

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

«Физико-химические процессы при разработке месторождений нефти и газа»

Автор-составитель: д.т.н., профессор Михайлов Н.Н.

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

Учено-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, от _____)

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 современных методов анализа физико-химических процессов, проблем разработки месторождений в осложненных условиях, проблем моделирования месторождений, проблем анализа околоскважинной информации в нефтегазопромысловой геологии и гидрогеологии.

Задачи - решение различных вопросов, связанных: с получением информации об объекте исследований для обеспечения наиболее полной выработки запасов УВ; методами анализа физико-химических процессов; проблемами разработки месторождений в осложненных условиях, моделирования месторождений, анализа околоскважинной зоны в нефтегазопромысловой геологии и гидрогеологии.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс дисциплины включает в себя ознакомление магистрантов с методами анализа физико-химических процессов при разработке месторождений в осложненных условиях, моделированием месторождений, исследованием околоскважинной зоны пласта.

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 (модуля), 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	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	Знать: особенности, структуры и свойства околоскважинных зон в различных геолого-технологических условиях; физику и гидродинамику процессов в околоскважинных зонах; роль геологических и технологических факторов в изменении состояния околоскважинных зон пласта; критерии поражения пласта, скин-фактор и его составляющие; деформационные физико-химические и электрохимические процессы и их роли в изменении состояния

<p>задач. ПК-3М Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>решении задач профессиональной деятельности. М.ПК-3. И-2. Знает возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по профилю подготовки). М.ПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками использования стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p>	<p>околоскважинных зон пласта. Уметь: оценивать текущее состояние околоскважинных зон на основе гидродинамических и геофизических данных; анализировать эффективность технологий повышения продуктивности скважин на основе данных о текущем состоянии околоскважинных зон. Владеть: способами представления техногенно изменённых околоскважинных зон пласта при гидродинамическом моделировании процессов разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений в осложнённых условиях; давать оценку технологической эффективности различных способов повышения производительности скважин; управлять состоянием околоскважинных зон пласта для повышения эффективности разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений путём адресного воздействия на околоскважинные зоны.</p>
---	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, в том числе 26 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (13 часов – занятия лекционного типа, 13 часа – занятия семинарского типа), 46 академических часов 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 или астрономических 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 дисциплины. Процессы поражения пласта, их классификация и взаимообусловленность.		2	2	5	5		4
Раздел 2. Роль геологических и технологических факторов в снижении продуктивности скважин. Этапы поражения пласта и их специфика		2	2				4
Раздел 3. Критерии и методы оценки поражения пласта (лабораторные, геофизические, гидродинамические)		2	2				4
Раздел 4. Процессы коркообразования и их роль в формировании околоскважинных зон		2	2				4
Раздел 5. Процессы кольматации и их роль при сооружении и эксплуатации скважин		2	2				4
Раздел 6. Процессы двухфазной фильтрации в околоскважинных зонах		2	2				2
Раздел 7. Деформационные процессы в околоскважинных зонах и их роль в изменениях природных фильтрационных свойств		2	2				4
Раздел 8. Физико-химические процессы в околоскважинных зонах и их роль в изменении поверхностных и фильтрационных свойств		2	2				2
Раздел 9. Электрохимические процессы в околоскважинных зонах		2	2				2
Раздел 10. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на производительность вертикальных скважин		2	2				4
Раздел 11. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на		2	2				4

производительность горизонтальных скважин							
Критерии поражения пласта, скин-фактор и его составляющие		2	2				4
Раздел 13. Информационное обеспечение технологий повышения производительности скважин		2	2				4
Промежуточная аттестация	2	Экзамен					
Итого	72	26		46			

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Процессы поражения пласта, их классификация и взаимообусловленность

Введение. Цели и задачи дисциплины. Процессы поражения пласта, их классификация и взаимообусловленность. Классификация процессов поражения пласта.

Раздел 2. Роль геологических и технологических факторов в снижении продуктивности скважин. Этапы поражения пласта и их специфика

Геолого-физическая характеристика нефтяных месторождений. Геолого-физические и технологические факторы, определяющие продуктивность добывающих скважин. Геолого-физические факторы. Технологические факторы. изменение продуктивности и производительности добывающих скважин при высокой газонасыщенности пластовой нефти. Продуктивность и производительность добывающих скважин в начальный период их эксплуатации. Продуктивность и производительность скважин при изменении пластовых и забойных давлений. Прогнозирование продуктивности добывающих скважин при изменении пластовых и забойных давлений. Оптимизация технологических режимов работы периодических добывающих скважин.

Раздел 3. Критерии и методы оценки поражения пласта

Критерии и методы оценки поражения пласта (лабораторные, геофизические, гидродинамические). Понятие призабойной зоны скважины и околоскважинных зон пласта. Существующие определения и термины. Природные и техногенно-изменённые свойства пласта и околоскважинной зоны. Околоскважинные зоны как техногенно-изменённые части пласта. Призабойные зоны как технологическая часть скважины.

Раздел 4. Процессы коркообразования и их роль в формировании околоскважинных зон

Влияние околоскважинных зон пласта на производительность скважин, понятия потенциальной и фактической производительности скважин. Влияние околоскважинных

зон пласта на извлекаемые запасы и нефтеотдачу пласта. Роль околоскважинных зон в формировании простаивающего фонда скважин.

Раздел 5. Процессы кольтации и их роль при сооружении и эксплуатации скважин

Характеристика изменения состояния призабойных и околоскважинных зон на этапах вскрытия и освоения пластов, цементации скважин, перфорации, эксплуатации скважин и интенсификации добычи. Специфика техногенных изменений пласта при первичном и вторичном вскрытии. Влияние технологических жидкостей на изменение природных фильтрационных свойств. Взрывные нагрузки и их роль в техногенных изменениях пласта.

Раздел 6. Процессы двухфазной фильтрации в околоскважинных зонах

Этапы освоения скважин и их роль в изменении состояния пласта. Характеристика процессов освоения пласта и их влияние на изменение природной проницаемости.

Раздел 7. Деформационные процессы в околоскважинных зонах и их роль в изменениях природных фильтрационных свойств

Особенности эксплуатации скважин на различных этапах освоения залежей нефти. Роль технологий эксплуатации скважин в формировании околоскважинных зон.

Раздел 8. Физико-химические процессы в околоскважинных зонах и их роль в изменении поверхностных и фильтрационных свойств

Влияние интенсификации на околоскважинные зоны пласта. Дополнительные околоскважинные и околотрецинные техногенно-изменённые зоны пласта. Роль текущего состояния околоскважинных зон во влиянии процесса интенсификации на изменение состояния околоскважинных зон. Понятие поражения пласта. Явление затухания фильтрации. Специфика процессов поражения пласта на различных этапах нефтедобычи. Принципы и подходы к классификации процессов поражения. Общая характеристика физико-химических процессов поражения пласта. Изменение состава пластовых вод и поражение пласта. Изменение природного компонентного состава нефтей и поражение пласта. Влияние физико-химических составов технологических жидкостей на поражение пласта.

Раздел 9. Электрохимические процессы в околоскважинных зонах

Характеристика электрохимических явлений в продуктивных пластах. Микробиологические явления при поддержании пластового давления и обработках призабойных зон. Влияние электрохимических и микробиологических процессов на изменение природных фильтрационных свойств пласта.

Раздел 10. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на производительность вертикальных скважин

Лабораторные, геофизические и гидродинамические критерии поражения пласта. Учёт фактора времени при выборе критериев поражения пласта. Сравнительный анализ информативности различных критериев поражения пласта. Существующие стандарты по определению поражения пласта.

Раздел 11. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на производительность горизонтальных скважин

Лабораторные, геофизические и гидродинамические критерии поражения пласта. Учёт фактора времени при выборе критериев поражения пласта. Сравнительный анализ информативности различных критериев поражения пласта. Существующие стандарты по определению поражения пласта.

Раздел 12. Критерии поражения пласта, скин-фактор и его составляющие

Обобщённый физический смысл скин-фактора. Составляющие скин-фактора. Скин-фактор и несовершенство вскрытия пласта. Взаимосвязь скин-фактора с состоянием околоскважинных зон. Способы определения скин-фактора.

Раздел 13. Информационное обеспечение технологий повышения производительности скважин

Особенности влияния околоскважинных зон на подсчёт запасов, текущую нефтеотдачу, темпы выработки запасов. Роль состояния околоскважинных зон в окупаемости затрат и прибыльности проектов. Существующие подходы к учёту состояния околоскважинных зон при гидродинамическом моделировании разработки залежей. Изменение расчётной сетки в околоскважинных зонах, учёт деформации, учёт кинетики поражения. Скин-фактор как обобщённый показатель состояния околоскважинных зон при моделировании.

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. Понятие призабойной и околоскважинной зоны. Историческая трактовка терминов, представления буровиков, специалистов по эксплуатации скважин, специалистов по интенсификации добычи.
2. Роль околоскважинных зон в изучении свойств пласта геофизическими и гидродинамическими методами.
3. Специфика околоскважинных зон при заканчивании скважин и их эксплуатации.
4. Экспериментальные исследования процессов поражения пласта.
5. Гидродинамические исследования околоскважинных зон.
6. Промысловый анализ влияния околоскважинных зон на показатели разработки залежи.
7. Физико-химические технологии воздействия на призабойную зону.
8. Гидромеханические технологии воздействия на призабойную зону.
9. Термические технологии воздействия на призабойную зону.
10. Учёт техногенно-изменённых околоскважинных зон пласта в современных гидродинамических симуляторах.
11. Призабойная зона и её роль в конструкции скважин.
12. Физика и гидродинамика глинистых корон.
13. Явления фильтрации пласта на их характеристики.
14. Факторы, влияющие на целевую проницаемость пласта.
15. Технологические жидкости вскрытия пласта и их свойства.
16. Технологические жидкости для интенсификации добычи.

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

17. Процессы коркообразования и их роль в формировании околоскважинной зоны.
18. Механизмы процессов кольматации нефтегазовых пластов.
19. Напряжённое состояние пласта в околоскважинной зоне.
20. Капиллярные эффекты в околоскважинных зонах.
21. Изменение физических свойств пласта при термобарическом воздействии.
22. Влияние смачиваемости на фильтрационные процессы в околоскважинных зонах.
23. Физические принципы восстановления фильтрационных свойств пласта в околоскважинных зонах.

Примерные темы рефератов:

24. Механизмы изменения фазовой проницаемости в околоскважинной зоне.
25. Физико-химические процессы взаимодействия технологических жидкостей с пластом.
26. Влияние изменения природных свойств пласта в околоскважинных зонах на продуктивность скважины и нефтеизвлечение.
27. Механизмы изменения свойств пласта при выпадении смол, асфальтенов и парафинов.
28. Физические принципы декольматации пластов.
29. Процессы изменения околоскважинных зон при вскрытии пластов перфорацией.
30. Скин-фактор. Определение, смысл, составляющие.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Понятие призабойной и околоскважинной зоны. Историческая трактовка терминов, представления буровиков, специалистов по эксплуатации скважин, специалистов по интенсификации добычи.
2. Роль околоскважинных зон в изучении свойств пласта геофизическими и гидродинамическими методами.
3. Природные и техногенно-изменённые свойства пласта.
4. Специфика околоскважинных зон при заканчивании скважин и их эксплуатации.
5. Экспериментальные исследования процессов поражения пласта.
6. Геофизические исследования состояния околоскважинных зон.
7. Гидродинамические исследования околоскважинных зон.
8. Промысловый анализ влияния околоскважинных зон на показатели разработки залежи.
9. Физико-химические технологии воздействия на призабойную зону.
10. Гидромеханические технологии воздействия на призабойную зону.
11. Микробиологические технологии воздействия на призабойную зону.
12. Волновые технологии воздействия на призабойную зону.
13. Термические технологии воздействия на призабойную зону.
14. Учёт техногенно-изменённых околоскважинных зон пласта в современных гидродинамических симуляторах.
15. Призабойная зона и её роль в конструкции скважин.

16. Физика и гидродинамика глинистых корон.
17. Явления фильтрации пласта на их характеристики.
18. Факторы, влияющие на целевую проницаемость пласта.
19. Технологические жидкости вскрытия пласта и их свойства.
20. Технологические жидкости для интенсификации добычи.
21. Процессы коркообразования и их роль в формировании околоскважинной зоны.
22. Механизмы процессов кольматации нефтегазовых пластов.
23. Напряжённое состояние пласта в околоскважинной зоне.
24. Изменение свойств пласта при циклических нагрузках.
25. Капиллярные эффекты в околоскважинных зонах.
26. Изменение физических свойств пласта при термобарическом воздействии.
27. Влияние смачиваемости на фильтрационные процессы в околоскважинных зонах.
28. Физические принципы восстановления фильтрационных свойств пласта в околоскважинных зонах.
29. Механизмы изменения фазовой проницаемости в околоскважинной зоне.
30. Физико-химические процессы взаимодействия технологических жидкостей с пластом.
31. Влияние изменения природных свойств пласта в околоскважинных зонах на продуктивность скважины и нефтеизвлечение.
32. Механизмы изменения свойств пласта при выпадении смол, асфальтенов и парафинов.
33. Физические принципы декольматации пластов.
34. Процессы изменения околоскважинных зон при вскрытии пластов перфорацией.
35. Явления теплового и электрического пробоя пласта, электровоздействие на околоскважинную зону.
36. Скин-фактор. Определение, смысл, составляющие.

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

1. Этапы поражения пласта при сооружении и заканчивании скважин. Классификация этапов поражения пласта в типичных геолого-технологических условиях.
2. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на производительность вертикальных скважин.

3. Влияние сложнопостроенных околоскважинных зон на производительность горизонтальных скважин.

4. Критерии поражения пласта, скин-фактор и его составляющие.

5. Информационное обеспечение технологий повышения производительности скважин.

6. Определение коэффициента гидрофобизации (смачиваемости) пород-коллекторов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (экзамен)

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p>Знания: особенностей, структуры и свойств околоскважинных зон в различных геолого-технологических условиях; физики и гидродинамики процессов в околоскважинных зонах; роли геологических и технологических факторов в изменении состояния околоскважинных зон пласта; критериев поражения пласта, скин-фактора и его составляющих; деформационных физико-химических и электрохимических процессов и их роли в изменении состояния околоскважинных зон пласта. <i>(устный опрос, реферат)</i></p>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<p>Умения: оценивать текущее состояние околоскважинных зон на основе гидродинамических и геофизических данных; анализировать эффективность технологий повышения продуктивности скважин на основе данных о текущем состоянии околоскважинных зон. <i>(устный опрос)</i></p>	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умения использовать физико-химические расчеты	Успешное умение использовать физико-химические расчеты применительно к месторождениям нефти и газа

<p>Владения: способами представления техногенно изменённых околоскважинных зон пласта при гидродинамическом моделировании процессов разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений в осложнённых условиях; давать оценку технологической эффективности различных способов повышения производительности скважин; управлять состоянием околоскважинных зон пласта для повышения эффективности разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений путём адресного воздействия на околоскважинные зоны. <i>(устный опрос, реферат)</i></p>	<p>Навыки владения графическим и методами отсутствуют</p>	<p>Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков</p>	<p>В целом сформированные навыки использования графических методов изображения</p>	<p>Владение графическими методами, использование их для решения генетических задач</p>
---	---	--	--	--

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. Казаков А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. Москва, 2023, с.351.
3. Шелепов В.В., Рамазанов Р.Г., Глебова Л.В. Методы интенсификации нефти и газа. Москва, Буки-Веди, с. 328.
4. Казаков А.А., Шелепов В.В., Рамазанов Р.Г. Прогнозирование процесса обводнения и нефтеотдачи пластов по методам характеристик вытеснения. Москва, Роликс, 2023, с. 179.

- Дополнительная литература:

1. Ибрагимов Л.Х., Мищенко И.Т., Челоянц Д.К. Интенсификация добычи нефти. - М.: Наука, 2000.- 414 с. (39 экз., есть в электронном виде)
2. Иванов С.И. Интенсификация притока нефти и газа к скважинам. – М.: Недра, 2006.- 565 с. (74 экз.)

3. Михайлов Н.Н. Физика нефтяного и газового пласта. т.1.: учебное пособие для вузов. М.: МАКСПРЕСС,2008.-446 с. (296 экз., есть в электронном виде)

4. Михайлов Н.Н. Информационно-технологическая геодинамика околоскважинных зон. – М.: Недра, 1996.- 348 с. (20 экз., есть в электронном виде)

5. Михайлов Н.Н. Изменения физических свойств горных пород в околоскважинных зонах. – М.: Недра, 1987.- 152 с.

6. Михайлов Н.Н., Сечина Л.С., Язынина И.В. Физико-технологические свойства нефтегазовых пластов.- М.: РГУ нефти и газа им.И.М.Губкина, 2000.- 80 с. (48 экз.)

7. Мищенко И.Т., Бравичева Т.Б., Ермолаев А.И. Выбор способа эксплуатации скважин нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами: монография. – М.: Нефть и газ, 2005.- 440 с. (69 экз., есть в электронном виде)

8. Овнатанов В.Г. Вскрытие и обработка пласта. – М.: Недра, 1970.- 350 с.(4 экз.)

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) - д.т.н., профессор, геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - Михайлов Н.Н.

11. Автор (авторы) программы - д.т.н., профессор, геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - Михайлов Н.Н.