

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.02.02 Технология разработки и эксплуатации карбонатных
залежей»**

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-4	Способен руководить организацией и повышать эффективность процесса добычи углеводородного сырья	ПК-4.1 Разрабатывает оперативные планы проведения всех видов деятельности, связанной с исследованием, разработкой, проектированием, конструированием, реализацией и управлением технологическими процессами и производствами в области добычи, транспорта и хранения углеводородов ПК-4.2 Анализирует и обобщает экспериментальные данные о работе технологического оборудования нефтегазового комплекса ПК-4.3 Разрабатывает мероприятия по обеспечению оптимальных параметров работы месторождения

Примеры тестовых заданий

1. Для управления процессом разработки и поддержания пластового давления в карбонатных коллекторах часто используется закачка воды в _____ зону пласта. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: б) законтурную

Пояснение: Законтурная зона — это часть пласта, находящаяся за внешним контуром нефтеносности. Закачка воды в эту зону позволяет создать напор, который вытесняет нефть в направлении к добывающим скважинам.

2. Основной особенностью карбонатных коллекторов, которая кардинально отличает их от терригенных и определяет подходы к эксплуатации, является высокая _____, обеспечивающая основную фильтрацию флюидов. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: в) трещиноватость

Пояснение: В карбонатных породах (известняки, доломиты) основная пустотность часто обеспечивается не межзерновыми порами, как в песках, а системой трещин и каверн. Именно трещины являются главными каналами фильтрации.

3. Для увеличения продуктивности скважин, вскрывших низкопроницаемые карбонатные коллекторы, часто применяется метод _____, который заключается в создании высокопроводящих трещин в призабойной зоне пласта. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: в) гидравлический разрыв пласта (ГРП)

Пояснение: ГРП — ключевой метод интенсификации добычи в карбонатных породах. Созданная искусственная трещина соединяет естественную трещиноватость пласта со стволом скважины, многократно увеличивая площадь фильтрации.

4. Модель фильтрации в карбонатных коллекторах часто рассматривается как модель _____, где матричный блок с высокой ёмкостью, но низкой проницаемостью, является источником флюида для системы трещин с высокой проницаемостью. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: в) двойной среды

Пояснение: Эта концепция фундаментальна для карбонатов. Матрица (плотная порода) хранит нефть, а система трещин — транспортирует ее к скважине. Процесс перетока из матрицы в трещины является лимитирующей стадией.

5. Для увеличения проницаемости призабойной зоны карбонатного пласта путем растворения породы и существующих трещин применяется химический метод, называемый _____. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: в) соляно-кислотная обработка (СКО)

Пояснение: СКО — один из самых распространенных методов воздействия на карбонатный коллектор. Соляная кислота (HCl) вступает в реакцию с карбонатами (CaCO_3 , MgCO_3), растворяя их и создавая новые или расширяя существующие каналы для фильтрации.

6. Для увеличения контакта с естественной трещиноватой системой карбонатного коллектора и охвата большей площади дренирования применяется технология бурения _____. Поясните свой ответ.

Правильный ответ: б) горизонтальных стволов

Пояснение: Горизонтальные скважины идеально подходят для карбонатных залежей, так как они пересекают множество естественных трещин, которые в вертикальной скважине могли бы остаться невскрытыми. Это резко увеличивает дебит и конечную нефтеотдачу.

7. Расположите в правильной последовательности этапы изучения геологического строения карбонатной залежи для обоснования технологии ее разработки.

1. Интерпретация данных ГИС для выделения коллекторов и определения ФЕС.
2. Построение геолого-гидродинамической модели пласта.
3. Анализ кернового материала и определение типов коллекторов (поровые, трещинные, каверновые).
4. Сейсмические исследования (2D/3D) для определения структуры ловушки.
5. Выделение гидродинамически связанных элементов пласта (ГЭС) и изолированных блоков.
6. Определение начальных пластовых давлений и температур, ВНК/ГНК.

Правильная последовательность:

4 → 3 → 1 → 6 → 5 → 2

8. Установите последовательность действий при проектировании системы размещения скважин на неоднородном карбонатном коллекторе.

1. Анализ направлений и интенсивности трещиноватости по данным ГИС и керна.
2. Выбор типа сетки скважин (равномерная, блочная, осевая) и ее ориентации.
3. Определение целевых объектов бурения (зоны с наилучшими ФЕС, "сладкие пятна").

4. Оценка технологических рисков (обводнение, солеотложение, ранний прорыв газа).
5. Расчет плотности сетки скважин на основе коэффициента охвата пласта воздействием.
6. Оптимизация количества, расположения и профиля (вертикальные/горизонтальные/многозабойные) скважин.

Правильная последовательность:

1 → 3 → 2 → 5 → 6 → 4

9. Расположите этапы выбора метода увеличения нефтеотдачи (МУН) для карбонатной залежи.

1. Анализ коллекторских свойств и характера неоднородности пласта.
2. Гидродинамическое моделирование для сравнения эффективности различных методов.
3. Проведение лабораторных исследований (ПЗИ, физическое моделирование) на керне.
4. Сравнительный анализ технологической и экономической эффективности методов.
5. Выбор кандидатов МУН (заводнение, ГРП, кислотные обработки, химическое заводнение и т.д.).
6. Пилотные испытания метода на выделенном участке залежи.

Правильная последовательность:

1 → 5 → 3 → 2 → 4 → 6

10. Определите последовательность мероприятий при обводнении добывающей скважины в карбонатной залежи.

1. Анализ кривых добычи и момента обводнения для диагностики типа обводнения (прорыв по трещине, подошвенная вода, конусообразование).
2. Проведение ГИС (расходомерия, термометрия) для идентификации интервалов притока воды.
3. Планирование и проведение геолого-технического мероприятия (ГТМ): изоляция воды, переперфорация, бурение бокового ствола.
4. Мониторинг обводненности продукции и дебитов скважины.
5. Гидродинамические расчеты для оценки эффективности планируемого ГТМ.
6. Оптимизация режима работы скважины (уменьшение дебита для подавления конуса).

Правильная последовательность:

4 → 1 → 2 → 6 → 5 → 3

11. Установите последовательность мероприятий по предотвращению и ликвидации солеотложений (например, сульфата кальция) в призабойной зоне пласта (ПЗП) и оборудовании.

1. Химический анализ пластовой воды и воды для заводнения на совместимость.
2. Обработка призабойной зоны пласта (ПЗП) солянокислотными составами для растворения отложений.
3. Непрерывная или периодическая закачка ингибиторов солеотложений в прискважинную зону.
4. Диагностика причины солеотложения (снижение дебита, рост давления).
5. Механическая очистка скважины (скребками) и наземного оборудования.
6. Проектирование системы водоподготовки (умягчение, дегазация).

Правильная последовательность:

1 → 6 → 4 → 3 → 5 → 2

12. Расположите в логическом порядке мероприятия на поздней стадии разработки высокообводненной карбонатной залежи.

1. Массовое внедрение методов увеличения нефтеотдачи (химические методы, газовые методы).
2. Анализ остаточных запасов нефти с помощью промысловой геофизики и гидродинамического моделирования.
3. Вывод из эксплуатации низкодебитных и высокообводненных скважин.
4. Перевод скважин под нагнетание для создания локальных фронтов вытеснения.
5. Бурение целевых горизонтальных скважин для дренирования неохваченных запасов.
6. Оптимизация системы ППД (перераспределение потоков, изменение точек нагнетания).

Правильная последовательность:

2 → 6 → 4 → 5 → 1 → 3

13. Установите соответствие между типом коллектора карбонатной породы и его основной характеристикой.

Понятие/Термин	Определение/Характеристика
1. Гранулярный коллектор	А. Коллектор, образованный системой трещин в плотной карбонатной породе (например, известняке). Емкость и проницаемость определяются густотой и раскрытостью трещин.
2. Каверновый коллектор	Б. Коллектор, поровое пространство которого сложено межзерновыми порами. Аналог терригенных коллекторов (например, оолитовые известняки).
3. Трещинный коллектор	В. Коллектор, образованный в результате выщелачивания и растворения карбонатных пород, ведущий к образованию крупных полостей (каверн).
4. Порода-покрышки	Г. Пласты, перекрывающие продуктивный резервуар и препятствующие утечке углеводородов (глины, аргиллиты, соляные плиты).

Правильные ответы: 1-Б, 2-В, 3-А, 4-Г

14. Установите соответствие между методом увеличения нефтеотдачи (МУН) для карбонатных коллекторов и его принципом действия.

Понятие/Термин	Определение/Характеристика
1. Горизонтальное бурение	А. Закачка кислотных составов в пласт для растворения карбонатного цемента и создания каналов с высокой проницаемостью.
2. Гидравлический разрыв пласта (ГРП)	Б. Закачка газа (азот, углеводородные газы) для поддержания пластового давления и смещения фазовых равновесий.
3. Кислотные обработки	В. Создание искусственных высокопроводящих трещин,

Понятие/Термин	Определение/Характеристика
	соединяющих удаленные зоны пласта со стволом скважины.
4. Газовое воздействие	Г. Увеличение площади контакта с пластом для вовлечения в разработку зон с низкой проницаемостью и трещиноватых систем.

Правильные ответы: 1-Г, 2-В, 3-А, 4-Б

15. Установите соответствие между видом кислотной обработки и его описанием.

Понятие/Термин	Определение/Характеристика
1. Солянокислотная ванна	А. Обработка, при которой кислота продавливается в пласт под давлением, превышающим давление гидроразрыва, для создания разветвленных кислотных "протоков".
2. Кислотный ГРП	Б. Обработка для удаления карбонатных отложений (например, солей кальция) и поврежденного материала в призабойной зоне скважины (ПЗС).
3. Глубинная кислотная обработка	В. Технология, направленная на создание устойчивых каналов (wormholes) вглубь пласта для увеличения проницаемости без образования новых трещин.
4. Травление	Г. Химическое растворение породы на стенках скважины для увеличения проницаемости и соединения ствола скважины с естественной трещиноватостью.

Правильные ответы: 1-Б, 2-А, 3-В, 4-Г

16. Установите соответствие между проблемой при эксплуатации карбонатной залежи и технологическим решением.

Понятие/Термин (Проблема)	Определение/Характерика (Решение)
1. Быстрый прорыв воды по трещинам	А. Изоляционные работы в скважине с использованием тампонажных материалов, установка пакеров или цементирование.
2. Образование АСПО (асфальто-смоло-парафиновых отложений)	Б. Закачка химических реагентов (полимеров, гелей) для перекрытия высокопроницаемых каналов и трещин.
3. Низкая продуктивность плотной матрицы	В. Регулярная механическая или химическая очистка ПЗС, применение ингибиторов отложений, термохимические методы.
4. Нежелательные газопроявления	Г. Применение методов интенсификации, направленных на матрицу: кислотные обработки, ГРП с пропантом.

Правильные ответы: 1-Б, 2-В, 3-Г, 4-А

16. Задача 1. Выбор системы разработки на основе характеристик коллектора

Условие:

На месторождении вскрыта карбонатная залежь массивного типа. Коллектор представлен трещиноватыми известняками с низкой первичной пористостью (8%), но высокой проницаемостью в трещинной системе (до 500 мД). Основной объем запасов (~70%) сосредоточен в блоках матрицы, проницаемость которых не превышает 3 мД. Пластовое давление близко к давлению насыщения. Какая система размещения добывающих скважин будет наиболее обоснованной на начальной стадии разработки? Обоснуйте свой ответ.

Варианты ответов:

- а) Равномерная квадратная сетка с расстоянием между скважинами 500 м.
- б) Размещение скважин по контуру нефтеносности для поддержания пластового давления.
- в) Неравномерная сетка с привязкой к зонам развития тектонических нарушений и повышенной трещиноватости.
- г) Густая равномерная сетка (200x200 м) для более полного охвата матричного коллектора.

Правильный ответ: в) Неравномерная сетка с привязкой к зонам развития тектонических нарушений и повышенной трещиноватости.

Обоснование: В трещинно-пористых коллекторах фильтрация флюидов происходит преимущественно по высокопроницаемой трещинной сети.

17. Задача 2. Анализ причин обводнения скважины в карбонатной залежи

Условие:

Добывающая скважина, эксплуатирующая карбонатную залежь с активной водонапорной системой, после 3 лет безводной работы начала показывать резкий рост обводненности продукции (до 90% за 6 месяцев). Дебит жидкости при этом остался практически неизменным, дебит нефти упал. Газовый фактор стабилен. Анализ керна показывает, что коллектор кавернозно-трещинного типа. Каков наиболее вероятный механизм обводнения? Обоснуйте свой ответ.

Варианты ответов:

- а) Конусообразование подошвенной воды.
- б) Прорыв воды по высокопроницаемому каналу (трещине, кавернам).
- в) Прогрессирующее обводнение по матрице вследствие капиллярной пропитки.
- г) Прорыв газа из газовой шапки с последующей конденсацией.

Правильный ответ: б) Прорыв воды по высокопроницаемому каналу (трещине, кавернам).

Обоснование: Резкий, скачкообразный рост обводненности при постоянном дебите жидкости – классический признак прорыва воды по высокопроницаемому каналу. В карбонатных коллекторах эту роль выполняют макротрещины или каверны.

18. Задача 3. Выбор метода увеличения нефтеотдачи (МУН) для карбонатного коллектора

Условие:

Карбонатная залежь находится на поздней стадии разработки. Текущая обводненность продукции 95%. Остаточные запасы нефти сосредоточены в низкопроницаемой oil-wet матрице, откуда вытеснение водой неэффективно. Вязкость нефти 1.5 мПа·с, пластовая температура 85°C. Какой метод МУН является наиболее целесообразным для извлечения остаточных запасов?

Варианты ответов:

- а) Закачка полимерного раствора для увеличения охвата.
- б) Горячая вода или паротепловая обработка.

в) Закачка щелочного раствора.

г) Газовое воздействие (ВГВ, ВГВД) или закачка ПАВ/растворителей для изменения смачиваемости.

Правильный ответ: г) Газовое воздействие (ВГВ, ВГВД) или закачка ПАВ/растворителей для изменения смачиваемости.

Обоснование: Наиболее перспективны методы, направленные: закачка ПАВ, растворителей или газа (например, сжиженных углеводородных газов), которые могут способствовать капиллярной пропитке и мобилизации нефти из матрицы.

19. Задача 4. Интерпретация результатов гидродинамических исследований скважин (ГДИС)

Условие:

На газонефтяной карбонатной залежи с трещинным коллектором была проведена эксплуатация добывающей скважины на нескольких режимах. Построенный индикаторная диаграмма (зависимость дебита от депрессии) имеет нелинейный вид, характерный для двухщелевой модели. Что является наиболее вероятной причиной такого поведения?

Варианты ответов:

а) Загрязнение призабойной зоны пласта (ПЗП).

б) Проявление неоднородности коллектора: одновременный приток из двух сред с разной проницаемостью (трещины и матрица).

в) Наличие нестационарного режима фильтрации.

г) Нарушение измерительной аппаратуры.

Правильный ответ: б) Проявление неоднородности коллектора: одновременный приток из двух сред с разной проницаемостью (трещины и матрица).

Обоснование: Двухщелевая модель – прямое следствие двойственной природы трещинно-пористого коллектора. При малых депрессиях поток идет в основном из высокопроницаемых трещин. С ростом депрессии в процесс фильтрации вовлекается низкопроницаемая матрица, что и приводит к изменению угла наклона индикаторной линии.

20. Задача 5. Планирование геолого-технических мероприятий (ГТМ)

Условие:

В добывающей скважине, расположенной в ядре карбонатной залежи, наблюдается низкая продуктивность, несмотря на данные сейсморазведки, указывающие на нахождение в зоне развития трещиноватости. Результаты ГДИС свидетельствуют о высокой степени загрязнения ПЗП (скин-фактор $> +10$). Коллектор представлен плотными доломитами. Какое ГТМ будет наиболее эффективным для восстановления и увеличения продуктивности скважины?

Варианты ответов:

а) Гидравлический разрыв пласта (ГРП).

б) Соляно-кислотная ванна.

в) Кислотная обработка под давлением выше давления разрыва (кислотный ГРП).

г) Бульдозинг (перебурка) ствола на новый горизонт.

Правильный ответ: в) Кислотная обработка под давлением выше давления разрыва (кислотный ГРП).

Обоснование: Кислотный ГРП сочетает в себе достоинства двух методов. Он не только ликвидирует загрязнение ПЗП за счет химического воздействия, но и создает высокопроницаемые трещины, проникающие глубоко в пласт, тем самым соединяя ствол скважины с естественной системой трещин.

21. Что из перечисленного относится к основным проблемам при разработке залежей нефти в карбонатных коллекторах:

- а) низкая пористость;
- б) трещиноватость;
- в) неоднородность;
- г) повышенная вязкость нефти;
- д) невысокие значения коэффициента извлечения нефти;
- е) все перечисленное.

Ответ: е

22. Определите, какое из этих утверждений верно:

- а) Массивы карбонатных пород характеризуются развитой трещиноватостью с преобладанием горизонтальных и пологих трещин напластования;
- б) Залежи характеризуются однородностью емкостно-фильтрационных свойств (ФЕС) коллекторов и, как результат, высокой продуктивностью скважин;
- в) К коллекторам рифового типа приурочена основная часть (77 %) разведанных запасов нефти в карбонатных коллекторах месторождений России.

Ответ: а

23. Значительная часть карбонатных залежей остается вне промышленной разработки из-за:

- а) малоедебитности;
- б) больших глубин залегания пластов;
- в) сложного геологического строения;
- г) большого притока газа.

Ответ: в

24. Утвержденные ГКЗ коэффициенты нефтеотдачи по карбонатным коллекторам составляют:

- а) 0,07 – 0,24;
- б) 0,16 – 0,55;
- в) 0,5 – 0,8;

Ответ: а

25. Основными породообразующими минералами карбонатных пород являются:

- а) кальций;
- б) магнезит;
- в) доломит
- г) сидерит;
- д) анкерит.

Ответ: в

26. _____ - повсеместная рассеченность горных пород макро - и микротрещинами – присуща в той или иной степени карбонатным и терригенным горным породам.

Ответ: трещиноватость

27. _____ - это вторичная пустотность, образовавшаяся в растворимых карбонатных породах.

Ответ: кавернозность.