

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

Кафедра геологии и нефтегазового дела

УТВЕРЖДЕН
на заседании кафедры
«27» мая 2025 г., протокол № 9
Заведующий кафедрой
 / Денисова Я.В.

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

«Б1.В.ДВ.03.02 Моделирование разработки трещиноватых коллекторов»

Уровень высшего образования
МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
21.04.01 «Нефтегазовое дело»
(код и наименование направления подготовки)

Профиль «Управление разработкой нефтегазовых месторождений»
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
очная

Южно-Сахалинск, 2025

1. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-2	Способен повышать эффективность процесса добычи и работы оборудования по добыче углеводородного сырья	ПК-2.1 Внедряет и разрабатывает новые инновационные технологические решения для увеличения показателей эффективности работы предприятия и оборудования нефтегазодобычи ПК-2.2 Применяет инновационные методы для решения производственных задач нефтегазового комплекса ПК-2.3 Разрабатывает физические и математические (в том числе компьютерные) модели явлений и объектов, относящихся к профилю деятельности

Примеры тестовых заданий

1. Вставить термин в предложение: Для адекватного моделирования фильтрации в среде с двойной пористостью необходимо корректно задать _____, который определяет интенсивность перетока флюида между блоками матрицы и системой трещин.
Ответ: перетоковый коэффициент (или коэффициент массообмена)

2. Установите соответствие между термином и его определением.

Термин	Определение
1. Матрица	А. Геометрическая модель, представляющая трещины в виде тонких пластин или дисков в горной породе.
2. Модель Уоррена-Рута	Б. Основная порода-коллектор с высокой емкостью, но низкой проницаемостью.
3. DFN-модель	В. Ключевой параметр, описывающий форму и размер блоков матрицы в модели двойной пористости.
4. Геометрический фактор	Г. Классическая концептуальная модель пласта с двойной пористостью.

Ответ: 1 – Б, 2 – Г, 3 – А, 4 – В

3. Заполните пропуски в тексте соответствующими терминами.

При построении гидродинамической модели трещиноватого коллектора часто используется подход _____ (1), где пласт представлен двумя взаимодействующими континуумами: _____ (2), обладающей высокой емкостью, и _____ (3), обеспечивающей основные пути фильтрации. Для учета неоднородности трещинной системы может применяться более сложный

_____ (4) подход, который явно описывает каждую трещину.

Ответ:

1. двойной пористости (или двойной среды)
2. матрицей
3. системой трещин (или трещинной системой)
4. DFN (от Discrete Fracture Network)

4. Расставить этапы общего потока работ создания и использования модели.

Элементы для сортировки:

1. История разработки и прогнозные расчеты.
2. Построение гидродинамической модели (построение сетки, назначение свойств).
3. Сбор и анализ всей исходной информации (керна, ГИС, сейсмика, испытания).
4. Калибровка (история) модели по данным эксплуатации.
5. Построение концептуальной геологической модели трещиноватой среды.
6. Анализ неопределенностей и принятие управленческих решений.

Правильная последовательность: 3→5→2→4→1→6

5. Расставить этапы формирования понимания строения трещиноватого коллектора.

Элементы для сортировки:

1. Выделение основных систем трещин (направлений) и определение их генетического типа.
2. Интерпретация данных ГИС для идентификации трещиноватых интервалов в скважинах.
3. Построение карт и разрезов, отображающих пространственное распределение свойств трещин.
4. Анализ кернового материала для определения литотипов и параметров трещин.
5. Атрибутный анализ сейсмических данных для прогнозирования зон повышенной трещиноватости.
6. Создание диаграмм РОУ (Розы-диаграммы направленности трещин) и статистический анализ трещин.

Правильная последовательность: 4→2→5→1→6→3

6. Расставить этапы создания численной модели по методологии «двойной пористости/двойной проницаемости».

Элементы для сортировки:

1. Назначение капиллярных давлений и фазовых проницаемостей для блоков матрицы и системы трещин.
2. Построение структурного каркаса и 3D-сетки (желательно с учетом ориентации трещин).
3. Расчет эффективных свойств ячеек сетки (упругий емкостный множитель, коэффициент перетока).
4. Назначение петрофизических свойств матрицы (пористость, проницаемость) по геологической модели.
5. Назначение свойств системе трещин (проницаемость, плотность трещин, раскрытость).
6. Моделирование распределения трещин с использованием DFN (Discrete Fracture Network) или корреляционных методов.

Правильная последовательность: 2→4→6→4→3→1

7. Расставить этапы настройки модели для соответствия реальным данным добычи.

Элементы для сортировки:

1. Качественное сопоставление динамики пластового давления и обводненности.
2. Плановое изменение глобальных параметров (проницаемость трещин, коэффициент перетока).
3. Сравнение рассчитанных и фактических дебитов жидкости, нефти, воды и газа.
4. Локализованная корректировка свойств в зонах прискважинного пространства для совпадения депрессий.
5. Загрузка в модель истории эксплуатации (режимы работы скважин, закачки).
6. Анализ невязок и идентификация проблемных зон и скважин.

Правильная последовательность: 5 → 3 → 6 → 2 → 4 → 1

8. Расставить этапы работы с откалиброванной моделью для поддержки принятия решений.

Элементы для сортировки:

1. Анализ результатов, построение карт остаточных запасов, выделение зон-кандидатов.
2. Запуск прогнозных сценариев на всех реализациях (моделях).
3. Построение «вееров» прогнозной добычи и оценка вероятностей достижения целей.
4. Выбор и обоснование оптимальной стратегии разработки.
5. Формирование ансамбля моделей (набор скорректированных свойств, учитывающий неопределенности).
6. Разработка нескольких сценариев разработки (разные сетки скважин, режимы заводнения, ГТМ).

Правильная последовательность: 5 → 6 → 2 → 3 → 1 → 4

9. Установите соответствие между геометрическим параметром трещиноватости и его описанием.

Параметр	Описание
1. Интенсивность трещиноватости (P32, P10)	А. Среднее расстояние между трещинами внутри одного доминирующего направления.
2. Раскрытость трещины	В. Направление в пространстве, характеризующее ориентацию плоскости трещины (например, азимут и угол падения).
3. Протяженность (длина) трещины	С. Среднее расстояние по нормали между стенками трещины, ключевой параметр для проницаемости.
4. Плотность трещин	Д. Количественная мера, характеризующая густоту трещин в объеме (P32) или на линии (P10).
5. Азимут простирания и падения	Е. Линейный размер трещины в ее плоскости, определяющий область влияния и связность системы.

Правильные ответы: 1 - D, 2 - C, 3 - E, 4 - A, 5 - B

10. Установите соответствие между типом модели и его ключевой характеристикой.

Тип модели	Ключевая характеристика
1. Модель с двойной пористостью (Dual Porosity)	А. Трещины и матрица моделируются явно, как отдельные геометрические объекты, с заданием их параметров.
2. Модель с двойной проницаемостью (Dual Permeability)	В. Упрощенная модель, где вся емкость и проводимость сосредоточены в одной среде (эквивалентный коллектор).
3. Модель дискретных трещин (DFN)	С. Учитывает переток между матрицей и трещинами, но поток между блоками матрицы отсутствует. Матрица — источник, трещины — пути фильтрации.
4. Модель эквивалентной пористой среды (Single Porosity)	Д. Позволяет моделировать поток не только через трещины, но и между блоками матрицы, что важно для процессов вытеснения.
5. Гибридная модель (Hybrid)	Е. Сочетание DFN-подхода для крупных трещин и модели двойной пористости для мелких трещин и матрицы.

Правильные ответы: 1 - С, 2 - D, 3 - А, 4 - В, 5 - Е

11. Установите соответствие между физическим процессом и его описанием применительно к трещиноватому коллектору.

Процесс	Описание
1. Капиллярная пропитка (Imbibition)	А. Процесс, при котором флюид из трещины под действием градиента давления проникает в матричный блок.
2. Переток между матрицей и трещиной	В. Явление, при котором добывающая скважина резко увеличивает дебит за счет подключения высокопроницаемой зоны трещин.
3. ГРП в трещиноватом коллекторе	С. Самопроизвольное впитывание вытесняющего флюида (например, воды) в матричный блок под действием капиллярных сил, вытесняющего нефть.
4. Прорыв воды по трещинам	Д. Взаимодействие создаваемых гидравлических трещин с естественной трещиноватостью, что может привести к сложной сети трещин.
5. «Попадание в трещину»	Е. Быстрый каналный поток обводняющего агента по высокопроницаемой системе трещин при обходе ими матричных блоков.

Правильные ответы: 1 - С, 2 - А, 3 - D, 4 - Е, 5 - В

12. Установите соответствие между методом исследования/моделирования и его основной целью или принципом.

Метод	Цель / Принцип
-------	----------------

Метод	Цель / Принцип
1. Гидродинамическое исследование скважин (ГДИС)	А. Построение трехмерной геометрической сети трещин на основе статистических данных о их параметрах.
2. Сейсмическая анизотропия	В. Определение параметров трещиноватости (проницаемость, проводимость, давление) по кривым восстановления давления.
3. DFN-моделирование (Discrete Fracture Network)	С. Метод апскейлинга, при котором свойства детальной DFN-модели переносятся на ячейки крупномасштабной динамической модели.
4. Апскейлинг	Д. Лабораторное определение капиллярного давления и относительных фазовых проницаемостей для системы матрица-трещины.
5. Специальные керновые исследования	Е. Выявление зон трещиноватости по разнице в скорости распространения сейсмических волн в зависимости от направления.

Правильные ответы: 1 - В, 2 - Е, 3 - А, 4 - С, 5 - D

13. Установите соответствие между стратегией разработки и ее обоснованием для трещиноватого коллектора.

Стратегия разработки	Обоснование и ожидаемый эффект
1. Система заводнения с учетом ориентации трещин	А. Создание контролируемой системы трещин для соединения изолированных матричных блоков с высокопроницаемыми каналами.
2. Горизонтальное бурение поперек трещин	В. Минимизация преждевременного прорыва воды за счет нагнетания в направлении, которое не способствует быстрому продвижению фронта по трещинам.
3. Циклическое заводнение (WAG, импульсное)	С. Увеличение контакта скважины с системой трещин для максимального вовлечения в разработку большего количества блоков матрицы.
4. Матричная кислотная обработка	Д. Улучшение капиллярной пропитки и перетока за счет создания пульсирующего градиента давления между трещинами и матрицей.
5. Массивный ГРП	Е. Увеличение проводимости призабойной зоны путем растворения породы вблизи трещин, что снижает скин-фактор.

Правильные ответы: 1 - В, 2 - С, 3 - D, 4 - Е, 5 - А

14. На основе каких данных производят создают модель разработки месторождений нефти и газа:

- а) на основе данных, полученных из образцов керна;
- б) на основе гидродинамических и геофизических испытаний скважин;
- в) на основе расчетов разработки месторождений;
- г) на основе проекта разработки идентичного объекта;
- д) на основе стадийности разработки месторождения.

Ответ: б

15. Расставьте действия по созданию модели трещиноватого коллектора по порядку:

- а) визуализация данных о трещинах и разделение их на классы
- б) загрузка данных;
- в) создание каркаса;
- г) создание куба интенсивности трещин
- д) создание кубов литологии и пористости;

Ответ: б→в→д→а→г

16. Важнейшими этапами при создании геологической 3D-модели месторождения с трещинным коллектором являются:

- а) анализ кривой суммарного каротажа;
- б) расчет кривых интенсивности трещин по точечным данным в скважинах;
- в) имитация реальной трещинной среды.

Ответ: б

17. Оценку трещиноватости коллектора можно произвести на основе модели:

- а) Баренблатта-Желтова;
- б) Каземи;
- в) Полларда;
- г) Уоррена-Рута.

Ответ: г

18. Какие исходные данные необходимы для построения модели разработки месторождения? Приведите не менее двух.

Ответ: вязкость; данные геофизических исследований скважин; извлекаемые запасы; данные кривой восстановления давления в скважине; пористость и проницаемость; толщина пластов; расположение сетки скважин;

19. Какие сведения можно получить, построив модель разработки месторождения? Приведите не менее двух.

Ответ: фонд скважин; изменение пластового давления и температуры.

20. Определите правильную последовательность при работе с моделью разработки месторождения:

- 1) Сбор, анализ и подготовка необходимой информации, загрузка данных.
- 2) Структурное моделирование (создание каркаса).
- 3) Создание сетки (3D-грида), осреднение (перенос) скважинных данных на сетку.
- 4) Фациальное (литологическое) моделирование.
- 5) Петрофизическое моделирование.
- 6) Подсчёт запасов углеводородов.

Ответ: 1→2→3→4→5→6

21. _____ - это система количественных представлений о геолого-физических свойствах, используемая в расчетах разработки месторождения.

- а) модель скважины;

- б) модель пласта;
- в) модель залежи;
- г) модель месторождения.

Ответ: б

22. _____ - это система количественных представлений о процессе извлечения нефти и газа из недр.

- а) модель процессов в скважине;
- б) модель процессов в пласта;
- в) модель процессов в залежи;
- г) модель процесса разработки месторождения.

Ответ: г