

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
«Трёхмерное фильтрационное моделирование месторождений нефти и газа»

Автор-составитель: профессор, д.т.н. Шпуров И.В.

Уровень высшего образования:
Магистратура (ИМ)

Направление подготовки:
05.04.01 «Геология»

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология 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 № ___ 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 студентов знаний и умений, развитие компетенций в области теории и практики изучения цифровых моделей пластов; отслеживания в динамике выработку остаточных запасов углеводородов; прогнозирования добычи нефти и газа; моделирования геолого-технических мероприятий по повышению нефтеотдачи; обоснования наиболее рационального и экономически эффективного варианта разработки продуктивных пластов; применения трехмерных фильтрационных моделей для повышения качества проектирования, управления и контроля за разработкой нефтяных и газонефтяных месторождений.

Задачи: Решение различных вопросов, связанных с получением информации об объекте исследований с применением единой цифровой базы геологических и геофизических данных; построением геологической фильтрационной модели, учитывающей основные геолого-физические и технологические факторы; описанием реальных гидродинамических процессов, происходящих в пластах месторождения; сравнением расчетных и исторических показателей разработки, таких как дебит нефти и обводненность продукции, позволяющим сделать вывод о качественной адаптации модели и соответствии их фактическим данным.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Трехмерное фильтрационное моделирование месторождений нефти и газа» включает в себя ознакомление с построением фильтрационных моделей нефтяных и газовых месторождений, являющихся основой при расчете технологических показателей разработки месторождений углеводородов.

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

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

освоение дисциплин Физика пласта, Подземная гидромеханика, Геология нефти и газа, Разработка нефтяных и газовых месторождений.

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-7М Способен профессионально	М.ОПК-7. И-1. Знает технические характеристики и	<i>знать:</i> методологию создания геолого-фильтрационных моделей нефтяных и газовых месторождений; методики выявления

<p>выбирать и использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач по профилю подготовки.</p> <p>ПК-7М Готов использовать в практической деятельности знания правовых основ недропользования, экономики, организации геологических работ, с учетом принципов рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды.</p>	<p>возможности основных современных видов научного и технического оборудования, используемого в работах по профилю подготовки.</p> <p>М.ОПК-7. И-2. Анализирует варианты решения поставленной задачи, и выбирает оптимальный вариант с позиций доступности оборудования и экономических затрат.</p> <p>М.ПК-7. И-1. Знает правовые основы недропользования, основы государственной политики в сфере недропользования, базовые принципы экономики и организации геологических работ.</p> <p>М.ПК-7. И-2. Знает государственные требования к выполнению производственных геологических работ (по профилю подготовки).</p>	<p>ключевых факторов и оптимизации создания цифровых геолого-фильтрационных моделей; основные способы корректировки исходных промысловых данных с целью создания адекватной геологической модели;</p> <p>уметь: выбирать исходную геолого-геофизическую информацию с целью корректной адаптации и прогноза геологических показателей разработки геолого-фильтрационной модели; понимать информацию, различать главное и второстепенное, сущность и детали в текстах, извлекать информацию из текстов; использовать современные методики по созданию геолого-фильтрационных моделей месторождений нефти и газа; применять математические и графоаналитические методы для создания, расчета и визуализации 3D моделей нефти и газа.</p> <p>владеть: навыками составления литологических разрезов, понять зависимость емкостно-фильтрационных свойств от особенностей литологического состава и строения пород; методами оптимизации размещения сетки скважин при составлении геолого-фильтрационной модели месторождений нефти и газа; методами создания 3D моделей пластов нефти и газа; методами и способами получения необходимой геолого-промысловой информации; методами геологических и геохимических исследований, правилами и условиями выполнения поисково-разведочных работ; методами интерпретации геологической информации.</p>
---	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 5 зачетных единиц, в том числе 70 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов – занятия лекционного типа, 56 час – занятия практического типа, 110 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – 1 семестр - экзамен.

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. Цели и задачи дисциплины.	10	4	4	3	3		6
Раздел 2. Краткий исторический экскурс. Виды моделирования	14	6	6	4	2	2	8
Раздел 3. Основные программные продукты для геологического моделирования	14	6	6	4	4		8
Раздел 4. Основные физические свойства пластовых флюидов	14	6	6	4	4		8
Раздел 5. Исходные данные для гидродинамического моделирования. Воспроизведение истории разработки	12	4	4	4	4		8
Раздел 6. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Группа компаний «Таймзикс» (TimeZYX)	14	6	6	2	2	4	8
Раздел 7. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программный комплекс HydroGeo	12	4	4	4	4		8
Раздел 8. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программный комплекс t-Navigator	14	6	6	2	4	2	8
Раздел 9. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программное обеспечение для разработки нефтяных и газовых месторождений Eclipse	14	6	6	4	4		8
Раздел 10 Программный комплекс ECLIPSE FloGrid предлагает уникальный набор геологических и гидродинамических инструментов, который позволяет решать сложные задачи описания месторождения для точного прогноза дебитов скважин.	12	4	4	2	2	4	8

Раздел 11. Программный пакет по управлению гидродинамическим моделированием ECLIPSE Office	14	6	6	2	2	4	8
Раздел 12. Возможное изменение интервалов перфорации в гидродинамической модели по результатам ремасштабирования	12	4	4	4	4		8
Раздел 13. Оценка влияния неоднородности свойств продуктивных пластов на разработку нефтяных залежей с использованием системы поддержания пластового давления (СППД)	12	4	4	4	2	2	8
Раздел 14. Моделирование разработки однородных залежей. Моделирование разработки залежей с линейными зонами резкой неоднородности. Моделирование разработки залежей с анизотропией	12	4	4	2	2	4	8
Промежуточная аттестация		Экзамен					
Итого	180	70		110			

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение. Цели и задачи дисциплины

Основная цель современной разработки месторождений углеводородов направлена на наиболее полное извлечение их извлекаемых запасов при максимальной экономической рентабельности. Для достижения наиболее полного коэффициента охвата и коэффициента извлечения нефти используются передовые технологии. Одним из ключевых направлений по праву является компьютерное моделирование. Адаптация истории разработки и ее прогноз, позволяют оптимально, и, с наименьшими затратами, разрабатывать месторождения углеводородов. Тем не менее, основная проблема, при составлении проектных документов, обусловлена расхождениями между статической (геологической) и фильтрационной (гидродинамической) моделями. создание современных трехмерных цифровых (3D) геологических моделей в настоящее время стало обычной, почти рутинной, процедурой в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Создание 3D-моделей решает при этом, как правило, следующие задачи: подсчет запасов углеводородов; планирование (проектирование) скважин; оценка неопределенностей и рисков; подготовка основы для гидродинамического моделирования.

Раздел 2. Краткий исторический экскурс. Виды моделирования

Математические методы моделирования нефтяных и газовых коллекторов стали активно применяться в 60-х годах, когда начали использоваться упрощенные модели «песок-глина». Во второй половине 80-х годов уже создавались полноценные геологические модели. Появились новые методы и компьютерные приложения, разработанные в Норвегии (STORM, IRAP) (Haldorsen & MacDonald, 1987), Стэмфорде (SCRF, GSLIB) (Deutsch and Journal, 1992), IFP (Heresim). В первые годы XXI века быстрое развитие получило программное обеспечение (ROXAR, PETREL, ECLIPSE), которое применяется для моделирования. Новейшие программные пакеты дали возможность интегрировать различные источники данных и методы в одной модели. Также в эти годы получил применение метод «тренировочных изображений». Геологические модели. Построение трехмерных цифровых геологических моделей в настоящее время уже стало естественной составляющей технологических процессов обоснования бурения скважин и составления планов разработки месторождений углеводородов, включая оценку экономической эффективности предлагаемых геологических мероприятий. Разработки в области численного гидродинамического моделирования и создания суперкомпьютеров.

Раздел 3. Исходные данные. Основные программные продукты для геологического моделирования

Набор исходных данных: Координаты устьев скважин, альтитуды, инклинометрия – используются для создания траекторий скважин в модели; Координаты пластопересечений, рассчитанные маркшейдерской службой – используются для контроля пластопересечений; Стратиграфические разбивки (маркеры), рассчитанные геологом в проекте – используются в качестве основы при формировании структурного каркаса; Кривые ГИС – используются для корреляционных построений; Отбивки флюидных контактов в скважинах; Даты бурения и ввода скважин в добычу; Сейсмические данные; Уравнения петрофизических зависимостей; Количественные (определения K_p , $K_{пр}$, K_v) и качественные (описания) исследования керна; Общие и геологические данные. Типовой набор основных модулей. Технология геологического моделирования 3D. Распространенные отступления и дополнения к традиционной схеме этапности геологического моделирования.

Раздел 4. Основные физические свойства пластовых флюидов

Основные физико-химические свойства флюидов, участвующих в процессах фильтрации при разработке месторождений нефти и газа. Свойства свободных пластовых вод обусловлены: температурой, давлением и количеством растворенных в ней солей.

Названные факторы определяют растворимость в воде природных газов, ее вязкость и объемный фактор, который может быть использован для пересчета плотности воды из атмосферных условий в пластовые. Все физические свойства нефти – цвет, плотность, вязкость, растворимость, температура кипения и застывания, оптические и электрические свойства изменяются в зависимости от состава и структуры входящих в нефть индивидуальных компонентов. Углеводородные газы УВГ являются частью природных углеводородных систем, газовой фазой природных УВ. Природные газы – это УВ растворы, имеющие газообразное в нормальных (атмосферных) условиях состояние, выделенные из состава более сложных природных систем.

Раздел 5. Исходные данные для гидродинамического моделирования. Воспроизведение истории разработки (адаптация)

Гидродинамическая модель представляет собой приближенное описание поведения изучаемого объекта с помощью математических символов. Этапы моделирования.

1. формулирование в математических терминах законов, описывающих поведение объекта;
2. решение прямой задачи, т. е. получение путем исследования модели выходных данных для дальнейшего сопоставления с результатами наблюдений за объектом моделирования;
3. адаптация модели по результатам наблюдения, решение обратных задач, т. е. определение характеристик модели, которые оставались неопределенными;
4. анализ модели, ее модернизация по мере накопления новой информации об изучаемом объекте, постепенный переход к новой более совершенной модели.

Гидродинамическое моделирование применяется не только для решения проблем прогнозирования, контроля и управления процессом разработки пласта, хотя именно в этом состоит основное коммерческое использование моделей и соответствующих программных продуктов. Адаптация гидродинамической модели или воспроизведение истории разработки месторождения. Прогноз технологических показателей разработки на основе адаптации гидродинамической модели.

Раздел 6. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Группа компаний TimeZYX

Программный комплекс «TimeZYX» является развитием проекта по созданию программного комплекса «ТРАСТ», начатого в 2004 году по инициативе Министерства природных ресурсов РФ и Российской академии естественных наук. За время разработки, внедрения и использования программного комплекса разработчикам удалось достичь следующих преимуществ: мультиязычность, оперативная техническая поддержка, разумные цены и выгодная лицензионная политика, сертифицированность по системе ГОСТ Р, рекомендации к применению ЦКР Роснедра. ПК «TimeZYX» включает

специализированные конверторы, поддерживающие большинство распространенных промышленных форматов данных. Платформа TimeZYX – единственный российский полномасштабный сертифицированный программный комплекс с уникальными возможностями для создания и оптимизации постоянно действующих геолого-технологических моделей (ПДГТМ) месторождений нефти и газа. Платформа позволяет проводить полный перечень проектных и исследовательских работ, начиная с загрузки и анализа геологических и геофизических данных и заканчивая созданием отчетных проектных документов по разработке месторождения и эффективности предлагаемых ГТМ.

Раздел 7. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программный комплекс HydroGeo

Программный комплекс HydroGeo был разработан в Томском политехническом университете. Текущая версия программного комплекса HydroGeo (ПК HG) включает в настоящее время 27 специализированных и служебных программных модулей. Геохимические процессы, происходящие в пластовых условиях, нередко приводящие к изменению фильтрационно-емкостных свойств пород резервуара. Алгоритм определения фильтрационно-ёмкостных параметров совмещает возможность использования стандартных графоаналитических способов обработки кривых притока (КП) и восстановления давления (КВД), полученных при гидрогеологических откачках/нагнетаниях или испытании скважин. Коэффициенты фильтрации, проницаемости, пьезо- и уровнепроводности, пластовое давление/статический напор, скин-эффект, коэффициент продуктивности.

Раздел 8. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программный комплекс t-Navigator

Программный комплекс t-Navigator может напрямую работать с входными данными в форматах ECLIPSE© 100 и 300 компании Schlumberger, IMEX и STARS компании CMG и Tempest MORE компании ROXAR. Графический интерфейс t-Navigator позволяет инженерам-разработчикам за пару дней освоить необходимый инструментарий и приступить к решению промысловых задач на основе трехмерных гидродинамических моделей. Для простоты работы реализован механизм запуска серийных расчетов с различными вариантами ГТМ для последующей оценке эффективности на общем графике. Решаемые задачи. Специфические модули t-Navigator: Модуль оптимизации заводнения; Модуль разрезания модели; Модуль оптимизации закачки; Модуль построения произвольных карт, фильтров и графиков пользователя; Модуль анализа неопределенностей – выбор наиболее эффективного способа расстановки скважин;

Модуль интерактивного ввода вертикальных и горизонтальных скважин; Модуль интерактивного ввода групп скважин; Модуль компенсации ориентационных эффектов сетки; Модуль построения двухмерных гистограмм; Модуль создания новой модели: дизайнер модели и загрузка режимов работы скважин; Модуль визуализации изолиний.

Раздел 9. Основные программные продукты для гидродинамического моделирования. Программное обеспечение для разработки нефтяных и газовых месторождений Eclipse

Программное обеспечение для разработки нефтяных и газовых месторождений Eclipse разработано в компании Schlumberger. Семейство симуляторов ECLIPSE предоставляет наиболее полный и робастный набор решений в индустрии для численного моделирования динамического поведения всех типов коллекторов, флюидов, степени структурной и геологической сложности и систем разработки. ECLIPSE покрывает полный спектр задач моделирования пласта, включая конечно-разностные модели для черной нефти, сухого газа, композиционного состава газоконденсата, термодинамические модели тяжелой нефти и модели линий тока. Petrel Reservoir Engineering обеспечивает идеальную среду для работы инженера. Связка двух пакетов ECLIPSE + PETREL интегрирует все необходимые процессы вокруг задач моделирования, делает потоки обмена данными прозрачными, а интерфейс легким для восприятия.

1. Моделирование изолированных областей месторождения.
2. Моделирование смешивающегося вытеснения.
3. Учет отклонения потока от закона Дарси.
4. Подсчет влияния различных механизмов нефтеизвлечения.
5. Потоки – учет связи водонапорного горизонта с наземным речным бассейном.
6. Вертикальное равновесие – уточненное описание потока флюидов через грани ячеек.

Раздел 10. Программный комплекс ECLIPSE FloGrid предлагает уникальный набор геологических и гидродинамических инструментов, который позволяет решать сложные задачи описания месторождения для точного прогноза дебитов скважин

В промышленности продолжает существовать противоречие между геологической и гидродинамической моделями. Геологические модели, отражающие структуру и петрофизические параметры, часто не учитывают данные добычи. В свою очередь, гидродинамические модели, отражающие динамические свойства, часто лишь аппроксимируют геологическую структуру. Приложение ECLIPSE FloGrid разработано для поддержки соответствия между геологической и гидродинамической моделями. Оно обеспечивает эффективное моделирование фильтрации флюида на базе симуляторов семейства Eclipse. Более точная оценка рисков за счет анализа неопределенностей и

оценки добычи. Усовершенствованный процесс увязки исторических и моделируемых данных добычи с точной оценкой проводимости разломов и автоматическим формированием моделей разломов в Eclipse. Интегрированное многофазное моделирование линий тока, помогающее при планировании скважин и проверки целевых сценариев разработки.

Раздел 11. Программный пакет по управлению гидродинамическим моделированием ECLIPSE Office

Для эффективного управления рабочим процессом используются пять основных модулей ECLIPSE Office – Case Manager, Data Manager, Run Manager, Result Viewer, и Report Generator. Опции PlanOpt и Nearwellbore Modelling дают дополнительные преимущества при настройке, управлении и проведении гидродинамических расчетов. ECLIPSE Office предлагает широкие возможности редактирования. На этапе подготовки данных для редактирования данных используется Data Manager, а на этапе обработки результатов гидродинамического моделирования вы можете использовать Results Viewer или Report Generator. Calculator Spirit использует гибкие языки программирования для формирования более сложных выражений. Run Differences может использоваться для выявления различий между вариантами гидродинамических расчетов.

Раздел 12. Возможное изменение интервалов перфорации в гидродинамической модели по результатам ремасштабирования

Методологический подход, который возможно использовать в случае искажений, возникающих в процессе ремасштабирования из геологической в гидродинамическую модели. Методика может применяться при создании компьютерных трехмерных геолого-технологических моделей. При создании геологической модели этого месторождения использовались многочисленные данные, которые имели противоречивую информацию. При построении геологической модели угловое напластование вынуждало отбивать контакты (газонефтяной и водонефтяной) с небольшими искажениями, однако самое слабое звено созданной геологической модели – проницаемость. Наименьшие искажения при ремасштабировании возникают в нефтенасыщенной зоне, так как размерность ячейки по оси Z одинакова для геологической и гидродинамической модели.

Раздел 13. Оценка влияния неоднородности свойств продуктивных пластов на разработку нефтяных залежей с использованием системы поддержания пластового давления (СППД)

В процессе изучения особенностей разработки двух нефтяных месторождений Западной Сибири, в них была обнаружена высокая техногенная трещиноватость. Блочное строение осадочного чехла и доюрского основания, на этих месторождениях,

обуславливают высокую степень вероятности резких отличий в фильтрационно-емкостных свойствах, как в отдельных блоках, так и на границах между ними. Исследование геометрии блоков и коллекторских свойств продуктивных пластов в них, а также их детальный учет для оптимизации системы разработки месторождений, требует проведения большого объема специализированных работ, в том числе и осуществления тщательного и многовариантного гидродинамического моделирования.

Раздел 14. Моделирование разработки однородных залежей. Моделирование разработки залежей с линейными зонами резкой неоднородности. Моделирование разработки залежей с анизотропией

Рассмотрено 4 базовых варианта для моделей залежей с однородными фильтрационными свойствами: 1 – модель с проницаемостью 10мД и наличием подошвенной воды; 2 – модель с проницаемостью 10мД без подошвенной водой; 3 – модель с проницаемостью 200мД и наличием подошвенной воды; 4 – модель с проницаемостью 200мД без подошвенной воды. Результаты, полученные при моделировании однородных нефтяных залежей с различной проницаемостью и наличием, либо отсутствием, подошвенной воды в полной мере соответствуют общим закономерностям протекания фильтрационных процессов при использовании воды в качестве рабочего агента СППД. Рост обводненности по вариантам с проницаемостью 200 мД происходит более плавно, а для вариантов с малой проницаемостью (10 мД) ярко выражены прорывные процессы, которые выражаются в резком росте обводненности.

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. История развития геологического и гидродинамического моделирования месторождений нефти и газа;
 2. Современные программные продукты 3D моделирования месторождений нефти и газа. Цели и решаемые задачи;
 3. Создание геологической модели в программном комплексе «Petrel»;
 4. Создание гидродинамической модели в программном комплексе «Eclipse».
- Анализ исходной промысловой информации, адаптация и расчет прогнозных технологических показателей разработки;

5. Способы адаптации гидродинамической модели и их особенности;
6. история компьютерного моделирования разработки месторождений нефти и газа;

Примерный перечень вопросов для проведения тестирования:

7. создание относительных фазовых проницаемостей для 3D модели;
8. сущность адаптации геолого-технологической модели;
9. структура DATA-файла;
10. обоснование выбора активного водоносного горизонта;
11. влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти водой;
12. влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти газом;
13. сущность водогазового воздействия и способы его реализации при компьютерном моделировании;
14. что такое не соседние соединения;
15. обоснование выбора величины скин-фактора в добывающих скважинах;

Рекомендуемые темы докладов, рефератов:

1. История развития компьютерного моделирования нефтяных и газовых месторождений;
2. Для чего необходимо 3D моделирование;
3. Для чего используется «Petrel».
4. влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти водой;
5. влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти газом;
6. сущность водогазового воздействия и способы его реализации при компьютерном моделировании;
7. что такое не соседние соединения;
8. обоснование выбора величины скин-фактора в добывающих скважинах;

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

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

- 1 История развития геологического и гидродинамического моделирования месторождений нефти и газа;
- 2 Современные программные продукты 3D моделирования месторождений

нефти и газа. Цели и решаемые задачи;

3 Создание геологической модели в программном комплексе «Petrel»;

4 Создание гидродинамической модели в программном комплексе «Eclipse».

Анализ исходной промысловой информации, адаптация и расчет прогнозных технологических показателей разработки;

5 Способы адаптации гидродинамической модели и их особенности;

6 история компьютерного моделирования разработки месторождений нефти и газа;

7 создание относительных фазовых проницаемостей для 3D модели;

8 сущность адаптации геолого-технологической модели;

9 обоснование выбора активного водоносного горизонта;

10 влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти водой;

11 влияние анизотропии продуктивных отложений на динамику вытеснения нефти газом;

12 сущность водогазового воздействия и способы его реализации при компьютерном моделировании;

13 что такое не соседние соединения;

14 обоснование выбора величины скин-фактора в добывающих скважинах;

Домашние задания для самостоятельной подготовки студентов:

1. История развития геологического и гидродинамического моделирования месторождений нефти и газа;

2. Современные программные продукты 3D моделирования месторождений нефти и газа. Цели и решаемые задачи;

3. Создание геологической модели в программном комплексе «Petrel»;

4. Создание гидродинамической модели в программном комплексе «Eclipse».

Анализ исходной промысловой информации, адаптация и расчет прогнозных технологических показателей разработки;

5. Способы адаптации гидродинамической модели и их особенности;

6. история компьютерного моделирования разработки месторождений нефти и газа;

7. создание относительных фазовых проницаемостей для 3D модели;

8. сущность адаптации геолого-технологической модели;

9. структура DATA-файла;

10. обоснование выбора активного водоносного горизонта;

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
<p>Знания: методологию создания геолого-фильтрационных моделей нефтяных и газовых месторождений; методики выявления ключевых факторов и оптимизации создания цифровых геолого-фильтрационных моделей; основные способы корректировки исходных промысловых данных с целью создания адекватной геологической модели; <i>(устный опрос, реферат)</i></p>	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
<p>Умения: выбирать исходную геолого-геофизическую информацию с целью корректной адаптации и прогноза геологических показателей разработки геолого-фильтрационной модели; понимать информацию, различать главное и второстепенное, сущность и детали в текстах, извлекать информацию из текстов; использовать современные методики по созданию геолого-фильтрационных моделей месторождений нефти и газа; применять математические и графоаналитические методы для создания, расчета и визуализации 3D моделей нефти и газа. <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 в применении и математических и графоаналитических методов	Успешное умение использовать математические и графоаналитические методы применительно к построению цифровых моделей
<p>Владения: навыками составления литологических разрезов, понять зависимость емкостно-фильтрационных свойств от особенностей</p>	Навыки владения графическим и методами отсутствуют	Фрагментарное владение построением моделей, наличие	В целом сформированные навыки использования	Владение методами построения, использование их для решения

<p>литологического состава и строения пород; методами оптимизации размещения сетки скважин при составлении геолого-фильтрационной модели месторождений нефти и газа; методами создания 3D моделей пластов нефти и газа; методами и способами получения необходимой геолого-промысловой информации; методами геологических и геохимических исследований, правилами и условиями выполнения поисково-разведочных работ; методами интерпретации геологической информации. (устный опрос, реферат)</p>		отдельных навыков	графических методов построения геологических моделей	задач в области моделирования месторождений нефти и газа
---	--	-------------------	--	--

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. Закиров Э.С. Трехмерные многофазные задачи прогнозирования, анализа и регулирования разработки месторождений нефти и газа. — М.: Грааль, 2000. — 303 с.
3. Казаков А.А. Теоретические основы разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. Москва, 2023, с.351.
4. Шелепов В.В., Рамазанов Р.Г., Глебова Л.В. Методы интенсификации нефти и газа. Москва, Буки-Веди, с. 328.
5. 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. Азис Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем; пер. с англ. М: Недра,1982. 408с.
2. Гладков Е.А. Геологическое и гидродинамическое моделирование месторождений нефти и газа.Издательство: Томск, 2012, 100 с.

3. Глебов А.Ф. Геолого-математическое моделирование нефтяного резервуара: от сейсмики до геофлюидодинамики. – М: Научный мир – 2006. – 344 С.

4. Закиров Э.С. Upscaling в 3D компьютерном моделировании. – М.: ЗАО “Книга и Бизнес”, 2007. – 344 с.

5. Максимов М.М, Рыбицкая Л.П. Математическое моделирование процессов разработки нефтяных месторождений. М.: Недра, 1976. 264с.

6. Мирзаджанзаде А.Х., Хасанов М.М., Бахтизин Р.Н. Моделирование процессов нефтегазодобычи. Москва-Ижевск: ИКИ, 2004. 307 с.

7. Михайлов Н.Н. Остаточное нефтенасыщение разрабатываемых пластов. М.: «Недра», 1992. - 270 с.

8. Фанчи Д.Р. Интегрированный подход к моделированию фильтрационных потоков. – М. - Ижевск: Ижевский институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2010. – 256 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

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

Д) Материально-техническое обеспечение: - персональные компьютеры.

9. Язык преподавания – русский

10. Преподаватель (преподаватели) д.т.н., профессор, геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Шпуров И.В.

11. Автор (авторы) программы – д.т.н., профессор, геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова – Шпуров И.В.