

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



**Программа дисциплины**

Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли Б1.В.ДВ.5

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.

**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 315615

Казань  
2015

## 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) ассистент, б/с Абдрафикова И.М. Кафедра высоковязких нефтей и природных битумов Институт геологии и нефтегазовых технологий, IMAbdrafikova@kpfu.ru

### 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.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

- 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 2 зачетных(ые) единиц(ы) 72 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины 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. Основные понятия и характеристики пласта	2	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Модель пласта.	2	2-4	2	0	1	устный опрос
3.	Тема 3. Обобщения закона Дарси	2	5-8	0	0	3	контрольная работа
4.	Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации	2	9-13	0	0	5	контрольная работа
5.	Тема 5. Одномерные установившиеся потоки несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте	2	14-19	0	0	5	устный опрос
	Тема . Итоговая форма контроля	2		0	0	0	зачет
	Итого			4	0	14	

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Основные понятия и характеристики пласта

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

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

###### **лабораторная работа (1 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 (3 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 Лейбенсона, 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

## **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. Основные понятия и характеристики пласта	2	1	подготовка к устному опросу	3	устный опрос
2.	Тема 2. Модель пласта.	2	2-4	написание письменной работы	1	письменная работа
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
3.	Тема 3. Обобщения закона Дарси	2	5-8	написание письменной работы	4	письменная работа
				подготовка к контрольной работе	14	контрольная работа

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
4.	Тема 4. Математические модели однофазной изотермической фильтрации	2	9-13	подготовка к контрольной работе	9	контрольная работа
				подготовка к устному опросу	6	устный опрос
5.	Тема 5. Одномерные установившиеся потоки несжимаемой жидкости в недеформируемом однородном изотропном пласте	2	14-19	подготовка к устному опросу	11	устный опрос
	Итого				54	

### 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 межвузовских 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. Основные понятия и характеристики пласта

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. Модель пласта.**

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. Обобщения закона Дарси**

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 м<sup>3</sup> 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/м<sup>3</sup> и вязкостью 1 сП и соленую воду с плотностью 1100 кг/м<sup>3</sup> и вязкостью 1,1 сП при перепаде давления, равном 500 мм. рт. ст. Расходы, измеренные для обоих случаев, оказались равными 2 см<sup>3</sup>/мин и 0,12 см<sup>3</sup>/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  $r_{кр}$ , 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/(м<sup>2</sup>с), плотность флюида равна 0,7 г/см<sup>3</sup>. 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:

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 м<sup>3</sup>/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:

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 . Итоговая форма контроля**

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. ISBN 978-5-8481-0050-1//<http://znanium.com//bookread.php?book=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:**

1. Нефтяной комплекс России: государство, бизнес, инновации: Монография / И.В. Рогожа. - М.: НИЦ Инфра-М, 2013. - 244 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль). (обложка) ISBN 978-5-16-004753-9, 100 экз//<http://znanium.com/bookread.phpbook=371922>
2. Булыгин, Дмитрий Владимирович. Геологические основы компьютерного моделирования нефтяных месторождений / Д. В. Булыгин, Р. Р. Ганиев. Казань: Изд-во Казанского университета, 2011.-355 с.: Библиогр.: с. 347-355 (171 назв.).-ISBN 978-5-98180-935-4((в пер.)), 500.
3. 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>
4. 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](http://elibrary.ru)  
ЭБС ?ZNANIUM.COM? - <http://www.znanium.com>  
ЭБС ?Библиороссика? - <http://www.bibliorossica.com>  
ЭБС Изд-во ?Лань? - <http://e.lanbook.com>  
Электронная библиотека - <http://www.twirpx.com/>  
Электронная библиотека Флибуста - [proxy.flibusta.net](http://proxy.flibusta.net)

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

Освоение дисциплины "Математическое моделирование в задачах нефтегазовой отрасли" 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.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

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. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Кемалов А.Ф. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.