

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. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**

Компьютерное моделирование нефтяных и газовых месторождений М2.В.1

Направление подготовки: 020700.68 - Геология

Профиль подготовки: Геология и геохимия нефти и газа

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Ганиев Р.Р.

**Рецензент(ы):**

Кальчева А.В.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:

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

Учебно-методическая комиссия Института геологии и нефтегазовых технологий:

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

Регистрационный No

Казань  
2014

## 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 " М2.В.1 Профессиональный" основной образовательной программы 020700.68 Геология и относится к вариативной части. Осваивается на 1, 2 курсах, 2, 3 семестры.

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:

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.

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

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

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

Форма промежуточного контроля дисциплины зачет во 2 семестре; экзамен в 3 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 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	2	1-2	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Общие сведения о моделировании 1. Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти в Казанском государственном университете 2. Понятие концептуального пространства модели	2	3-5	0	0	0	
3.	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	2	6-9	0	0	0	
4.	Тема 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	2	10-12	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
5.	Тема 5. 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.	2	13-1610-12	0	0	0	
6.	Тема 6. Тема 6. Введение. Механические и гидродинамические свойства пористых сред и пластовых жидкостей. Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса	3	1-2	0	0	0	

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
7.	Тема 7. 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.	3	3-4	0	0	0	
8.	Тема 8. 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.	3	5-6	0	0	0	

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. Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз. Обобщенный закон Дарси для двухфазного течения. Функции относительных фазовых проницаемостей. Функции Баклея-Левретта и приведенной вязкости смеси. Гистерезис процесса вытеснения нефти водой (понятие). Остаточные нефте- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.	3	7-8	0	0	0	



N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
10.	Тема 10. 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.	3	9-10	0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. 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 1. Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти в Казанском государственном университете 2. Понятие концептуального пространства модели**

**Тема 3. 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**

**Тема 4. Тема 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**

**Тема 5. 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 газовойодяного 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. Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса**

**Тема 7. 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. 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. 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-Левверетта и приведенной вязкости смеси. Гистерезис процесса вытеснения нефти водой (понятие). Остаточные нефте- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.**

**Тема 10. 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.**

## **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 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 1. Развитие технологии моделирования разработки залежей нефти в Казанском государственном университете 2. Понятие концептуального пространства модели**

**Тема 3. 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**

**Тема 4. Тема 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**

**Тема 5. 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 газовой контактах. 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. Основные параметры. Взаимосвязь между параметрами системы и процесса**

**Тема 7. 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. 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. Основные понятия. Распределение фаз в поровом пространстве. Капиллярное давление и его влияние на движение и перераспределение фаз. Обобщенный закон Дарси для двухфазного течения. Функции относительных фазовых проницаемостей. Функции Баклея-Левретта и приведенной вязкости смеси. Гистерезис процесса вытеснения нефти водой (понятие). Остаточные нефте- и водонасыщенности. Определяющее уравнение для водонасыщенности. Основные свойства его решения.**

**Тема 10. 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.**

**Тема . Итоговая форма контроля**

**Тема . Итоговая форма контроля**

Примерные вопросы к зачету и экзамену:

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:

1. Ганиев Р.Р. "Основы компьютерного моделирования нефтяных месторождений", книга 1 изд-во Казанского Государственного университета, Казань, 2007-2009 г.
2. Булыгин В.Я. Булыгин Д.В. Имитация разработки нефтяной залежи. М.: Недра, 1990.
3. Булыгин Д.В., Ганиев Р.Р. Геологические основы моделирования нефтяных месторождений.-Казань:Изд-во Казанского университета, 2011.360с.
4. Булыгин Д.В., Фахретдинов Р.Н., Рамазанов Р.Г., Герасимов А.Н. Булыгин Д.В., Медведев Н.Я., Кипоть В.Л. Моделирование геологического строения и разработки залежей нефти Сургутского свода. - Казань: Издательство "ДАС", 2001. 191 с.
5. Булыгин Д.В., Фахретдинов Р.Н., Рамазанов Р.Г., Герасимов А.Н. Использование системы ТРИАС для применения методов воздействия на пласт: // Нефтяное хозяйство. - 2003. ♦10 - С.86-90.
6. Шевченко Д.В., Усманов И.Т. Модификация многосеточного метода для гидродинамического расчета нефтяных месторождений в режиме заданных забойных давлений. Тр. Матем. центра им. Н.И.Лобачевского. - Казань: Изд-во Казан. матем. об-ва, 2002. - Т. 16. - С. 278-281.

### 7.2. Дополнительная литература:

- 1 Муслимов Р.Х. Современные методы повышения нефтеизвлечения. Проектирование, оптимизация и оценка эффективности. - Казань: Изд-во Фэн, 2005. - 688 с.
2. J. W. Harbaugh, J. H. Doveton, J.C. Davis "Probability Methods in Oil Exploration" A Wiley - Interscience publication John Wiley and Sons, New York- London-Sydney-Toronto, 1981.
- 3 Булыгин В.Я. Гидромеханика нефтяного пласта. М.: Недра, 1974, 232 с.
4. Муромцев В.С. Электрометрическая геология песчаных тел - литологических ловушек нефти и газа. -Л.: Недра, 1984. - 260 с.
5. Лидер М.Р. Седиментология. Процессы и продукты. - М.: Мир, 1986. - 439 с.
6. Буш Д.А. Стратиграфические ловушки в песчаниках. - М.: Мир, - 1977, 215 с.
7. Крашенинников Г.Ф.Учение о фациях. - М.: Высшая школа, 1971, 368 с.
8. Кашик А.С., Гогоненков Г.Н. "К вопросу моделирования крупных, давно эксплуатирующихся месторождений" Нефтяное хозяйство, ♦7, 2002 г.
9. Р.Х. Муслимов, Д.В. Булыгин, Р.Р. Ганиев Особенности моделирования крупных месторождений нефти на примере Березовской площади Ромашкинского месторождения. Георесурсы 2008 ♦ 2(25) с.4-9
10. Д.В. Булыгин, Р.Р. Ганиев. К вопросу подготовки студентов по курсу моделирования геологии и разработки нефтяных месторождений. Георесурсы 2008 ♦ 2(25) с.13
11. Каневская Р.Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003, 128 стр.
12. РД 153-39.0-047-00. Регламент по созданию постоянно действующих геолого-технологических моделей нефтяных и газонефтяных месторождений. - М: Министерство топлива и энергетики РФ, 2000. - 129 с.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Освоение дисциплины "Компьютерное моделирование нефтяных и газовых месторождений" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 020700.68 "Геология" и магистерской программе Геология и геохимия нефти и газа .

Автор(ы):

Ганиев Р.Р. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кальчева А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.