

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



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Проф. Таюрский Д.А.

_____ 20__ г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Математическое моделирование в процессах освоения углеводородного сырья Б1.Б.2

Направление подготовки: 21.04.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: Освоение высоковязкой нефти и природных битумов

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Автор(ы):

Абдрафикова И.М., Гладий Е.А.

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 319016

Казань
2017

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) старший преподаватель, б/с Абдрафикова И.М. Кафедра высоковязких нефтей и природных битумов Институт геологии и нефтегазовых технологий, IMAbdrafikova@kpfu.ru; Гладий Е.А.

1. Цели освоения дисциплины

1. изучение базовых понятий и объектов математического моделирования в задачах нефтегазовой отрасли;
2. освоение основных приемов решения практических задач по темам дисциплины;
3. развитие четкого логического мышления.

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.2 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.04.01 Нефтегазовое дело и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе, 1, 2 семестры.

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.5 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.04.01 Нефтегазовое дело и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 2 семестр. Дисциплина "Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли" относится к базовой части общенаучного цикла дисциплин

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

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности
ОПК-4 (профессиональные компетенции)	разрабатывать научно-техническую, проектную и служебную документацию, оформлять научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований
ПК-1 (профессиональные компетенции)	оценивать перспективы и возможности использования достижений научно-технического прогресса в инновационном развитии отрасли, предлагать способы их реализации
ПК-3 (профессиональные компетенции)	планировать и проводить аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать данные и делать выводы
ПК-4 (профессиональные компетенции)	использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов
ПК-5 (профессиональные компетенции)	проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

- основные понятия задач нефтегазовой отрасли
- основные принципы математического моделирования процессов в пласте
- 2. должен уметь:
 - применять полученные знания, навыки и умения в последующей профессиональной деятельности
- 3. должен владеть:
 - навыками постановки задач подземной механики жидкостей и газов;
 - навыками решения научно-исследовательских и прикладных задач нефтегазодобычи
- 4. должен демонстрировать способность и готовность:
 - готовность проявлять инициативу, в том числе в ситуациях риска;
- способность:
 - 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;
 - формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и практической деятельности;
 - использовать на практике знания, умения и навыки в организации исследовательских, проектных и конструкторских работ, в управлении коллективом;
 - изменять научный и научно-производственный профиль своей профессиональной деятельности; научно-исследовательская деятельность (НИД):
 - использовать методологию научных исследований в профессиональной деятельности;
 - использовать профессиональные программные комплексы в области математического моделирования технологических процессов и объектов;
 - проводить анализ и систематизацию научно-технической информации по теме исследования, осуществлять выбор методик и средств решения задачи, проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых разработок;
 - применять полученные знания для разработки и реализации проектов, различных процессов производственной деятельности;
 - применять методологию проектирования;
 - использовать автоматизированные системы проектирования;
 - осуществлять расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых аппаратов, конструкций, технологических процессов;
 - разрабатывать оперативные планы проведения всех видов деятельности, связанной с исследованием, разработкой, проектированием, конструированием, реализацией и управлением технологическими процессами и производствами в области добычи, транспорта и хранения углеводородов; производственно-технологическая деятельность (ПТД):
 - применять инновационные методы для решения производственных задач;
 - конструировать и разрабатывать новые инновационные технологические процессы и оборудование нефтегазодобычи и транспорта нефти и газа;
 - анализировать возможные инновационные риски при внедрении новых технологий, оборудования, систем;
 - применять полученные знания для разработки проектных решений по управлению качеством в нефтегазовом производстве

4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины отсутствует в 1 семестре; зачет во 2 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. Основные понятия и характеристики пласта	1	1	3	0	0	Устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Модель пласта.	1	2-4	3	0	2	Устный опрос
3.	Тема 3. Тема 3. Обобщения закона Дарси	1	5-8	0	0	4	Контрольная работа
4.	Тема 4. Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации	1	9-13	0	0	5	Контрольная работа
5.	Тема 5. Тема 5. Одномерные установившиеся потoki несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте	1	14-19	0	0	5	Устный опрос
6.	Тема 6. Тема 6. Одномерные установившиеся потoki газа в недеформируемом однородном изотропном пласте.	2	1-5	2	0	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации	2	6-12	1	0	5	Контрольная работа

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
8.	Тема 8. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси	2	13-19	1	0	5	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	Зачет
	Итого			10	0	30	

4.2 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и характеристики пласта

лекционное занятие (3 часа(ов)):

рассматриваются такие основные понятия как проницаемость, пористость, мощность пласта, нефте-, газо-, водо-насыщенность и др. Материал представляется в виде презентации.

Тема 2. Модель пласта.

лекционное занятие (3 часа(ов)):

Типы моделей пласта (детерминированные, вероятностно-статистические, физические модели). Структурные модели пористых сред. Опыт и закон Дарси, уравнение движения фильтрующейся жидкости.

лабораторная работа (2 часа(ов)):

Решение задач на определение пористости, коэффициента пористости, проницаемости, коэффициента проницаемости, коэффициента фильтрации, коэффициента просветности, удельной поверхности.

Тема 3. Обобщения закона Дарси

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Границы применимости закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса. Нелинейные законы фильтрации. Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Расчет задач на выполнимость закона Дарси

Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации

лабораторная работа (5 часа(ов)):

Принципы моделирования процессов фильтрации нефти, газа и воды. Понятие о режимах нефтегазоводоносных пластов. Постановка краевых задач подземной механики жидкостей и газов. Закон сохранения массы. Уравнение движения ? закон Дарси. Формулировка закона сохранения массы в пористой среде ? уравнения неразрывности, модели фильтрации вязкой несжимаемой жидкости в недеформируемом изотропном пласте, математической модели фильтрации сжимаемой жидкости (газа) в недеформируемой изотропной пористой среде, функции Лейбензона, математической модели неустановившейся фильтрации газа, математической модели установившейся фильтрации газа.

Тема 5. Одномерные установившиеся потоки несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте

лабораторная работа (5 часа(ов)):

Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток ? приток жидкости к галерее.
 Плоскорадиальный фильтрационный поток ? приток жидкости к центральной скважине в круговом пласте. Радиально-сферический фильтрационный поток ? приток жидкости к полусфере, вскрывшей кровлю пласта. Решение задач на определение скорости фильтрации, истинной средней скорости движения флюидов, коэффициентов пористости, фильтрации, просветности, проницаемости для одномерных установившихся потоков несжимаемой жидкости

Тема 6. Тема 6. Одномерные установившиеся потоки газа в недеформируемом однородном изотропном пласте.

лекционное занятие (2 часа(ов)):

Одномерные установившиеся потоки газа в недеформируемом однородном изотропном пласте. Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и сжимаемого флюида. Уравнения состояния упругой жидкости, совершенного и реального газов.

лабораторная работа (4 часа(ов)):

Расчет фильтрационных характеристик одномерных потоков при течении сжимаемого флюида.

Тема 7. Тема 7. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тема 2. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа по двучленному закону фильтрации.

лабораторная работа (5 часа(ов)):

Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа по степенному закону фильтрации. Плоскорадиальный фильтрационный поток вязкопластичной жидкости.

Тема 8. Тема 8. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси

лекционное занятие (1 часа(ов)):

Тема 3. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси. Классификация типов неоднородности пластов.

лабораторная работа (5 часа(ов)):

Прямолинейно-параллельный поток в неоднородных пластах. Плоскорадиальный поток в неоднородных пластах. Приток к несовершенным скважинам.

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. Тема 1. Основные понятия и характеристики пласта	1	1	подготовка к устному опросу	1	устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Модель пласта.	1	2-4	подготовка к устному опросу подготовка к устному опросу	2	устный опрос
3.	Тема 3. Тема 3. Обобщения закона Дарси	1	5-8	подготовка к контрольной работе	3	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации	1	9-13	подготовка к контрольной работе	4	контрольная работа
5.	Тема 5. Тема 5. Одномерные установившиеся потоки несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте	1	14-19	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
6.	Тема 6. Тема 6. Одномерные установившиеся потоки газа в недеформируемом однородном изотропном пласте.	2	1-5	подготовка к устному опросу	16	устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации	2	6-12	подготовка к контрольной работе	19	контрольная работа
8.	Тема 8. Тема 8. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси	2	13-19	подготовка к контрольной работе	19	контрольная работа
	Итого				68	

5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

Интерактивные методы обучения. Чтение лекций осуществляется с применением интерактивных средств (презентация в Microsoft PowerPoint), проведение расчетных лабораторных работ, контрольных работ, подготовка к участию в конференции, самостоятельная работа студентов по темам и разделам дисциплины. Большая часть материала изучается самостоятельно. Семинары проводятся в диалоговом режиме, и являются основой корректировки индивидуальных учебных планов магистра, разбор конкретных ситуаций, групповые дискуссии, результаты работы студенческих исследовательских групп, вузовские и межвузовские интерактивные конференции и вебинары, встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов. Электронный образовательный ресурс, монографии, научные статьи, учебные пособия, методические указания. Коллоквиум, письменная работа, тестирование, презентация, опрос, семинары в диалоговом режиме.

- изучение теоретического лекционного материала

- проработка и усвоение теоретического материала (основная и дополнительная литература)
 - работа с рекомендуемыми методическими материалами (методическими указаниями, учебными пособиями, раздаточным материалом)
 - выполнение заданий по пройденным темам
 - подготовка к зачету
- (перечисляются все виды работ, выполняемые студентом самостоятельно в рамках изучения данной дисциплины)

По результатам осуществления СРС применяются следующие виды контроля:

- текущий контроль (в т. ч. опросы во время семинарских, лабораторных занятий, коллоквиумов, проведение контрольных работ, прием),
- Включение вопросов, выносимых на СРС в экзаменационные билеты,
- прием зачета

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

Тема 1. Тема 1. Основные понятия и характеристики пласта

устный опрос, примерные вопросы:

устный опрос, примерные вопросы: Какова размерность коэффициента фильтрации? В чем различие между пористостью и просветностью? Какая пористая среда называется ортотропной и чем она отличается от трансверсально-изотропной?

Тема 2. Тема 2. Модель пласта.

устный опрос, примерные вопросы:

письменная работа, примерные вопросы: 1. Модели пласта. Модель непоршневого вытеснения для однородного пласта 2. Неоднородность коллекторов устный опрос, примерные вопросы: Опыт Дарси, емкостные и фильтрационные характеристики пористой среды, проницаемость, скорость фильтрации, закон Дарси, структурные модели пористых сред

Тема 3. Тема 3. Обобщения закона Дарси

контрольная работа, примерные вопросы:

контрольная работа, примерные вопросы: Типовой пример контрольной работы: Задача 1. Определить удельную поверхность фиктивного грунта, пористость которого $\tau = 0,25$, а диаметр шаров равен 0,2 мм. Задача 2. Найти число шаров в 1 м³ грунта для условий задачи 1. Задача 3. Через два одинаковых образца породы одного и того же пористого материала длиной 5 см и диаметром 2,52 см фильтровали пресную воду с плотностью 1000 кг/м³ и вязкостью 1 сП и соленую воду с плотностью 1100 кг/м³ и вязкостью 1,1 сП при перепаде давления, равном 500 мм. рт. ст. Расходы, измеренные для обоих случаев, оказались равными 2 см³/мин и 0,12 см³/мин соответственно. Найти коэффициенты проницаемости для обоих случаев. Задача 4. Сделать вывод о наличии глинистых частиц в породе. Указание. Глинистые частицы в воде разбухают, причем в минерализованной воде в меньшей степени, чем в пресной. Поэтому при фильтрации пресной воды в пористой среде с глинистыми частицами проницаемость будет меньше, чем при фильтрации минерализованной воды. Задача 5. Определить радиус призабойной зоны гкр, в которой нарушается закон Дарси, если известно, что массовый дебит скважины равен 1400 т/сут, толщина пласта 10 м, коэффициент проницаемости равен 0,6 Дарси, коэффициент пористости $\tau = 0,19$, динамический коэффициент вязкости $\mu = 1,4 \cdot 10^{-5}$ кг/(м²с), плотность флюида равна 0,7 г/см³. При решении использовать формулу Котяхова-Требина, критическое значение числа Рейнольдса принять равным 1. и тестовые задания: письменная работа, примерные вопросы: Какая формула для нелинейной фильтрации, степенная или Форхгеймера, является более универсальной и почему? В чем отличие между формулами для фильтрационного числа Рейнольдса Н.Н. Павловского и М.Д. Миллионщикова?

Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации

контрольная работа, примерные вопросы:

контрольная работа, примерные вопросы: Типовой пример контрольной работы: Задача 1. Сравнить время движения ?меченой частицы? от контура питания до забоя скважины (галереи) для случаев прямолинейно-параллельной, плоскорадиальной фильтрации. Расстояния от контура питания до забоя скважины (галереи) равны, равны также давления на контуре питания и забое скважины (галереи), пористости и проницаемости. Задача 2. Определить функцию распределения давления и найти модуль градиента давления при прямолинейно-параллельной фильтрации в пласте несжимаемой жидкости по закону Дарси. Использовать следующие данные: длина пласта 5 км, толщина пласта 10 м, ширина галереи 300 м. Коэффициент проницаемости пласта 0,8 Дарси, давление на галерее 2,94 МПа, динамический коэффициент вязкости жидкости 4 сП, дебит галереи 30 м³/сутки. устный опрос, примерные вопросы:- Сформулируйте основные цели: А. Физического моделирования. Б. Математического моделирования. - В чем состоит идея аналогового моделирования? - Какие уравнения составляют полную систему уравнений, задающую математическую модель физического процесса? - В каких случаях используют численную реализацию математических моделей? - Перечислите основные режимы нефтегазоводоносных пластов. - Запишите уравнение неразрывности в общем виде. Каков физический смысл уравнения неразрывности? - Запишите закон сохранения массы в интегральной формулировке. Какой физический смысл имеют интеграл по объему и интеграл по поверхности? - Какому закону сохранения соответствует закон Дарси? - Как определяется функция Лейбензона и в чем состоит смысл ее введения? - Какой вид имеют функции Лейбензона для несжимаемой и для сжимаемой жидкости? Как записываются уравнения неразрывности для трубки тока, в случае сжимаемой и несжимаемой жидкости? В чем заключается различие между этими формулами? Запишите полные системы уравнений (математические модели) для решения задач о фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкости. В чем состоит отличие?

Тема 5. Одномерные установившиеся потоки несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте

устный опрос, примерные вопросы:

устный опрос, примерные вопросы: Сформулируйте основные цели: А. Физического моделирования. Б. Математического моделирования. В чем состоит идея аналогового моделирования? Какие уравнения составляют полную систему уравнений, задающую математическую модель физического процесса? В каких случаях используют численную реализацию математических моделей? Перечислите основные режимы нефтегазоводоносных пластов. Запишите уравнение неразрывности в общем виде. Каков физический смысл уравнения неразрывности? Запишите закон сохранения массы в интегральной формулировке. Какой физический смысл имеют интеграл по объему и интеграл по поверхности? Какому закону сохранения соответствует закон Дарси? Как определяется функция Лейбензона и в чем состоит смысл ее введения? Какой вид имеют функции Лейбензона для несжимаемой и для сжимаемой жидкости? Как записываются уравнения неразрывности для трубки тока, в случае сжимаемой и несжимаемой жидкости? В чем заключается различие между этими формулами? Запишите полные системы уравнений (математические модели) для решения задач о фильтрации несжимаемой и сжимаемой жидкости. В чем состоит отличие? От какого параметра не зависит коэффициент продуктивности пласта? Как изменяется число Рейнольдса при фильтрации несжимаемой жидкости к скважине? Время прохождения ?меченой частицы? через пласт, рассчитанное по скорости фильтрации оказалось в 4 раза больше, чем измеренное. Чему равна просветность пласта?

Тема 6. Одномерные установившиеся потоки газа в недеформируемом однородном изотропном пласте.

устный опрос, примерные вопросы:

Примерные вопросы к зачету: -Фильтрация флюидов в пористых средах. -Емкостные и фильтрационные характеристики пористой среды (пористость, полная пористость, открытая пористость, закрытая пористость, просветность или поверхностная пористость, удельная поверхность порового пространства) -Опыт Дарси. Проницаемость. Скорость фильтрации. -Закон Дарси. -Структурные модели пористых сред. Фиктивный грунт. Идеальный грунт. Значения пористости, просветности, удельной поверхности для идеального грунта. Потери напора по длине. -Структурные модели пористых сред. Фиктивный грунт. Идеальный грунт. Уравнение движения фильтрующейся жидкости. Диаметр капилляра одномерной, трехмерной модели идеального грунта. -Границы применимости закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса. -Нелинейные законы фильтрации. Двучленный закон Форхгеймера. Степенной закон фильтрации (формула Краснопольского).- Нелинейные законы фильтрации. Графики зависимости фильтрации от градиента давления (для закона Дарси и для фильтрации с отклонением от закона Дарси при малых скоростях фильтрации). Фильтрация неньютоновской жидкости с предельным (начальным) градиентом. -Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Тензор коэффициентов проницаемости. Направленная проницаемость. Тензор коэффициентов фильтрационного сопротивления. -Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Фильтрационное сопротивление в выбранном направлении. Фильтрационное сопротивление в случае выполнения закона Дарси. -Уравнение движения - закон Дарси. Математическая модель установившейся фильтрации газа. Математическая модель неустановившейся фильтрации газа. -Уравнение движения - закон Дарси. Функция Лейбензона. Математическая модель фильтрации вязкой сжимаемой жидкости (газа) в недеформируемом изотропном пласте. -Уравнение движения - закон Дарси. Математическая модель фильтрации вязкой несжимаемой жидкости в недеформируемом изотропном пласте. Система законов сохранения для изотермической фильтрации. -Закон сохранения массы. Дифференциальная формулировка (уравнение неразрывности). Интегральная формулировка. -Классификация режимов нефтегазовых пластов. Основные режимы разработки месторождений. Факторы, влияющие на поведение нефтегазоводоносного месторождения. -Режимы нефтегазоводоносных пластов. Влияние условий, сложившихся на границах пласта при формировании фильтрационных потоков. Основные характеристики системы "пласт-флюид" (сжимаемость, упругость). - Основные цели моделирования. Аналогия между электрическим током и фильтрацией. Аналоговое моделирование. Численная реализация математических моделей. -Основные цели моделирования. Постановка математической задачи при математическом моделировании физических процессов. Метод физического моделирования. -Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток. Математическая модель. Формула распределения давления в пласте. -Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток. Коэффициент продуктивности. Формула для времени движения "меченой частицы" в пласте от контура питания до галереи. Средневзвешенное пластовое давление. -Плоскорадиальный фильтрационный поток. Система уравнений в безындексной форме в общем виде. Упрощенная система уравнений. Формулы для распределения давления в пласте. -Плоскорадиальный фильтрационный поток. Время движения "меченой частицы" в пласте. Средневзвешенное по поровому пространству давление. -Радиально-сферический фильтрационный поток. Система уравнений в безындексной форме (в общем виде и упрощенная). Формула для распределения давления. -Радиально-сферический фильтрационный поток. Время движения "меченой частицы" в пласте.

Тема 7. Тема 7. Плоскорадиальный фильтрационный поток несжимаемой жидкости и газа при нелинейных законах фильтрации

контрольная работа , примерные вопросы:

Плоские установившиеся фильтрационные потоки. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси. Классификация типов неоднородности.

Тема 8. Тема 8. Одномерные фильтрационные потоки несжимаемой жидкости и газа в неоднородных пластах по закону Дарси

контрольная работа , примерные вопросы:

Одномерные установившиеся потоки газа в недеформируемом однородном изотропном пласте. Аналогия между фильтрацией несжимаемой жидкости и сжимаемого флюида.

Тема . Итоговая форма контроля

Примерные вопросы к зачету:

Примерные вопросы к зачету:

-Фильтрация флюидов в пористых средах.

-Емкостные и фильтрационные характеристики пористой среды (пористость, полная пористость, открытая пористость, закрытая пористость, просветность или поверхностная пористость, удельная поверхность порового пространства)

-Опыт Дарси. Проницаемость. Скорость фильтрации.

-Закон Дарси.

-Структурные модели пористых сред. Фиктивный грунт. Идеальный грунт. Значения пористости, просветности, удельной поверхности для идеального грунта. Потери напора по длине.

-Структурные модели пористых сред. Фиктивный грунт. Идеальный грунт. Уравнение движения фильтрующейся жидкости. Диаметр капилляра одномерной, трехмерной модели идеального грунта.

-Границы применимости закона Дарси. Фильтрационное число Рейнольдса.

-Нелинейные законы фильтрации. Двучленный закон Форхгеймера. Степенной закон фильтрации (формула Краснопольского).- Нелинейные законы фильтрации. Графики зависимости фильтрации от градиента давления

(для закона Дарси и для фильтрации с отклонением от закона Дарси при малых скоростях фильтрации). Фильтрация неньютоновской жидкости с предельным (начальным) градиентом.

-Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Тензор коэффициентов проницаемости.

Направленная проницаемость. Тензор коэффициентов фильтрационного сопротивления.

-Закон Дарси для анизотропных пористых сред. Фильтрационное сопротивление в выбранном направлении. Фильтрационное сопротивление в случае выполнения закона Дарси.

-Уравнение движения - закон Дарси. Математическая модель установившейся фильтрации газа. Математическая модель неустановившейся фильтрации газа.

-Уравнение движения - закон Дарси. Функция Лейбензона. Математическая модель фильтрации вязкой сжимаемой жидкости (газа) в недеформируемом изотропном пласте.

-Уравнение движения - закон Дарси. Математическая модель фильтрации вязкой несжимаемой жидкости в недеформируемом изотропном пласте. Система законов сохранения

для изотермической фильтрации.

-Закон сохранения массы. Дифференциальная формулировка (уравнение неразрывности). Интегральная формулировка.

-Классификация режимов нефтегазовых пластов. Основные режимы разработки месторождений. Факторы, влияющие на поведение нефтегазоводоносного месторождения.

-Режимы нефтегазоводоносных пластов. Влияние условий, сложившихся на границах пласта при формировании фильтрационных потоков. Основные характеристики системы "пласт-флюид" (сжимаемость, упругость).

- Основные цели моделирования. Аналогия между электрическим током и фильтрацией. Аналоговое моделирование. Численная реализация математических моделей.

-Основные цели моделирования. Постановка математической задачи при математическом моделировании физических процессов. Метод физического моделирования.

-Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток. Математическая модель. Формула распределения давления в пласте.

-Прямолинейно-параллельный фильтрационный поток. Коэффициент продуктивности.

Формула для времени движения "меченой частицы" в пласте от контура питания до галереи.

Средневзвешенное пластовое давление.

-Плоскорадиальный фильтрационный поток. Система уравнений в безындексной форме в общем виде. Упрощенная система уравнений. Формулы для распределения давления в пласте.

-Плоскорадиальный фильтрационный поток. Время движения "меченой частицы" в пласте.

Средневзвешенное по поровому пространству давление.

-Радиально-сферический фильтрационный поток. Система уравнений в безындексной форме (в общем виде и упрощенная). Формула для распределения давления.

-Радиально-сферический фильтрационный поток. Время движения "меченой частицы" в пласте.

7.1. Основная литература:

1. Компьютерная оценка воздействия на окружающую среду магистральных трубопроводов:

Учебное пособие / В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 449 с.: 60x88 1/16.

-(Высшее образование). (обложка) ISBN 978-5-16-003819-3, 300

экз.//<http://znanium.com//bookread.php?book=183949>

2. 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. : ил.

ISBN978-5-8481-0050-1//<http://znanium.com//bookread.phpbook=347312>

3. Бахтин, Анатолий Иосифович. Статистические методы в геологии: учебное пособие по

курсу "Математические методы в геологии" / А. И. Бахтин, Е. М. Нуриева; Казан. федер.

ун-т. Казань: [Казанский университет], 2013. - 139, [1] с.: ил.; 21.-Библиогр.: с. 138 (18 назв.), 100. -

7.2. Дополнительная литература:

Геологические основы компьютерного моделирования нефтяных месторождений, Булыгин, Дмитрий Владимирович; Ганиев, Радик Рафкатович, 2011г.

1. Нефтяной комплекс России: государство, бизнес, инновации: Монография / И.В. Рогожа.

-М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 244 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). (обложка)

ISBN978-5-16-004753-9, 100 экз.//<http://znanium.com/bookread.phpbook=371922>

2. Нефтяной комплекс России: государство, бизнес, инновации: Монография / И.В. Рогожа.

-М.: ИНФРА-М, 2010. - 244 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). (обложка) ISBN

978-5-16-004753-9, 300 экз.//<http://znanium.com/bookread.php?book=219676>

3. Имитационное моделирование: Учебное пособие / Н.Б. Кобелев, В.А. Половников,

В.В. Девятков. - М.: КУРС: НИЦ Инфра-М, 2013. - 368 с.: 70x100 1/16. (переплет) ISBN

978-5-905554-17-9, 1000 экз. <http://znanium.com/bookread.php?book=361397>

7.3. Интернет-ресурсы:

Bookmate электронная библиотека - <http://www.bookmate.com/>

dissercat электронная библиотека диссертаций - <http://www.dissercat.com/>

Scifinder - информационно-поисковая система - <https://scifinder.cas.org/downtime.html>

Издания для предприятий нефтегазового комплекса - <http://vk.com/public41898633>

Научная электронная библиотека elibrary - elibrary.ru

Электронная библиотека - <http://www.twirpx.com/>

Электронная библиотека Флибуста - proxy.flibusta.net

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Математическое моделирование в процессах освоения углеводородного сырья" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "БиблиоРоссика", доступ к которой предоставлен студентам. В ЭБС "БиблиоРоссика" представлены коллекции актуальной научной и учебной литературы по гуманитарным наукам, включающие в себя публикации ведущих российских издательств гуманитарной литературы, издания на английском языке ведущих американских и европейских издательств, а также редкие и малотиражные издания российских региональных вузов. ЭБС "БиблиоРоссика" обеспечивает широкий законный доступ к необходимым для образовательного процесса изданиям с использованием инновационных технологий и соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Мультимедийный проектор, плакаты, компьютерный класс с выходом в Интернет.

Проводятся лекции и практические занятия. Большая часть материала изучается самостоятельно. Чтение лекций, с применением интерактивных средств (презентация в Microsoft PowerPoint), проведение практических занятий, контрольных работ, подготовка к участию в конференции, самостоятельная работа студентов по темам и разделам дисциплины.

Для обучающихся обеспечена возможность оперативного обмена информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями, обеспечен доступ к требуемым для формирования профессиональных компетенций современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам. Кафедра ВВН и ПБ, реализующая основные образовательные программы специалистов, бакалавриата и магистратуры, располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работы обучающихся, предусмотренных учебным планом вуза. Эта база соответствует действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, в том числе обеспечены доступ к полиграфическому и упаковочному оборудованию и наличие материалов ведущих мировых производителей.

Минимально необходимый для реализации магистерской программы перечень материально-технического обеспечения включает в себя: учебные лаборатории и аудитории вуза, оснащенные современным оборудованием и стендами, позволяющими выполнять лабораторные практикумы; современные компьютеры, объединенными локальными вычислительными сетями с выходом в Интернет; измерительные средства ведущих фирм. Исходя из ООП вуза, каждая дисциплина поддержана соответствующими лицензионными программными продуктами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 21.04.01 "Нефтегазовое дело" и магистерской программе Освоение высоковязкой нефти и природных битумов .

Автор(ы):

Абдрафикова И.М. _____

Гладий Е.А. _____

"__" _____ 201__ г.

Рецензент(ы):

Кемалов А.Ф. _____

"__" _____ 201__ г.