

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. Гаюровский

ДЕПАРТАМЕНТ  
ОБРАЗОВАНИЯ  
(ДО КФУ)

» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

### Программа дисциплины

Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле Б1.В.ОД.11

Направление подготовки: 21.03.01 - Нефтегазовое дело

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ганиев Р.Р.

**Рецензент(ы):**

Кальчева А.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Успенский Б. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 327518

Казань  
2018

## 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) Ганиев Р.Р. , Radik.Ganiev@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.ОД.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 21.03.01 Нефтегазовое дело и относится к обязательным дисциплинам. Осваивается на 4 курсе, 7 семестр.

Дисциплина М2.В.1 "Компьютерное моделирование нефтяных и газовых месторождений" входит в вариативную часть профессионального цикла магистратуры по направлению подготовки 020700 "Геология" и изучается на 1 курсе во 2 семестре, на 2 курсе в 3 семестре.

### 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 3 зачетных(ые) единиц(ы) 108 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет в 7 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. Виды и технология построения геологических моделей	7	1-2	2	0	2	Устный опрос
2.	Тема 2. Общие сведения о моделировании	7	3-5	2	0	2	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	
3.	Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели	7	6-9	4	0	4	Устный опрос
4.	Тема 4. Теме 4. Технология построения фациальной модели	7	10-12	4	0	4	Тестирование
5.	Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения	7	1-2	4	0	4	Устный опрос
6.	Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.	7	3-4	4	0	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.	7	5-6	4	0	4	Тестирование
8.	Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.	7	7-8	4	0	4	Устный опрос
9.	Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.	7	9-10	2	0	2	Устный опрос
10.	Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.	7	11-12	2	0	2	Контрольная работа
	Тема . Итоговая форма контроля	7		0	0	0	Зачет
	Итого			32	0	32	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Тема 1. Виды и технология построения геологических моделей  
лекционное занятие (2 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 (2 часа(ов)):**

**Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании**

**лекционное занятие (2 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 (2 часа(ов)):**

**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-сводовых залежи нефти 5. Технология построения структурной модели с тектоническими нарушениями

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

**Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели**

**лекционное занятие (4 часа(ов)):**

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

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

**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 (4 часа(ов)):**

**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 (4 часа(ов)):**

**Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.**

**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 (4 часа(ов)):**

**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 (4 часа(ов)):****Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.****лекционное занятие (2 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 нефти- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.

**лабораторная работа (2 часа(ов)):****Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.****лекционное занятие (2 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 (2 часа(ов)):****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. Виды и технология построения геологических моделей	7	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
2.	Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании	7	3-5	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
3.	Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели	7	6-9	подготовка к устному опросу	4	устный опрос
4.	Тема 4. Теме 4. Технология построения фациальной модели	7	10-12	подготовка к тестированию	4	тестирование
5.	Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения	7	1-2	подготовка к устному опросу	4	устный опрос

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
6.	Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей.	7	3-4	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
7.	Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.	7	5-6	подготовка к тестированию	4	Тестирование
8.	Тема 8. Тема 8. Учет сжимаемости пород и пластовых жидкостей в гидродинамической модели.	7	7-8	подготовка к устному опросу	4	Устный опрос
9.	Тема 9. Тема 9. Двухфазное течение жидкостей в водонефтяном пласте.	7	9-10	подготовка к устному опросу	6	Устный опрос
10.	Тема 10. Тема 10. Основы компьютерного (численного) решения задач подземной гидромеханики.	7	11-12	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
	Итого				44	

### 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

устный опрос , примерные вопросы:

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

#### Тема 2. Тема 2. Общие сведения о моделировании

устный опрос , примерные вопросы:

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

### **Тема 3. Тема 3. Технология построения структурной модели**

устный опрос , примерные вопросы:

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-сводовых залежей нефти 5. Технология построения структурной модели с тектоническими нарушениями

### **Тема 4. Тема 4. Технология построения фациальной модели**

тестирование , примерные вопросы:

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

### **Тема 5. Тема 5. Построение модели начального насыщения**

устный опрос , примерные вопросы:

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.

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

Устный опрос , примерные вопросы:

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

### **Тема 7. Тема 7. Одномерное движение однородной жидкости. Влияние сил тяжести.**

Тестирование , примерные вопросы:

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.

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

Устный опрос , примерные вопросы:

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.

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

Устный опрос , примерные вопросы:

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.

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

Контрольная работа , примерные вопросы:

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. 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.

### **Итоговая форма контроля**

зачет

Примерные вопросы к зачету:

1. Какой состав базы данных необходим для построения геологической модели
2. С какой целью используются данные сейсморазведки при моделировании
3. В каком виде используются данные сейсморазведки на этапе построения структурной модели.
4. Какие карты должны быть построены для фильтрационной модели.
5. Какие свойства флюидов должны быть известны для построения фильтрационной модели.

Самостоятельная работа студентов состоит из:

Построение схемы корреляции.

Палеотектонический анализ (методы палеотектонического анализа).

Построение карт распределенных геологических и геофизических параметров для слоев.

### **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 и MATLAB:Пособие-СПб:БХВ-Петербург,2013.-512 с.

... А. И., Арбузов С. М. Цифровая обработка сигналов. Моделирование в MATLAB. ? СПб.: БХВ-Петербург ... URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=940365>

### **7.2. Дополнительная литература:**

Дополнительная литература

Кильдишов В. Д. Использование приложения MS Excel для моделирования различных задач: Практическое руководство / Кильдишов В.Д. - М.:СОЛОН-Пр., 2015. - 156 с.: ISBN 978-5-91359-145-6 <http://znanium.com/bookread2.php?book=902226>

Савельев, А. А. Пространственный анализ в растровых геоинформационных системах / Савельев, А. А.;Мухарамова, С. С.;Пилюгин, А. Г., 2007г., экз. 50

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](http://www.ROXAR.com)

Моделирование разработки нефтяных месторождений - [www.history-matching.ru](http://www.history-matching.ru)

Научная библиотека МГУ - [www.lib.msu.su](http://www.lib.msu.su)

РГУ Нефти и Газа - [www.GUBKIN.ru](http://www.GUBKIN.ru)

Российская государственная библиотека - [www.rsl.ru](http://www.rsl.ru)

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Освоение дисциплины "Компьютерное моделирование в нефтегазовом деле" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

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):

Ганиев Р.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кальчева А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.