

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт геологии и нефтегазовых технологий



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Д.А. Гаурский

ДЕПАРТАМЕНТ
ОБРАЗОВАНИЯ
(ДО КФУ)

» _____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Основы компьютерного моделирования и проектирования высоковязких нефтей и природных битумов Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 21.03.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Осипов Э.В.

Рецензент(ы):

Кемалов А.Ф.

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий(ая) кафедрой: Кемалов А. Ф.

Протокол заседания кафедры No _____ от "_____" _____ 201__ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No _____ от "_____" _____ 201__ г

Регистрационный No 32219

Казань
2019

Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) Осипов Э.В. , EdVOsipov@kpfu.ru

1. Цели освоения дисциплины

дать начальную подготовку студентов путем спецификации знаний применительно к области информатизации нефтяной геологии.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.03.01 Нефтегазовое дело и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе, 7, 8 семестры.

Дисциплина М2.В.1 'Основы компьютерного моделирования и проектирования высоковязких нефтей и природных битумов ' входит в вариативную часть профессионального цикла бакалавриата по направлению подготовки 'Нефтегазовое дело'.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-2 (общекультурные компетенции)	готов к самостоятельному обучению новым методам исследования и их внедрению в процесс профессиональной деятельности
ОК-6 (общекультурные компетенции)	способен самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности
ПК-11 (профессиональные компетенции)	способен профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование и компьютерные технологии для решения научных и практических задач
ПК-15 (профессиональные компетенции)	способен и готов применять на практике навыки составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готов внедрять результаты профессиональных исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способен применять на практике знания фундаментальных и стыковых прикладных разделов специальных дисциплин магистерской программы
ПК-7 (профессиональные компетенции)	способен создавать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии, полученных при освоении магистерской программы

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен 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.

2. должен 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.

3. должен 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.

4. должен демонстрировать способность и готовность:

самостоятельно выполнять процедуру построения геологической модели и производить гидродинамические расчеты реального нефтяного месторождения.

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных(ые) единиц(ы) 252 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 7 семестре; экзамен в 8 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей 4. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей 5. Состав первичных данных для построения модели 6. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования	7	1-2	4	0	8	Устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании	7	3-5	4	0	8	Устный опрос
3.	Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели	7	6-9	4	0	8	Устный опрос
4.	Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели	7	10-12	6	0	12	Тестирование
5.	Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения	8	1-2	4	0	6	Устный опрос
6.	Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.	8	3-4	4	0	6	Устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости.	8	5-6	4	0	6	Тестирование
8.	Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.	8	7-8	4	0	6	Устный опрос

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
9.	Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.	8	9-10	4	0	6	Устный опрос
10.	Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.	8	11-12	4	0	6	Контрольная работа
.	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
.	Тема . Итоговая форма контроля	8		0	0	0	Экзамен
	Итого			42	0	72	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей 4. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей 5. Состав первичных данных для построения модели 6. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей 1. Определение понятия "модель" 2. Виды геологических моделей. Основные понятия 3. Размерность моделей. Назначение и область практического использования 4. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей 5. Состав первичных данных для построения модели 6. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Освоение программного продукта Roxar RMS 2010. Изучение интерфейса и основных возможностей программного комплекса на модельных объектах.

Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 2. Общие сведения о моделировании 1. Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти в Казанском государственном университете 2. Понятие концептуального пространства модели

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Загрузка исходных данных. Корреляция скважин.

Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 3. Технология построения структурной модели 1. Определение "концептуальная модель" 2. Базовая технология моделирования строения природного резервуара 3. Стадийность построения геологической модели 4. Технология построения структурной модели пластово-сводовой залежи нефти 5. Технология построения структурной модели с тектоническими нарушениями

лабораторная работа (8 часа(ов)):

Построение структурного каркаса геологической модели месторождения СВН.

Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели

лекционное занятие (6 часа(ов)):

Теме 4. Технология построения фациальной модели 1. Развитие понятия "фация" применительно к теории геологического моделирования 2. Структурно-генетические признаки обстановок осадконакопления 3. Технология построения фациальной модели

лабораторная работа (12 часа(ов)):

Определение границ пластов по данным ГИС. Построение и корректировка структурных поверхностей. Построение трехмерной сетки. Создание фациальной модели.

Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 5. Построение модели начального насыщения 1. Термины, определения, обозначения. Понятие связанной нефти и воды 2. Начальное распределение газа, нефти и воды в пласте 3. Понятие водонефтяного, газонефтяного и газоводяного контактов. Понятие переходной зоны 4. Технология построения начальной модели насыщения разрабатываемых залежей нефти. 5. Опыт Дарси. Закон Дарси движения однородной жидкости в пористых средах. Определяющие уравнения движения жидкости. Граничные условия. Давление жидкости. Пластовое и забойное давления.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение петрофизической модели и модели насыщения. Подсчет запасов.

Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей. Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Освоение программного продукта Tempest. Изучение интерфейса и основных возможностей программного комплекса на модельных объектах.

Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости. 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.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Загрузка исходных данных геологической модели. загрузка истории разработки.

Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 8. 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.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Построение модели насыщения с учетом данных разработки месторождения.

Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 9. 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 нефть- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Изучение влияния относительных фазовых проницаемостей на скорость движения флюида к скважине

Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.

лекционное занятие (4 часа(ов)):

Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики. Понятие разностной схемы. Понятие значения в узле, в ячейке, в полуузле. Точность и сходимость численного решения. Входные и выходные параметры гидродинамической модели при компьютерном моделировании. Решение производственных задач при помощи компьютерного моделирования.

лабораторная работа (6 часа(ов)):

Проектирование разработки месторождения. Анализ полученных результатов и выдача рекомендаций.

4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей 4. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей 5. Состав первичных данных для построения модели 6. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования	7	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Общие сведения о моделировании	7	3-5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Технология построения структурной модели	7	6-9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели	7	10-12	подготовка к тестированию	6	тестирование
5.	Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения	8	1-2	подготовка к устному опросу	14	устный опрос
6.	Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.	8	3-4	подготовка к устному опросу	14	устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости.	8	5-6	подготовка к тестированию	14	тестирование
8.	Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.	8	7-8	подготовка к устному опросу	14	устный опрос
9.	Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.	8	9-10	подготовка к устному опросу	14	устный опрос
10.	Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.	8	11-12	подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа
	Итого				102	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

- лекции: презентации в PowerPoint;
- семинары;
- реферативная работа; контроль знаний: тестирование

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Тема 1. Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей 4. Сравнительная характеристика полномасштабной и оперативной геологических моделей 5. Состав первичных данных для построения модели 6. Методы проверки полноты и достоверности исходных данных и результатов моделирования

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какой отраслевой документ регламентирует правила построения постоянно-действующих моделей. 2. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели

Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие критерии выбора программных средств для моделирования могут быть предложены пользователем в нефтедобывающей организации 2. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании

Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели

устный опрос , примерные вопросы:

1. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели. 2. Какие стадии можно выделять в моделировании (дать краткое описание последовательности).

Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели

тестирование , примерные вопросы:

1. Назначение и область применения фациальной модели 2. Моделирование внутреннего строения пласта 3. Реконструкция обстановок осадконакопления 4. Аллювиальная модель осадконакопления 5. Дельтовая модель осадконакопления 6. Баровая модель осадконакопления

Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие граничные условия существуют при построении карт: а) нефтенасыщенности б) нефтенасыщенной толщины 2. Каким образом используют границу нефть-вода при моделировании. 3. Порядок построения модели водо-нефтяного контакта.

Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какой обязательный набор карт должен присутствовать при переходе от геологической модели к фильтрационной. 2. Что такое модель ствола скважины. Исходные данные. Технология расчёта.

Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости.

тестирование , примерные вопросы:

1. Что отражает эффективный радиус? 2. Может ли меняться эффективный радиус со временем? 3. Что такое скин-фактор? 4. Какие карты и параметры могут быть получены в результате фильтрационного расчета? 5. Что такое адаптация? На основе чего она проводится? 6. Как адаптировать месторождение в целом? 7. Как адаптировать параметр пластовое давление? 8. Как адаптировать долю воды в добываемой продукции? 9. Какие инструменты есть в стандартных пакетах моделирования для адаптации?

Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какой состав базы данных необходим для построения фильтрационной модели. 2. На балансе каких величин строится фильтрационная модель. 3. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.

Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.

устный опрос , примерные вопросы:

1. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели. 2. Какие данные о скважинах должны быть известны для построения фильтрационной модели.

Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.

контрольная работа , примерные вопросы:

1. Оценка структуры запасов нефти по гидродинамической модели 2. Анализ равномерности выработки запасов 3. Подбор объектов и планирование геолого-технических мероприятий 4. Проектирование горизонтальных скважин и боковых стволов

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 8 семестре)

Итоговая форма контроля

зачет и экзамен (в 7 семестре)

Примерные вопросы к :

1. Технология компьютерного моделирования и ее этапы.
2. Примеры математических моделей
3. Внешние и внутренние характеристики математической модели.
4. Уравнения математической модели. Замкнутость модели.
5. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения.
6. Имитационные модели и системы. Имитационные эксперименты.
7. Инструментальные и предметно-ориентированные системы имитационного моделирования.
8. Модель движения материальной точки Аристотеля и Ньютона;
9. Модель Солнечной системы Птолемея, Коперника, Кеплера;
10. Модель движения спутника.
11. Модель движения двух тел.
12. Модель динамики численности биологических популяций;
13. Модель поведения динамической системы, описываемой разностным логистическим уравнением;
14. Модель остывания нагретых тел в атмосфере;
15. Модель колебательных процессов в физике.
16. Модель многоотраслевой экономики Леонтьева;
17. Простейшая демографическая модель.
18. Простейшая модель боевого взаимодействия. Уравнения Ланчестера.
19. Моделирование стохастических систем.
20. Место имитационного моделирования в ряду методов прикладной математики.
21. Учебные компьютерные модели.
22. Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах.

7.1. Основная литература:

Основная литература

Керимов В.Ю., Шилов Г.Я., Поляков Е.Е., Ахияров А.В., Ермолкин В.И., Сысоева Е.Н. Седиментолого-фациальное моделирование при поисках, разведке и добыче скоплений углеводородов / В.Ю. Керимов [и др.]. - М. : вниигеосистем, 2010. - 288 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=347312>

Гриневский С. О. Гидрогеодинамическое моделирование взаимодействия подземных и поверхностных вод: Монография / С.О. Гриневский. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 152 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). (обложка) ISBN 978-5-16-005256-4, 100 экз. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=413174>

Солонина, А. И. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB / А. И. Солонина, С. М. Арбузов. - Спб.: БХВ-Петербург, 2013. - 512 с.: ил. - (Пособие) - ISBN 978-5-9775-0919-0 URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=940365>

7.2. Дополнительная литература:

Дополнительная литература

Лавренов, Сергей Михайлович. Excel : сборник примеров и задач / С. М. Лавренов . -Москва : Финансы и статистика, 2004 . - 336 с.

Савельев, А. А. Пространственный анализ в растровых геоинформационных системах / А.А. Савельев, С.С. Мухарамова, А.Г. Пилюгин - Казань:Изд-во КГУ. - 2007.

Шилов, Г. Я. Сравнительный анализ распределения поровых и пластовых давлений в разрезах нефтегазовых месторождений Ямальского региона [Электронный ресурс] / Г. Я. Шилов // Газовая промышленность, 2010. - №9. - С. 24 - 27. - Режим доступа: URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=433369>

7.3. Интернет-ресурсы:

Emerson Process Management - www.ROXAR.com

Моделирование разработки нефтяных месторождений - www.history-matching.ru

Научная библиотека МГУ - www.lib.msu.su

РГУ Нефти и Газа - www.GUBKIN.ru

Российская государственная библиотека - www.rsl.ru

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Основы компьютерного моделирования и проектирования высоковязких нефтей и природных битумов" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Компьютерный класс, представляющий собой рабочее место преподавателя и не менее 15 рабочих мест студентов, включающих компьютерный стол, стул, персональный компьютер, лицензионное программное обеспечение. Каждый компьютер имеет широкополосный доступ в сеть Интернет. Все компьютеры подключены к корпоративной компьютерной сети КФУ и находятся в едином домене.

При освоении дисциплины необходимы мультимедийные аудитории для проведения лекций и лабораторных работ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 21.03.01 "Нефтегазовое дело" и профилю подготовки не предусмотрено .

Автор(ы):

Осипов Э.В. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Кемалов А.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.