

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

«Основы вероятностного моделирования месторождений нефти и газа»

Автор-составитель: д.т.н., доцент Казаков А.А.

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 построения вероятностных моделей месторождений нефти и газа на основе геофизических и геологических наблюдений, проведённых как на земной поверхности, так и под ней. Построение вероятностных моделей месторождений является основой для дальнейшего моделирования движения флюидов в этом месторождений. Сопутствующей целью является и подсчёт геологических запасов

Задачи - решение различных вопросов, связанных с получением информации об объекте исследований путем вероятностного моделирования; расчетами основных показателей работы скважин и пласта на основе законов движения жидкости, газа и газожидкостных систем в пористых и трещиновато-пористых средах; расширить и углубить знания магистрантов в области механики (нефтегазовой гидромеханики и флюидодинамики).

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс включает в себя основные понятия и определения при построении вероятностной модели месторождений нефти и газа; теоретические основы исследований скважин, скин-эффект, влияние объема ствола скважины, исследования скважин на стационарных и нестационарных режимах работы; фильтрация в трещиновато-пористых коллекторах: основные характеристики трещиновато-пористой среды, законы фильтрации для трещиноватых сред, основа модели двойной пористости, установившаяся и неуставившаяся одномерная фильтрация жидкости и газа в трещиновато-пористых коллекторах; приток флюида к горизонтальным и разветвленным скважинам: основные преимущества горизонтальных скважин, особенности проведения гидродинамических расчетов для горизонтальных и многозабойных скважин.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является профессиональной дисциплиной по выбору, семестр II

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия:

освоение дисциплин Математический анализ, Дифференциальные уравнения, Общая физика, Механика, Основы гидродинамики, гидравлики, Подземная гидромеханика, Физика нефтяного пласта, Геология нефтяных и газовых месторождений.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
---------------------------------------	---	--

	компетенций	
<p>ОПК-4Б Способен применять методы сбора, обработки и представления полевой геологической информации для решения стандартных профессиональных задач.</p> <p>ПК-3М Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования теоретических и практических знаний в области геологии.</p>	<p>Б.ОПК-4. И-1. Владеет навыками использования современных методов полевых геологических работ.</p> <p>Б.ОПК-4. И-2. Применяет методы полевых исследований для получения информации при решении задач профессиональной деятельности.</p> <p>М.ПК-3. И-1. Знает теоретические основы и методологию моделирования.</p> <p>М.ПК-3. И-2. Знает возможности и ограничения распространенных стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p> <p>М.ПК-3. И-3. Владеет базовыми навыками использования стандартных программ моделирования (по профилю подготовки).</p>	<p>Знать: стадии построения постоянно действующих геолого-технологических моделей. Теоретические основы алгоритмов расчёта геологической и фильтрационной модели. Методы компьютерного построения карт. Состав и возможности различных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности, для геолого-фильтрационного моделирования. Преимущества моделирования.</p> <p>Уметь: анализировать геолого-промысловую базу данных на полноту и достоверность, строить структурный каркас, осуществлять построение структурной карты по кровле и подошве пласта и слоёв, карты общей толщины, карт распределённых геолого-геофизических параметров пласта. Обосновывать водонефтяной контакт в модели. Назначать на расчёт количество выделяемых в нефтяном пласте слоёв, владеть методом компьютерного подсчёта запасов.</p> <p>Владеть: способностью загрузки данных для расчёта фильтрационной модели, адаптировать модель по истории разработки. Делать анализ разработки на основе полученных карт распределения поля давления и текущей нефтенасыщенности.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 зачетные единицы, в том числе 39 академических часов, на контактную работу обучающихся с преподавателем (39 часов – занятия практического типа), 33 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачет, 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
Раздел 1. Введение. Общие сведения, понятия, определения	4	1	1	2	1		3
Раздел 2. Виды и технология построения геологических моделей	5	2	2	2	1		3
Раздел 3. Общие сведения о моделировании	7	4	4	1	1	1	3
Раздел 4. Технология построения структурной модели	7	4	4	1	1	1	3
Раздел 5. Технология построения фациальной модели	7	4	4	2	1		3
Раздел 6. Построение модели начального насыщения	7	4	4	1	1	1	3
Раздел 7. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.	7	4	4	1	1	1	3
Раздел 8. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.	7	4	4	1	1	1	3
Раздел 9. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.	7	4	4	1	2		3
Раздел 10. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.	7	4	4	2	1		3
Раздел 11. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.	7	4	4	2	1		3
Промежуточная аттестация		Зачет					
Итого	72	39		33			

Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Введение. Общие сведения, понятия, определения.

Предмет и задачи дисциплины. Общие понятия. Определения.

Раздел 2. Виды и технология построения геологических моделей.

Определение понятия "модель". Виды геологических моделей. Основные понятия. Размерность моделей. Назначение и область практического использования. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей. Состав

первичных данных для построения модели. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования практические занятия.

Раздел 3. Общие сведения о моделировании.

Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти в государственных университетах. Понятие концептуального пространства модели.

Раздел 4. Технология построения структурной модели.

Определение "концептуальная модель". Базовая технология моделирования строения природного резервуара. Стадийность построения геологической модели. Технология построения структурной модели пластово-сводовой залежи нефти. Технология построения структурной модели с тектоническими нарушениями.

Раздел 5. Технология построения фациальной модели.

Развитие понятия "фация" применительно к теории геологического моделирования
2. Структурно-генетические признаки обстановок осадконакопления. Технология построения фациальной модели.

Раздел 6. Построение модели начального насыщения.

Термины, определения, обозначения. Понятие связанной нефти и воды. Начальное распределение газа, нефти и воды в пласте. Понятие водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов. Понятие переходной зоны. Технология построения начальной модели насыщения разрабатываемых залежей нефти. Опыт Дарси. Закон Дарси движения однородной жидкости в пористых средах. Определяющие уравнения движения жидкости. Граничные условия. Давление жидкости. Пластовое и забойное давления.

Раздел 7. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.

Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса.

Раздел 8. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.

Влияние сил тяжести. Простейшие двумерные движения. Приток к одиночной скважине в бесконечном однородном пласте. Формула Дюпюи. Приток к скважине с загрязненной призабойной зоной. Понятие эффективного радиуса скважины. Приток к галерее. Приток к скважине с трещиной. Приток к системе скважин. Эффективный радиус для простейших случаев.

Раздел 9. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.

Коэффициент пьезопроводности. Падение пластового давления со временем и в пространстве. Основы определения параметров пласта по КВД и КПД.

Раздел 10. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.

Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз. Обобщенный закон Дарси для двухфазного течения. Функции относительных фазовых проницаемостей. Функции Баклея-Левретта и приведенной вязкости смеси. Гистерезис процесса вытеснения нефти водой (понятие). Остаточные нефте- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.

Раздел 11. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.

Понятие разностной схемы. Понятие значения в узле, в ячейке, в полуузле. Точность и сходимости численного решения. Входные и выходные параметры гидродинамической модели при компьютерном моделировании. Решение производственных задач при помощи компьютерного моделирования.

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

Для текущего контроля студентов в ходе семестра проводятся контрольные работы, доклады, рефераты.

Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:

1. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели
2. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании
3. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели.

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

1. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.
2. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели.
3. Состав базы данных необходим для построения геологической модели

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

1. Построение вероятностных моделей;
2. Состав базы данных необходим для построения геологической модели;
3. Методы палеонтологического анализа.

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

1. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели
2. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании
3. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели.
4. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.
5. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели.
6. Построение схемы корреляции. Палеотектонический анализ (методы палеотектонического анализа).
7. Построение карт распределенных геологических и геофизических параметров для слоев

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет)

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
<p>Знания стадий построения постоянно действующих геолого-технологических моделей. Теоретические основы алгоритмов расчёта геологической и фильтрационной модели. Методы компьютерного построения карт. Состав и возможности различных программных продуктов, используемых в нефтяной промышленности, для геолого-фильтрационного моделирования. Преимущества моделирования. <i>(устный опрос, реферат)</i></p>	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
<p>Умения анализировать геолого-промысловую базу данных на полноту и достоверность, строить структурный каркас, осуществлять построение структурной карты по кровле и подошве пласта и слоёв, карты общей толщины, карт распределённых геолого-геофизических параметров пласта. Обосновывать водонефтяной контакт в модели. Назначать на расчёт количество выделяемых в нефтяном пласте слоёв, владеть методом компьютерного подсчёта запасов. <i>(устный опрос)</i></p>	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 непринципиального характера)
<p>Владения способностью загрузки данных для расчёта фильтрационной модели,</p>	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при

адаптировать модель по истории разработки. Делать анализ разработки на основе полученных карт распределения поля давления и текущей нефтенасыщенности. (устный опрос, реферат)		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. Ганиев Р.Р. "Основы компьютерного моделирования нефтяных месторождений", книга 1 изд-во Казанского Государственного университета, Казань, 2007-2009 г.

2. Булыгин В.Я. Булыгин Д.В. Имитация разработки нефтяной залежи. М.: Недра, 1990.

3. Булыгин Д.В., Ганиев Р.Р. Геологические основы моделирования нефтяных месторождений.-Казань:Изд-во Казанского университета, 2011.360с.

4. Булыгин Д.В., Фахретдинов Р.Н., Рамазанов Р.Г., Герасимов А.Н. Булыгин Д.В., Медведев Н.Я., Кипоть В.Л. Моделирование геологического строения и разработки залежей нефти Сургутского свода. - Казань: Издательство "ДАС", 2001. 191 с.

5. Булыгин Д.В., Фахретдинов Р.Н., Рамазанов Р.Г., Герасимов А.Н. Использование системы ТРИАС для применения методов воздействия на пласт: // Нефтяное хозяйство. - 2003. 10 - С.86-90.

6. Шевченко Д.В., Усманов И.Т. Модификация многосеточного метода для гидродинамического расчета нефтяных месторождений в режиме заданных забойных давлений. Тр. Матем. центра им. Н.И.Лобачевского. - Казань: Изд-во Казан. матем. об-ва, 2002. - Т. 16. - С. 278-281.

- Дополнительная литература:

1. Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения. Проектирование, оптимизация и оценка эффективности. - Казань: Изд-во ФЭн, 2005. - 688 с.

2. J. W. Harbaugh, J. H. Doveton, J.C. Davis "Probability Methods in Oil Exploration" A Wiley - Interscience publication John Wiley and Sons, New York- London-Sydney-Toronto, 1981.

3 Булыгин В.Я. Гидромеханика нефтяного пласта. М.: Недра, 1974, 232 с.

4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел - литологических ловушек нефти и газа. -Л.: Недра, 1984. - 260 с.

5. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. - М.: Мир, 1986. - 439 с.

6. Буш Д.А. Стратиграфические ловушки в песчаниках. - М.: Мир, - 1977, 215 с.
7. Крашенинников Г.Ф. Учение о фациях. - М.: Высшая школа, 1971, 368 с.
8. Кашик А.С., Гогоненков Г.Н. "К вопросу моделирования крупных, давно эксплуатирующихся месторождений" Нефтяное хозяйство, 7, 2002 г.
9. Р.Х. Муслимов, Д.В. Булыгин, Р.Р. Ганиев Особенности моделирования крупных месторождений нефти на примере Березовской площади Ромашкинского месторождения. Георесурсы 2008 2(25) с.4-9
10. Д.В. Булыгин, Р.Р. Ганиев. К вопросу подготовки студентов по курсу моделирования геологии и разработки нефтяных месторождений. Георесурсы 2008 2(25) с.13
11. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 128 стр.
12. РД 153-39.0-047-00. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. - М: Министерство топлива и энергетики РФ, 2000. - 129 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

- лицензионные

не требуется

- нелицензионное и свободного доступа

пакеты программ Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости), Мониторинг ГДИС (Ресурсы и технологии Групп)

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

1. Emerson Process Management - www.ROXAR.com
2. Моделирование разработки нефтяных месторождений - www.history-matching.ru
3. Научная библиотека МГУ - www.lib.msu.su
4. РГУ Нефти и Газа - www.GUBKIN.ru
5. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
6. Геология нефти и газа [www. geoinform.ru](http://www.geoinform.ru)
7. Газовая промышленность [www/ gas-journal.ru](http://www/gas-journal.ru)
8. ТЭК России. Нефтегазодобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность- [www. Ratex.ru](http://www.Ratex.ru)

9. <http://geo.web.ru/db/glossary.html?s=121102000> – Словарь геологических терминов

10. www.mineral.ru - Информационно-аналитический журнал "Минерал".

11. Компьютерная программа Corel Draw 7.11.13

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

Д) Материально-технического обеспечение: - Учебная аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся, оборудованная мультимедийным проектором и компьютером, экран, выход в Интернет.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель (преподаватели) – ответственный за курс – д.т.н., доцент геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Казаков А.А.

11. Разработчики программы – д.т.н., доцент геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Казаков А.А.