация и PVT-моделирование».
3. Практическое задание по PVT-моделированию (построение фазовых диаграмм, расчет свойств пластового флюида).

Оценочные средства в тестовой форме

В рамках текущего контроля по отдельным темам дисциплины используются задания в тестовой форме.

Формирование тем тестовых заданий:

Темы тестовых заданий формируются на основе содержания дисциплины в соответствии с таблицей 2 рабочей программы. Тестовые задания разрабатываются по следующим разделам:

- Основные уравнения многофазной фильтрации (модели «черной нефти» и композиционная).
- Задача Баклея-Леверетта. Функция Баклея-Леверетта. Правило касательной.
- Задача Рапопорта-Лиса. Учет капиллярных сил.
- Модель Маскета-Миреса. Метод последовательной смены стационарных состояний.
- Уравнения состояния Пенга-Робинсона и Редлиха-Квонга-Соаве. Фазовые равновесия.
- Неизотермическая фильтрация. Уравнение энергии. Теплоперенос в пористой среде.
- Термические методы увеличения нефтеотдачи (SAGD, CSS, внутрислоевого горения).

3. Оценочные средства

Оценочное средство – Ответ на билет (2 теоретических вопроса + 1 задача)

Оценка «Отлично» – аспирант дает полные, развернутые ответы на оба теоретических вопроса, свободно ориентируется в материале, отвечает на дополнительные вопросы; задача решена верно, получен правильный численный результат, сделан анализ решения.

Оценка «Хорошо» – аспирант дает в целом правильные ответы на теоретические вопросы, но допускает отдельные неточности; задача решена в целом верно, но имеются незначительные ошибки в расчетах или выводах.

Оценка «Удовлетворительно» – аспирант отвечает на теоретические вопросы неполно, требует наводящих вопросов; задача решена частично, допущены существенные ошибки.

Оценка «Неудовлетворительно» – аспирант не может ответить на теоретические вопросы; задача не решена или решение полностью неверное.

Вопросы к дифференцированному зачету

1. Основные допущения и система уравнений модели Баклея-Леверетта для двухфазного вытеснения.
2. Функция Баклея-Леверетта: физический смысл, свойства, графический вид.
3. Правило касательной (метод Велджа): для чего применяется, как графически определяется фронтальная насыщенность.
4. Сравнение моделей Баклея-Леверетта и Рапопорта-Лиса. В чем заключается учет капиллярных сил?

5. Капиллярное давление как функция насыщенности. Влияние капиллярных сил на профиль вытеснения.
6. Капиллярная пропитка: механизм, движущие силы, условия возникновения.
7. Модель Маскета-Миреса: допущения, область применения (какие флюиды описывает).
8. Метод последовательной смены стационарных состояний (ПССС): идея, алгоритм, шаг по времени.
9. Модель «черной нефти» (Black Oil): допущения, система уравнений, область применения.
10. Композиционная модель (Compositional): отличие от модели «черной нефти», когда необходима.
11. Уравнения состояния реальных газов: общая структура кубических уравнений. Назначение уравнений Пенга-Робинсона и Редлиха-Квонга-Соаве.
12. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах. Константы фазового равновесия (K-факторы).
13. Ретроградная конденсация: физический механизм, при каких условиях возникает, последствия для разработки.
14. Система уравнений неизотермической фильтрации: уравнения сохранения массы, импульса и энергии.
15. Уравнение энергии для пористой среды. Из каких слагаемых состоит? Что такое локальное тепловое равновесие?
16. Закон теплопроводности Фурье применительно к пористой среде.
17. Температурный фронт при нагнетании теплоносителя. Факторы, влияющие на скорость его продвижения.
18. Термические методы увеличения нефтеотдачи: классификация, принципы действия.
19. Алгоритм решения задачи Баклея-Левверетта: от постановки до расчета положения фронта вытеснения.
20. Как рассчитать время безводной добычи нефти по модели Баклея-Левверетта?
21. Сравнение профилей водонасыщенности с учетом и без учета капиллярных сил (качественное и количественное различие).
22. Как оценить длину переходной зоны (капиллярной каймы) при вытеснении?
23. Алгоритм решения по модели Маскета-Миреса: последовательность расчета давления и газонасыщенности.
24. Как изменяется распределение газонасыщенности во времени при закачке газа в нефтенасыщенный пласт?
25. Флеш-расчет (flash calculation): для чего нужен, какие входные данные требуются, какие результаты дает.
26. Построение фазовой диаграммы многокомпонентной системы. Как определить точку росы и точку кипения?
27. Как отличить ретроградную газоконденсатную систему от обычной газовой или нефтяной по фазовой диаграмме?
28. Расчет температурного фронта при нагнетании горячей воды: основные формулы, допущения, факторы.
29. Сравнение эффективности вытеснения паром и горячей водой. При каких условиях пар эффективнее?
30. Оценка тепловых потерь в кровлю и подошву пласта при закачке теплоносителя.
31. Причины и условия возникновения ретроградной конденсации в газоконденсатных пластах. Методы борьбы.
32. Преимущества и недостатки пароциклического воздействия (CSS) по сравнению с SAGD.
33. Технология SAGD: схема расположения скважин, физический механизм, основные параметры.
34. Внутрипластовое горение: окисление тяжелых фракций, типы фронтов горения, условия устойчивости.
35. Механизмы увеличения нефтеотдачи при закачке растворителей (мицеллярные растворы, ПАВ).

36. Сравнение эффективности различных теплоносителей (пар, горячая вода, горячий газ) для неизотермического вытеснения.

37. Влияние сжимаемости флюидов на характер вытеснения (модель Маскета-Миреса против модели Баклея-Левретта для несжимаемых фаз).

38. Гидродинамическое и капиллярное подобие процессов фильтрации. Критерии подобия.

39. Применение методов теории функций комплексного переменного в задачах фильтрации (интерференция скважин, метод источников и стоков).

40. Роль PVT-моделирования при проектировании разработки газоконденсатных и летуче-нефтяных месторождений.