

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Методы повышения нефтеотдачи пластов»

Автор-составитель: к.т.н., доцент Рамазанов Р.Г.

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки:

05.04.01 «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и геохимия горючих ископаемых

Магистерская программа:

Теоретические основы разработки месторождений нефти и газа

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методическим Советом Геологического факультета
(протокол № _____, _____)

Москва

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2023

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель - формирование у магистрантов знаний и умений, развитие компетенций в области теории и практики основ интегрированных достижений геолого-геофизических и технологических исследований в области развития методов увеличения нефтеотдачи.

Задачи - решение различных вопросов, связанных: с получением информации об объекте исследований для обеспечения наиболее полной выработки запасов УВ; со сравнительными анализами отечественных и зарубежных технологий применения новых методов разработки месторождений нефти и газа; с навыками выполнения технологических расчетов, направленных на увеличение КИН.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс дисциплины включает в себя ознакомление магистрантов с техникой и технологиями в области методов увеличения нефтеотдачи, изучение новейших отечественных и зарубежных технологий, навыками выполнения технологических расчетов, направленных на увеличение КИН.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП - вариативная часть, профессиональный цикл, профессиональные дисциплины по выбору, курс – I, семестр 2.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

освоение дисциплин Физика нефтяного пласта, Геология нефтяных и газовых месторождений, Бурение скважин, Геофизика, Подземная гидромеханика, Литология, Разработка месторождений нефти и газа, Техника и технология добычи нефти и газа, Разработка месторождений нетрадиционного углеводородного сырья.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-4Б Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.	Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ. Б.ОПК-4. И-2. Применяет методы полевых исследований для получения информации при решении задач профессиональной деятельности.	Знать: основные методы повышения нефтеотдачи пластов; физико-химические основы увеличения нефтеотдачи при внедрении новых методов; основные технологии и характеристики технических средств при реализации методов, факторы, препятствующие полному извлечению нефти из пласта, особенности увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей.
ПК-4Б Способен проводить	Б.ПК-4. И-1. Имеет навыки полевых геологических	Уметь: определять основные характеристики растворов ПАВ и полимеров для увеличения нефтеотдачи, рассчитывать параметры, характеризующие реологические и

<p>геологические наблюдения и выполнять их документацию на объекте изучения; осуществлять привязку своих наблюдений на местности, составлять схемы, карты, планы, разрезы геологического содержания.</p>	<p>наблюдений, их документации и привязки. Б.ПК-4. И-2. Владеет навыками камеральной обработки собранных геологических материалов. Б.ПК-4. И-3. Владеет навыками визуализации геологических данных в виде карт, профилей, планов и схем. Б.ПК-4. И-4. Владеет навыками компьютерной обработки первичной геологической информации, в т.ч. с помощью ГИС-технологий.</p>	<p>поверхностно-активные свойства растворов, применяемых для увеличения нефтеотдачи пластов, определять коэффициент вытеснения нефти, оценивать перспективность различных составов для практического использования в методах увеличения нефтеотдачи; Владеть: методами исследования фильтрационных характеристик и нефтевытесняющей способности гелеобразующих составов и композиций ПАВ в условиях, моделирующих пластовые, методами расчета КИН, теоретическими и практическими знаниями по применению методов увеличения нефтеотдачи в различных геолого-физических условиях месторождений.</p>
--	--	--

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 зачетные единицы, в том числе 52 академических часа, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 39 часа – занятия семинарского типа), 92 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен, семестр 2.

5. Формат обучения – не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе					
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Всего	Подготовка рефератов	Тестирования	Устные опросы	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
Раздел 1. Введение. Цели и задачи	9	3	3	4	2		6

дисциплины. Современные методы увеличения нефтеотдачи в России. Обзор практики применения МУН в мире. Наиболее перспективные проекты на территории России.							
Раздел 2. Физическая сущность коэффициента извлечения нефти. Текущий и конечный КИН. Способы расчета конечного КИН. Понятия о коэффициентах вытеснения, заводнения, охвата и влияние их на КИН.	13	5	5	4	4		8
Раздел 3. Классификация современных методов повышения нефтеотдачи пластов. Первичные, вторичные и третичные методы разработки месторождений	9	3	3	2	2	2	6
Раздел 4. Характеристика современных гидродинамических методов увеличения нефтеизвлечения и геолого-физические критерии их применения. Ввод недренируемых запасов. Оптимизация плотности сетки скважин. Форсированный отбор жидкости.	13	5	5	4	4		8
Раздел 5. Геолого-физические методы повышения нефтеотдачи	9	3	3	2	2	2	6
Раздел 6. Характеристика современных третичных методов увеличения нефтеизвлечения и геолого-физические критерии их применения. Физико-химические МУН. Потокоотклоняющие технологии. Применение биополимеров, темпоскрин. РИТИНа, вязкоупругих систем. Методы ограничения водопритоков. Технологии, повышающие коэффициент нефтевытеснения.	13	5	5	4	2	2	8
Раздел 7. Физические методы увеличения нефтеотдачи. Гидравлический разрыв пласта (ГРП). Гидроакустическое воздействие. Вибросейсмическое воздействие.	13	5	5	4	2	2	8
Раздел 8. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи. Паротепловое воздействие на пласт. Вытеснение нефти горячей водой. Пароциклические	11	5	5	2	2	22	6

термические обработки призабойных зон в добывающих скважинах. Внутрипластовое горение.							
Раздел 9. Газовые методы увеличения нефтеотдачи. Воздействие на пласт газом высокого давления. Водогазовое воздействие. Микробиологические методы увеличения нефтеотдачи.	11	3	3	4	2	2	8
Раздел 10. Рудничные методы добычи нефти. Карьерная разработка месторождений высоковязких нефтей и битумов. Подземная разработка месторождений высоковязких нефтей и битумов	11	3	3	4	2	2	8
Раздел 11. Особенности применения современных методов повышения нефтеизвлечения на поздней стадии разработки месторождений. Повышение нефтеизвлечения дренируемых запасов. Проблемы извлечения остаточных запасов нефти	11	5	5	2	2	2	6
Раздел 12. Выбор МУН для повышения эффективности разработки залежей нефти. Понятия характеристик вытеснения. Принципы и порядок определения технологической эффективности применения МУН. Оценка эффективности МУН. Расчет технологической эффективности МУН.	9	3	3	2	2	2	6
Раздел 13. Определение экономической эффективности МУН. Показатели экономической оценки. Выбор варианта, рекомендуемого к реализации. Определение прироста запасов за счет МУН. Расчет прироста извлекаемых запасов. Использование постоянно действующих моделей для планирования МУН	12	4	4	4	2	2	8
Промежуточная аттестация	2	Экзамен					
Итого	144	52		92			

Содержание разделов дисциплины:

1. Введение

Цели и задачи дисциплины. Изменение свойств пород-коллекторов при эксплуатации скважин. Применение современных методов увеличения нефтеотдачи в России. Обзор практики применения МУН в мире. Актуальность и значение применения МУН для нефтегазовых компаний России. Потенциал применения МУН в России. Наиболее перспективные проекты на территории России.

2. Физическая сущность коэффициента извлечения нефти

Факторы, влияющие на КИН. Текущий и конечный КИН. Способы расчета конечного КИН. Понятия о коэффициентах вытеснения, заводнения, охвата и влияние их на КИН. Особенности на поздней стадии разработки.

3. Классификация современных методов повышения нефтеотдачи пластов

Ухудшение ФЕС требует проведение ряда мероприятий по восстановлению фильтрационных свойств пород-коллекторов. Все методы воздействия на ПЗП делятся на: Первичные, вторичные и третичные методы разработки месторождений. Различия между методами увеличения нефтеотдачи и стимуляцией призабойной зоны.

4. Характеристика современных гидродинамических методов увеличения нефтеизвлечения

Характеристика современных гидродинамических методов увеличения нефтеизвлечения и геолого-физические критерии их применения. Методы воздействия на пласт основаны на депрессионно-репрессионном воздействии в системе «Скважина-пласт». Технологические особенности вызова притока пластового флюида. Ввод недренируемых запасов. Оптимизация размеров эксплуатационных объектов. Оптимизация плотности сетки скважин. Форсированный отбор жидкости.

5. Геолого-физические методы повышения нефтеотдачи

Методы, направленные на увеличение нефтеотдачи пластов осуществляется закачкой воды в пласт (заводнение). Различают заводнения: законтурное (для залежей с небольшими площадями нефтеносности при достаточной гидродинамической связи законтурной и нефтеносной частей пласта) и внутриконтурное (для залежей с большими площадями нефтеносности при отсутствии или затрудненности гидродинамической связи законтурных и внутриконтурных частей пласта) и нестационарное заводнение. Нефтеотдача при заводнении достигает 60-70 %.

6. Характеристика современных третичных методов увеличения нефтеизвлечения

Характеристика современных третичных методов увеличения нефтеизвлечения и геолого-физические критерии их применения. Физико-химические МУН. Потокоотклоняющие технологии. Полимерное заводнение. Сшитые полимерные системы. Полимер-дисперсные системы. Волокнисто-дисперсные системы. Применение биополимеров, темпоскрин. РИТИНа, вязкоупругих систем. Методы ограничения водопритоков и гидрофобизации ПЗП в добывающих скважинах.

Технологии, повышающие коэффициент нефтытеснения. Вытеснение нефти водными растворами поверхностно-активных веществ (ПАВ). Применение оторочки смачивателя. Вытеснение нефти щелочными растворами и их композициями. Системная технология воздействия на залежь

7. Физические методы увеличения нефтеотдачи

Эффективность физических методов воздействия. Приобщение к процессу фильтрации новых удаленных частей пласта. При этом создаются дополнительные трещины в призабойной зоне пласта. Гидравлический разрыв пласта (ГРП). Гидроакустическое воздействие. Вибросейсмическое воздействие. Разработка месторождений с применением горизонтальных и разветвленно-горизонтальных скважин.

8. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи

Новейшие методы повышения нефтеотдачи. Тепловые методы увеличения нефтеотдачи пластов. Паротепловое воздействие на пласт. Внутрипластовое горение. Вытеснение нефти горячей водой. Теплоциклическое воздействие на пласт. Новые высокоэффективные технологии термополимерного воздействия на пласт. Термокислотная обработка скважин. Термогазохимическое воздействие на пласт. Тепловые методы воздействия на пласт целесообразны для повышения эффективности эксплуатации месторождений, содержащих тяжелые парафинистые и смолистые нефти.

9. Газовые методы увеличения нефтеотдачи. Микробиологические методы увеличения нефтеотдачи

Газовые методы увеличения нефтеотдачи. Воздействие на пласт газом высокого давления. Водогазовое воздействие. Вытеснение нефти двуокисью углерода. Вытеснение нефти газом высокого давления. Воздействие на пласт азотом. Газовое заводнение – эффективное средство увеличения нефтеотдачи пластов.

Микробиологические методы увеличения нефтеотдачи являются достаточно эффективными и экономичными. Микробиологическая система внутри коллектора функционирует в естественной водной среде, включая пластовую породу в воде, нефть в

воде. Биологические продукты считаются хорошо известным механизмом стимуляции повышения нефтеотдачи, оказывающие химическое и физическое воздействие на нефть.

10. Рудничные методы добычи нефти

Карьерная разработка месторождений высоковязких нефтей и битумов. Подземная разработка месторождений высовязких нефтей и битумов. Термошахтная разработка является сочетанием дренажной шахтной разработки с методами искусственного воздействия на пласт теплоносителями и осуществляется с помощью скважин, пробуренных из подземных горных выработок нефтяной шахты. Высокие показатели термошахтной разработки.

11. Современные методы повышения нефтеизвлечения на поздней стадии разработки месторождений

Особенности применения современных методов повышения нефтеизвлечения на поздней стадии разработки месторождений. Повышение нефтеизвлечения дренируемых запасов. Повышение эффективности разработки залежей с трудноизвлекаемыми запасами. Проблемы извлечения остаточных запасов нефти.

12. Выбор МУН для повышения эффективности разработки залежей нефти

Оценка технико-экономической эффективности МУН. Понятия характеристик вытеснения. Условия для успешного применения и подсчета технологической эффективности МУН. Принципы и порядок определения технологической эффективности применения МУН. Порядок оценки эффективности МУН. Расчет технологической эффективности МУН.

13. Экономическая эффективность МУН

Определение экономической эффективности МУН. Показатели экономической оценки. Выбор варианта, рекомендуемого к реализации. Определение прироста запасов за счет МУН. Расчет прироста извлекаемых запасов. Планирование МУН. Использование постоянно действующих моделей для планирования МУН. На завершающей стадии разработки практически каждую скважину нужно оценить с точки зрения необходимости применения МУН. Решение геолого-промысловых задач определения необходимости мероприятий по увеличению нефтеотдачи. Планирование проведения методов увеличения нефтеотдачи по критериям состояния разработки нефтяного месторождения.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль усвоения дисциплины осуществляется при сдаче каждым студентом выполненных лабораторных/практических/расчетных работ (при наличии).

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы/опросы.

Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:

1. Изменение свойств пород-коллекторов при бурении и заканчивании скважин
2. Химические методы воздействия
3. Виды кислотных обработок
4. Технологические схемы проведения работ
5. Повторные кислотные обработки
6. Локальные кислотные обработки
7. Термокислотные обработки
8. Пенокислотные обработки
9. Очистка пласта от продуктов реакции
10. Материалы и химические реагенты для проведения работ
11. Физические методы воздействия на призабойную зону пласта
12. Гидравлический разрыв пласта
13. Гидропескоструйная перфорация
14. Гидродинамические методы воздействия
15. Метод уменьшения плотности скважинной жидкости
16. Метод воздействия на пласт путем создания высокочастотных гидроимпульсов и вибраций
17. Метод воздействия на пласт высокочастотными импульсами
18. Метод с применением взрывчатых веществ
19. Торпедирование пластов
20. Метод с применением термитно-зажигательных шашек
21. Термохимическое воздействие на призабойную зону скважины
22. Тепловые методы воздействия на пласт
23. Закачка горячих жидкостей
24. Метод внутрипластового горения
25. Применение внутрипластового движущегося очага горения
26. Нетрадиционные методы воздействия
27. Микробиологические методы воздействия
28. Газовые методы
29. Метод с применением полей стоячих волн

30. Метод плазменно-импульсного воздействия на пласт

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

1. Материалы и химические реагенты для проведения работ
2. Физические методы воздействия на призабойную зону пласта
3. Гидравлический разрыв пласта
4. Гидропескоструйная перфорация
5. Гидродинамические методы воздействия
6. Метод уменьшения плотности скважинной жидкости
7. Метод воздействия на пласт путем создания высокочастотных гидроимпульсов и вибраций
8. Метод воздействия на пласт высокочастотными импульсами
9. Метод с применением взрывчатых веществ
10. Торпедирование пластов
11. Метод с применением термитно-зажигательных шашек
12. Термохимическое воздействие на призабойную зону скважины
13. Тепловые методы воздействия на пласт
14. Закачка горячих жидкостей
15. Метод внутрислоевого горения
16. Применение внутрислоевого движущегося очага горения
17. Нетрадиционные методы воздействия
18. Газовые методы
19. Метод с применением полей стоячих волн
20. Метод плазменно-импульсного воздействия на пласт

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

1. Химические методы воздействия
2. Физические методы воздействия на призабойную зону пласта
3. Гидродинамические методы воздействия
4. Метод с применением взрывчатых веществ
5. Тепловые методы воздействия на пласт
6. Нетрадиционные методы воздействия
7. Микробиологические методы воздействия
8. Газовые методы
9. Метод с применением полей стоячих волн
10. Метод плазменно-импульсного воздействия на пласт

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Изменение свойств пород-коллекторов при бурении и заканчивании скважин
2. Изменение свойств пород-коллекторов при эксплуатации скважин
3. Виды кислотных обработок
4. Очистка пласта от продуктов реакции
5. Гидравлический разрыв пласта
6. Гидропескоструйная перфорация
7. Метод создания высоких мгновенных депрессий с имплозионной камерой
8. Закачка горячих жидкостей
9. Метод микробиологического воздействия
10. Нанотехнологии

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине - экзамен

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: основных методов повышения нефтеотдачи пластов; физико-химических основ увеличения нефтеотдачи при внедрении новых методов; основных технологий и характеристик технических средств при реализации методов; факторов, препятствующих полному извлечению нефти из пласта; особенностей увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей. <i>(устный опрос, реферат)</i>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения: определять основные характеристики растворов ПАВ и полимеров для увеличения нефтеотдачи, рассчитывать параметры, характеризующие реологические и поверхностно-активные свойства растворов, применяемых для	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использовать физико-химически	Успешное умение использовать физико-химические расчеты применительно к месторождениям нефти и газа

увеличения нефтеотдачи пластов, определять коэффициент вытеснения нефти, оценивать перспективность различных составов для практического использования в методах увеличения нефтеотдачи; (устный опрос)			е расчеты	
Владения: методами исследования фильтрационных характеристик и нефтевытесняющей способности гелеобразующих составов и композиций ПАВ в условиях, моделирующих пластовые, методами расчета КИН, теоретическими и практическими знаниями по применению методов увеличения нефтеотдачи в различных геолого-физических условиях месторождений. (устный опрос, реферат)	Навыки владения графическим и методами отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки использования графических методов изображения	Владение графическими методами, использование их для решения генетических задач

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- Основная литература:

1. Баженова О.К., Бурлин Ю.К., Соколов Б.А., Хаин В.Е. Геология и геохимия нефти и газа. 3-е издание, М.: изд-во МГУ, 2012. 432 с.
2. Глебова Л.В., Саушин А.З. Современные методы и технологии повышения производительности скважин. Учебное пособие. Астрахань.: Издательство АГТУ, 2014 – с. 88.
3. Шелепов В.В., Рамазанов Р.Г., Глебова Л.В. Методы интенсификации нефти и газа. Москва, Буки-Веди, с. 328.

- Дополнительная литература:

1. Алварado В., Манрик Э. Методы увеличения нефтеотдачи пластов. М.: ООО Премиум Инжиниринг, 2011 – 220 с.
2. Булатов А.И. Детективная биография герметичности крепи нефтяных и газовых скважин. Просвещение Юг. Краснодар, 2009 – 863 с.

3. Городниченко, В.И. Дмитриев А.П. Основы горного дела. М. Горная книга, 2008. 464с.
4. Дейк Л.П. Основы разработки нефтяных и газовых месторождений. М.: ООО Премиум Инжиниринг, 2009 – 548 с.
5. Иванов С.И. Интенсификация притока нефти и газа к скважинам. Учебное пособие. М.: Недра, 2006 – 564 с.
6. Коноплев Ю.П., Буслаев В.Ф. Термошахтная разработка нефтяных месторождений. М.Недра, 2006. 287 с.
7. Рузин Л.М. Выбор эффективных технологий разработки залежей высоковязких нефтей и битумов. Ухта, УГТУ, 2010, 22-33 с.
8. Токунов В.И., Саушин А.З. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр». 2004 – 711 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения пакеты программ Statistica; Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости).

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Геология нефти и газа [www. geoinform.ru](http://www.geoinform.ru)
2. Газовая промышленность [www/ gas-journal.ru](http://www/gas-journal.ru)
3. ТЭК России. Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность- [www. Ratex.ru](http://www.Ratex.ru)
4. <http://geo.web.ru/db/glossary.html?s=121102000> – Словарь геологических терминов
5. www.mineral.ru - Информационно-аналитический журнал "Минерал".
6. Компьютерная программа Corel Draw 7.11.13

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы (лицензионное программное обеспечение не требуется):

Д) Материально-технического обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель (преподаватели) - ответственный за курс к.т.н., доцент геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Рамазанов Р.Г.

11. Автор (авторы) программы - к.т.н., доцент геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Рамазанов Р.Г.