

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

Нефтегазовая гидрогеология

Автор-составитель: Корзун А.В.

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и геохимия горючих ископаемых

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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© 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

Целью курса **Гидрогеология месторождений нефти и газа** является получение знаний о гидрогеологии нефтегазоносных бассейнов, месторождений нефти и газа, особенностях формирования подземных флюидов глубоких водоносных горизонтов содержащих углеводороды, роли подземных вод в формировании, сохранении и разрушении залежей углеводородов и при разработке нефтегазовых месторождений.

Задачи – получение знаний о формировании подземных вод глубоких горизонтов и в частности о роли подземных вод в формировании, сохранении и разрушении залежей углеводородов; получение сведений о современных принципах и методах проведения поисково-разведочных гидрогеологических работ на нефть и газ, знаний о многофазной фильтрации, особенностях движения геофлюидов переменной плотности и вязкости; знаний о модели образования и миграции углеводородов, роли капиллярного давления; знаний о формировании гидродинамических (аномально высоких пластовых давлений - АВПД, аномально низких пластовых давлений - АНПД), гидрогеохимических и др. аномалий глубоких горизонтов, их происхождении и связи с месторождениями нефти и газа; ознакомление с основами палеогидрогеологии и палеогидрогеологическими методами применяемых при поисках залежей нефти и газа; получение знаний об особенностях химического состава, водорастворенных газов (ВРГ), водорастворенного органического вещества (ВРОВ), изотопного состава подземных вод нефтегазоносных бассейнов; ознакомление с основными гидрогеологическими критериями оценки перспектив нефтегазоносности и освоить существующие гидрогеологические нефтегазопроисследовательские методы, приобретение сведений об основных видах гидрогеологических исследований проводимых на нефтяных и газовых скважинах при разведке и эксплуатации месторождений.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

В курсе «Гидрогеология месторождений нефти и газа» рассматриваются вопросы гидрогеологии месторождений нефти и газа особенностях, формирования подземных флюидов глубоких водоносных горизонтов содержащих углеводороды, роли подземных вод в формировании, сохранении и разрушении залежей углеводородов и при разработке нефтегазовых месторождений.

Особое внимание уделено основам нефтегазовой гидрогеодинамики, основному закону фильтрации применительно к флюидам переменной плотности и газонасыщенности в упругодеформируемых средах, многофазной фильтрации, процессам подземного теплопереноса и особенностям химического и газового состава подземных вод нефтегазоносных бассейнов. В рамках курса предполагается ознакомление с основными гидрогеологическими нефтегазопроисследовательскими и нефтепромышленными методами, и видами гидрогеологических исследований в скважинах нефтяного ряда.

На семинарских занятиях студенты знакомятся с расчетными методами, применяемыми в нефтегазовой гидрогеологии.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «Высшая математика», «Информатика», «Физика», «Химия общая», «Химия физическая, коллоидная», «Теория вероятности и математическая статистика», «Уравнения математической физики» и профессионального цикла: «Общая геология», «Геология России», «Геотектоника», «Геология и геохимия горючих ископаемых», «Структурная геология и геокартирование», «Литология», «Геофизические методы исследований», «Геологоразведочные работы», «Гидрогеология», «Гидрогеодинамика» «Гидрогеохимия», «Гидрогеодинамическое моделирование».

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-1.Б Способен применять знания фундаментальных разделов наук о Земле, базовые знания естественно-научного и математического циклов при решении стандартных профессиональных задач (формируется частично).	<p>Б.ОПК-1. И-1. Использует базовые знания фундаментальных разделов математических и естественных наук в профессиональной деятельности</p> <p>Б.ОПК-1. И-2. Использует базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле в профессиональной деятельности</p>	<p><i>Знать:</i> современные представления о гидрогеологии нефтяных и газовых месторождений, роль подземных вод в образовании, миграции, аккумуляции, сохранении и разрушении залежей углеводородов, основные задачи и методы нефтегазопромышленной гидрогеологии, роль подземных вод при разработке нефтяных и газовых месторождений;</p> <p><i>Уметь:</i> применять современные методы нефтегазовой, нефтегазопромышленной и нефтегазопромышленной гидрогеологии.</p>
ОПК-2.Б Способен применять теоретические основы фундаментальных геологических дисциплин при решении задач профессиональной деятельности.	<p>Б.ОПК-2. И-1. Использует теоретические знания о закономерностях и особенностях геологических процессов для решения профессиональных задач.</p>	<p><i>Знать:</i> роль подземных вод при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.</p> <p><i>Уметь:</i> применять современные методы нефтегазовой, нефтегазопромышленной и нефтегазопромышленной гидрогеологии.</p>
СПК-2.Б Способен проводить моделирование изучаемых гидрогеологических, инженерно-геологических и геокриологических процессов	<p>Б-СПК-1.2. Владеет навыками сбора, систематизации и интерпретации данных гидрогеологических исследований для проведения геофильтрационной и геомиграционной схематизации гидрогеологических процессов и связанных с ними инженерно-геологических и геокриологических процессов.</p>	<p><i>Знать:</i> роль подземных вод при разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений.</p> <p><i>Уметь:</i> применять современные методы нефтегазовой, нефтегазопромышленной и нефтегазопромышленной гидрогеологии.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет **2** з.е., в том числе **42** академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции и семинары вместе) и **30** академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	Расчетно-графические работы	Работа с литературой (включая подготовку доклада)	Подготовка реферата	Подготовка к контрольному опросу	Всего
Раздел. 1. Введение. Предмет и задачи гидрогеологии месторождений нефти и газа.	4	2		2	4					
Раздел. 2 Основы нефтегазовой гидрогеодинамики. Основы палеогидрогеологии.	18	6		4	10	2	2	2		8
Раздел. 3 Особенности гидрогеохимических условий подземных вод месторождений нефти и газа.	14	6		2	8	2	2	2		6
Раздел. 4 Основы нефтегазопроисковой гидрогеологии.	10	4		2	6		2	2		4

Раздел. 5 Основы нефтегазопромысловой гидрогеологии.	14	6		2	8	2	2	2		6
Раздел. 6 Гидрогеологические исследования в скважинах при поисках и разведке и разработке месторождений нефти.	10	4		2	6		2	2		4
Промежуточная аттестация <i>экзамен</i>	2	<i>зачет</i>				2				
Итого	72	42				30				

Содержание.

Содержание лекций.

Тема 1. Введение. Предмет и задачи гидрогеологии месторождений нефти и газа.

Тема 2. Основы нефтегазовой гидрогеодинамики. Основы палеогидрогеологии.

Фильтрационные и емкостные свойства коллекторов и флюидоупоров. Понятия физической, эффективной и относительной проницаемости. Водо-, нефте- и газонасыщенность пород. Основной закон фильтрации применительно к флюидам переменной плотности и газонасыщенности в упруго-деформируемых средах. Фильтрационная сила, потенциал Хабберта, приведенное пластовое давление. Представления о многофазной фильтрации. Факторы, обуславливающие вариации плотности и вязкости геофлюидов. Особенности движения геофлюидов переменной плотности и вязкости. Неньютоновские жидкости. Современные представления о гидрогеологических условиях залежей углеводородов. Развитие представлений об условиях формирования подземных вод нефтегазоносных бассейнов. Условия питания, движения и разгрузки подземных вод в зонах затрудненного и весьма затрудненного водообмена. Представления о блоковой структуре геофильтрационной среды глубоких пластовых систем. Роль элизионных вод в формировании поля пластовых давлений. Оценки роли дегидратации глинистых толщ в формировании химического состава подземных вод. Представления о роли маточных рассолов древних солеродных бассейнов, а также рассолов выщелачивания соленосных толщ в формировании гидрогеодинамического и гидрогеохимического полей. Аномально высокие и аномально низкие пластовые давления. Представление о процессах подземного теплопереноса (кондуктивный и конвективный теплоперенос, дроссельный эффект). Их происхождение и связь с месторождениями нефти и газа. Гидрогеологические условия миграции, аккумуляции, консервации и деструкции залежей нефти и газа. Понятия первичной миграции и первичной аккумуляции углеводородов.

Понятие палеогидрогеологии. Палеогидрогеологические, палеогидродинамические и палеогидрогеохимические реконструкции.

Тема 3. Особенности гидрогеохимических условий подземных вод месторождений нефти и газа.

Процессы формирования химического состава природных вод нефтегазовых месторождений (значения pH, Eh, изотопного состава, компонентный состав растворенных минеральных и органических веществ и газов), Основные генетические типы пластовых вод нефтегазовых месторождений и методы определения их генезиса.

Гидрогеохимическая зональность и инверсия химического состава. Система природный газ-вода-углеводороды. Растворимость воды в углеводородах и природных

газах. Генетическая связь типов нефтей с химическим составом подземных вод. Водорастворенные газы. Закономерности газонасыщенности в нефтегазоносных бассейнах. Водорастворенные газы и генезис углеводородов. Водорастворенные инертные газы НГБ. Гидрогеология инертных газов. Возможность использования и перспективы использования данных по инертным газам. Водорастворенное органическое вещество и микрокомпоненты в водах НГБ. Водные ореолы нефтяных и газовых залежей. Ореолы рассеивания и концентрирования.

Тема (раздел) 4. Основы нефтегазопромысловый гидрогеологии.

Классификация нефтегазопромысловых гидрогеологических показателей. Региональные и локальные общие гидрогеологические, гидродинамические, гидрохимические, газовые, микробиологические и температурные критерии оценки перспектив нефтегазонасыщенности. Гидродинамические ловушки. Смещенные и собственно гидродинамические залежи. Экранированные гидродинамические залежи. Классификация гидродинамических залежей.

Тема (раздел) 5. Основы нефтегазопромысловый гидрогеологии.

Роль подземных вод при разработке нефтяных и газовых месторождений. Классификация подземных вод нефтяных и газовых месторождений по условиям залегания. Динамика подземных вод в процессе разработки месторождений. Водонефтяные и газоводяные контакты. Обводнение скважин и месторождений и причины их вызывающие. Способы борьбы с обводнением. Режимы нефтегазоносных пластов; значение подземных вод для заводнения пластов; оконтуривание залежей нефти и газа. Системы заводнения залежей. Выбор рациональной системы разработки месторождений нефти и газа (на уровне проблем, связанных с разработкой залежей). Гидрогеологические наблюдения и исследования при разработке нефтяных и газовых месторождений. Формирование техногенных вод и принципы их отличия от природных растворов. Гидрохимические последствия разработок нефтегазовых месторождений (растворение минералов коллектора, образование агрессивных газов, коррозия подземного оборудования, солеотложение, образование конденсатных вод и др.).

Тема (раздел) 6. Гидрогеологические исследования в скважинах при поисках и разведке и разработке месторождений нефти.

Цели и задачи гидрогеологических исследований пластов и скважин в нефтегазоносных районах и их рациональный комплекс. Гидродинамические исследования в скважинах нефтяного ряда. Виды гидродинамических исследований (КВД, КВУ, гидропрослушивание и др.) Точность и достоверность исходной информации. Основные принципы обработки их результатов.

План проведения семинаров.

1. Обсуждение
2. Обсуждение....
3. Обсуждение причин образования техногенных вод и возможностей их отличия от природных растворов с применением вывода формулы ионного состава (формулы Курлова), классификации В.А. Сулина и добавочных генетических коэффициентов (отношения Cl/Br, V/Br, Na/K).
4. Обсуждение возможностей применения аналитических расчетов и компьютерного гидрохимического моделирования в прогнозах солеотложения
5. Доклады студентов по темам рефератов с презентацией).
6. Доклады студентов по темам рефератов с презентацией).
7. Доклады студентов по темам рефератов с презентацией).

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 расчетных работ, при докладах (с презентацией), при защите рефератов.

Расчетные домашние задания:

1. Расчеты приведенных пластовых давлений.
2. Расчет и картирование гидродинамических ловушек
3. Обработка химического анализа воды с выводом формулы ионного состава раствора и определением типа воды по классификации В.А. Сулина для заключения о генезисе воды (природная или техногенная)
4. Оценка обводненности месторождения по гидрогеохимическим данным.

Примерный перечень тем докладов и рефератов (не менее 10 тем):

1. Свойства пластовых флюидов – отношения PVT.
2. Водорастворенные газы, как критерии нефтегазоносности
3. АВПД, условия формирования и причины. Прогнозирование зон с АВПД.
4. Техногенные воды, образующиеся при разработке нефтегазовых месторождений.
5. Индикаторные методы исследования скважин на нефтяных и газовых месторождениях.
6. Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы углеводородов. Диаграмма различных типов пластовых флюидов
7. Сероводородное загрязнение месторождений углеводородов.
8. Палеогидрогеология. Основные положения палеогидрогеологических исследований и палеогидродинамических реконструкций. Примеры
9. Палеогидрогеология. Основные положения палеогидрогеологических исследований и палеогидрогеохимических. Примеры, рекомендую Восточную Сибирь
10. Равновесие воды и нефти. Капиллярное давление на ВНК. Капиллярные кривые и методы определения. Понятие переходной зоны. –
11. АНПД, условия формирования и причины. Распространение зон с АНПД
12. Водорастворенное органическое вещество нефтяных и газовых месторождений. Суммарные характеристики ВРОВ. Критерии нефтегазоносности –
13. Вертикальные флюидодинамические связи в нефтяной гидрогеологии.
14. Эффект Савченко. Смещение ореалов. Примеры.
15. Авто ГРП, условия формирования и примеры.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Предмет, цели и задачи нефтегазовой гидрогеологии. Современные проблемы нефтегазовой гидрогеологии. Основные термины и понятия.
2. Энергетические и силовые характеристики потоков геофлюидов. Фильтрационная сила, потенциал Хабберта, гидродинамический потенциал, приведенное пластовое давление.
3. Фильтрационные и емкостные свойства коллекторов и флюидоупоров. Понятия физической, эффективной и относительной проницаемости. Водно-, нефте- и газонасыщенность пород. Зависимость проницаемости от водо-нефте-газонасыщенности пород.
4. Основной закон фильтрации применительно к флюидам переменной плотности и газонасыщенности в упруго-деформируемых средах. Представления о многофазной фильтрации. Особенности движения геофлюидов переменной плотности и вязкости.
5. Модели образования и миграции углеводородов. Капиллярное давление и капиллярный барьер. Определение мощности углеводородов задержанных на капиллярном барьере. Связь насыщенности и капиллярного давления.
6. Гидрогеологические условия миграции, аккумуляции, консервации и деструкции залежей нефти и газа. Понятия первичной миграции и первичной аккумуляции углеводородов.
7. Элизийонные механизмы формирования подземных вод глубоких водоносных горизонтов. Основные уравнения, параметры и граничные условия.
8. Формирование гидродинамических (АВПД), гидрогеохимических и др. аномалий глубоких горизонтов. Аномально высокие и аномально низкие пластовые давления. Их происхождение и связь с месторождениями нефти и газа.
9. Вертикальная гидрогеохимическая зональность. Хлоридные рассолы и их отличительные признаки. Основные теории происхождения хлоридных рассолов. Инверсионные подземные воды. Полная и неполная инверсии. Распространение, основные теории происхождения.
10. Химические особенности основных генетических типов водных растворов в земной коре: инфильтрационные, седиментогенные, катагенные, гипогенные («ювенильные»). Условия формирования, начальная минерализация, связь с составом пород. Определение генезиса водных растворов: изотопный анализ, соотношение ионов, содержание микрокомпонентов. Классификация Сулина В.А. Практическое занятие по определению генезиса водных растворов.
11. Водорастворенные газы (ВРГ). Основные парагенезисы газов. Закономерности газонасыщенности в нефтегазоносных бассейнах. Водорастворенные газы и генезис углеводородов. Водорастворенные инертные газы НГБ. Гидрогеология инертных газов.
12. Водорастворенное органическое вещество (ВРОВ) и микрокомпоненты в водах нефтяных и газовых месторождений. Взаимосвязь процессов катагенеза и геохимического состава вод нефтегазоносных бассейнов.
13. Связь состава подземных вод с тектонической принадлежностью: древние, молодые платформы (на примере Волго-Уральской и Западно-Сибирской нефтегазоносных провинций). Безводные залежи в «нетрадиционных» коллекторах (на примере залежи в гранитоидном коллекторе).
14. Принципы и виды существующих классификаций нефтегазопроисловых гидрогеологических показателей.
15. Региональные и локальные общие гидрогеологические, гидродинамические, гидрохимические, газовые, микробиологические и температурные критерии оценки перспектив нефтегазоносности. Водные ореолы рассеивания и концентрирования в нефтяных и газовых залежах. Эффект Савченко.
16. Гидродинамические ловушки. Смещенные и собственно гидродинамические залежи. Экранированные гидродинамические залежи. Классификация гидродинамических залежей.

Смещение поверхности ВНК И ГНК. Метод UVZ для картирования гидродинамических ловушек.

17. Роль подземных вод при разработке нефтяных и газовых месторождений. Классификация подземных вод нефтяных и газовых месторождений по условиям залегания.

18. Динамика подземных вод в процессе разработки месторождений. Гидродинамические режимы нефтяных и газовых залежей.

19. Гидрогеологические наблюдения и исследования при разработке нефтяных и газовых месторождений. Специфические виды вод нефтегазовых месторождений. Техногенные воды, критерии отличия от природных вод. Гидрогеохимические методы контроля движения ВНК.

20. Цели и задачи гидрогеологических исследований пластов и скважин в нефтегазоносных районах и их рациональный комплекс. Гидродинамические исследования в скважинах нефтяного ряда. Виды гидродинамических исследований (КВД, КВУ, гидропрослушивание и др.) Точность и достоверность исходной информации. Основные принципы обработки их результатов.

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания (<i>устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения (<i>устный опрос, реферат</i>)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (<i>устный опрос, реферат</i>)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Интерпретация результатов гидрогеологических исследований при поисках нефти и газа, М., Недра, 1990. 156 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
2. Гиматудинов Ш.К. Физика нефтяного и газового пласта, М., Недра, 1971.- 312 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
3. Дюнин В.И. Корзун А.В. Гидрогеодинамика нефтегазоносных бассейнов., М., Научный мир, 2005. 260 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)

4. Кременецкий М.И. Гидродинамические и промыслово-технологические исследования скважин. М., 2002.- 476 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
5. Матусевич В.М. Нефтегазовая гидрогеология. ч. 1, Тюмень 2010.- 115 с.

- дополнительная литература:

6. Барс Е.А. Органическая гидрогеохимия нефтегазоносных бассейнов. М., Недра, 1981. – 229 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
7. Гуревич А.Е. Практическое руководство по изучению движения подземных вод при поисках полезных ископаемых, М., Недра 1980.- 214 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
8. Дальберг Э.Ч. Использование данных гидродинамики при поисках нефти и газа. М., Недра, 1985.- 149 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
9. Каналин В.Г., Вагин С.Б. Нефтегазопромысловая геология и гидрогеология. М., Недра 1997.- 366 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
10. Карцев А.А., Вагин С.Б., Матусевич В.М. Нефтегазовая гидрогеология. М., Недра, 2001. 208 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
11. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Швец В.М. Геохимия подземных вод. М., Наука, 2004. - 677 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)
12. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. Москва, Ижевск 2004.- 606 с. (библиотека МГУ, кафедральный фонд)

Б) Перечень программного обеспечения:

- лицензионное

нет

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office,

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

Г) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- поисковая система научной информации www.scopus.com

- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Д) Материально-технического обеспечение:

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Корзун Анна Вадимовна (доцент кафедры гидрогеологии, преподаватели: Корзун А.В.

11. Разработчики программы: Корзун Анна Вадимовна, доцент;