

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Елабужский институт (филиал)  
Факультет математики и естественных наук



подписано электронно-цифровой подписью

## Программа дисциплины

Математическое и имитационное моделирование Б1.О.04.06

Направление подготовки: 09.03.03 - Прикладная информатика

Профиль подготовки: Общий профиль

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2019

**Автор(ы):** Минкин А.В.

**Рецензент(ы):** Миронов А.Н.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Анисимова Т. И.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Елабужского института КФУ (Факультет математики и естественных наук):

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, к.н. (доцент) Минкин А.В. (Кафедра математики и прикладной информатики, Факультет математики и естественных наук), AVMinikin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОПК-4	Способен участвовать в разработке стандартов, норм и правил, а также технической документации, связанной с профессиональной деятельностью;
ОПК-5	Способен устанавливать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем;
ОПК-6	Способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования;
ОПК-8	Способен принимать участие в управлении проектами создания информационных систем на стадиях жизненного цикла;
ПК-2	Способен осуществлять тестирование компонентов информационных систем по заданным сценариям
ПК-5	способен применять системный подход и математические методы в формализации решения прикладных задач

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные математические модели математической физики, химии, биологии, понятия теории нелинейных моделей, формулировки утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их приложений;

Должен уметь:

решать задачи вычислительного и аналитического характера в области математического моделирования;

Должен владеть:

математическим аппаратом дифференциальных уравнений, методами решения задач и доказательства утверждений в этой области, навыками исследования математических моделей решения практических задач методами математического анализа и дифференциальных уравнений.

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемых учебных предметов;

использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве.

### 2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.04.06 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 09.03.03 "Прикладная информатика (Общий профиль)" и относится к обязательным дисциплинам.

Осваивается на 3 курсе в 5, 6 семестрах.

### 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

Контактная работа - 108 часа(ов), в том числе лекции - 36 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 72 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 108 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: зачет в 5 семестре; экзамен в 6 семестре.

### 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

#### 4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Некоторые известные модели математической физики	5	6	0	12	14
2.	Тема 2. Задачи химической кинетики	5	6	0	12	14
3.	Тема 3. Математическая теория борьбы за существование	5	6	0	12	26
4.	Тема 4. Моделирование процессов диффузии и переноса	6	6	0	12	14
5.	Тема 5. Нелинейные модели	6	6	0	12	14
6.	Тема 6. Динамика сорбции газов	6	3	0	6	13
7.	Тема 7. Моделирование сложных объектов	6	3	0	6	13
	Итого		36	0	72	108

#### 4.2 Содержание дисциплины

##### Тема 1. Некоторые известные модели математической физики

Колебания камертона. Задача Стефана. Задача Стефана представляет собой особый вид краевой задачи для дифференциального уравнения в частных производных, описывающая изменение фазового состояния вещества, при котором положение границы раздела фаз изменяется со временем. Наличие границ раздела между фазами, которые не задаются явно и могут смещаться со временем, является характерной особенностью таких задач. Скорость смещения межфазных границ определяется дополнительным условием на границе раздела фаз, что приводит задачу к нелинейному виду.

##### Тема 2. Задачи химической кинетики

Брюсселятор. Реакция Белоусова - Жаботинского - класс химических реакций, протекающих в колебательном режиме, при котором некоторые параметры реакции (цвет, концентрация компонентов, температура и др.) изменяются периодически, образуя сложную пространственно-временную структуру реакционной среды. При определенных условиях эти системы могут демонстрировать очень сложные формы поведения от регулярных периодических до хаотических колебаний и являются важным объектом исследования универсальных закономерностей нелинейных систем.

##### Тема 3. Математическая теория борьбы за существование

Система "хищник - жертва" - сложная экосистема, для которой реализованы долговременные отношения между видами хищника и жертвы, типичный пример коэволюции. Отношения между хищниками и их жертвами развиваются циклически, являясь иллюстрацией нейтрального равновесия. Модель совместного существования двух биологических видов (популяций) типа "хищник - жертва" называется также моделью Вольтерры - Лотки.

##### Тема 4. Моделирование процессов диффузии и переноса

Математическое моделирование экосистем является научным направлением, которое становится действенным аппаратом познания экологических процессов, приближает к осуществлению практики управления ими. Подобные модели содержат в себе информацию как априорную, заключенную в структуре математической модели (тип дифференциального, интегрального, разностного, балансового или другого уравнения), так и информацию, содержащуюся в параметрах (коэффициентах) модели, которые определяются из опытных данных.

## Тема 5. Нелинейные модели

Уравнение Кортевега - де Фриза - нелинейное уравнение в частных производных третьего порядка, играющее важную роль в теории нелинейных волн, в основном гидродинамического происхождения. Впервые было получено Жозефом Буссинеском в 1877 году, но подробный анализ был проведен уже Дидериком Кортевегом и Густавом де Фризом в 1895 году. Для уравнения Кортевега - де Фриза найдено большое количество точных решений, представляющих собой стационарные нелинейные волны.

## Тема 6. Динамика сорбции газов

Задача Гурса - это разновидность краевой задачи для гиперболических уравнений и систем 2-го порядка с двумя независимыми переменными по данным на двух выходящих из одной точки характеристических кривых. Применительно к частному гиперболическому уравнению второго порядка с двумя независимыми переменными, Б. Риман предложил "метод интегрирования Римана". Для применения метода необходимо построить функцию Римана, являющуюся решением специальной характеристической задачи Коши.

## Тема 7. Моделирование сложных объектов

Физически "безопасный" ядерный реактор. Гидрологический "барьер" против загрязнения грунтовых вод. Сложные режимы обтекания тел газом. Экологически приемлемые технологии сжигания углеводородных топлив. Нелинейные эффекты в лазерной термоядерной плазме. Климатические последствия ядерного конфликта. Процессы в переходной экономике. Тоталитарные и анархические эволюции распределения власти в иерархиях.

## 5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301).

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений".

Положение от 29 декабря 2018 г. № 0.1.1.67-08/328 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.67-06/241/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет".

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 5</b>			
	<i>Текущий контроль</i>		

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
1	Тестирование	ОПК-8, ОПК-4	1. Некоторые известные модели математической физики
2	Тестирование	ПК-5, ОПК-5	2. Задачи химической кинетики
3	Письменная работа	ПК-2, ОПК-8	3. Математическая теория борьбы за существование
	<b>Зачет</b>	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-8, ПК-2, ПК-5	
<b>Семестр 6</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Тестирование	ОПК-4	4. Моделирование процессов диффузии и переноса
2	Тестирование	ОПК-6	5. Нелинейные модели
3	Письменная работа	ПК-2	6. Динамика сорбции газов 7. Моделирование сложных объектов
	<b>Экзамен</b>	ОПК-4, ОПК-5, ОПК-6, ОПК-8, ПК-2, ПК-5	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 5</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1 2
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостатки применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
	<b>Зачтено</b>		<b>Не зачтено</b>		
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		
<b>Семестр 6</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Тестирование	86% правильных ответов и более.	От 71% до 85 % правильных ответов.	От 56% до 70% правильных ответов.	55% правильных ответов и менее.	1 2

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Письменная работа	Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьезные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	3
Экзамен	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой дисциплины, усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.	Обучающийся обнаружил полное знание учебно-программного материала, успешно выполнил предусмотренные программой задания, усвоил основную литературу, рекомендованную программой дисциплины, показал систематический характер знаний по дисциплине и способен к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой дисциплины, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.	Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 5**

**Текущий контроль**

**1. Тестирование**

Тема 1

1. Какое высказывание наиболее точно определяет понятие модель:

- 1) точная копия оригинала;
- 2) оригинал в миниатюре;
- 3) образ оригинала с наиболее присущими свойствами;
- 4) начальный замысел будущего объекта.

2. Компьютерное моделирование- это:

- 1) процесс построения модели компьютерными средствами;
- 2) процесс исследования объекта с помощью компьютерной модели;
- 3) построение модели на экране компьютера;
- 4) решение конкретной задачи с помощью компьютера.

3. Вербальной моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списков товаров на складе.

4. Математической моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списка товаров на складе.

5. Информационной моделью является:

- 1) модель автомобиля;
- 2) сборник правил дорожного движения;
- 3) формула закона всемирного тяготения;
- 4) номенклатура списка товаров на складе.

6. К детерминированным моделям относятся:

- 1) модель случайного блуждания частицы;
- 2) модель формирования очереди;
- 3) модель свободного падения тела в среде с сопротивлением;
- 4) модель игры орел\решка.

7. К схоластическим моделям относятся:

- 1) модель движения тела, брошенного под углом к горизонту;
- 2) модель броуновского движения;
- 3) модель таяния кусочка льда в стакане;
- 4) модель обтекания газом крыла самолета.

8. Последовательность этапов моделирования:

- 1) цель, объект, модель, метод, алгоритм, программа, эксперимент, анализ, уточнение;
- 2) цель, модель, объект, алгоритм, программа, эксперимент, уточнение выбора объекта;
- 3) объект, цель, модель, эксперимент, программа, анализ, тестирование;
- 4) объект, модель, цель, алгоритм, метод, программа, эксперимент.

9. Индуктивное моделирование предполагает:

- 1) гипотетическое описание модели;
- 2) решение задачи методом индукции;
- 3) решение задачи дедуктивным методом;
- 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы.

10. Дедуктивное моделирование предполагает:

- 1) гипотетическое описание модели;
- 2) решение задачи методом индукции;
- 3) решение задачи дедуктивным методом;
- 4) построение модели как частного случая глобальных законов природы.

## 2. Тестирование

Тема 2

1. компьютерный эксперимент это:

- 1) решение задачи на компьютере;
- 2) исследование модели с помощью компьютерной программы;
- 3) подключение компьютера для обработки физических экспериментов;
- 4) автоматизированное управление физическим экспериментом.

2. В имитационной модели "Жизнь" (Д. Конвей) количество стационарных конфигураций:

- 1) 2; 2) 3; 3) 4; 4) более 10.

3. Компьютерная модель "очередь" не может быть применена для оптимизации в следующих задачах:

- 1) обслуживание в магазине;
- 2) телефонная станция;
- 3) компьютерная сеть с выделением серверов;
- 4) спортивные соревнования.

4. В модели "очередь" случайный процесс формирования очереди является:

- 1) марковским;
- 2) немарковским;
- 3) линейным;

- 4) квазистационарным.
5. Для моделирования очереди менее всего подходит распределение длительности ожидания:
  - 1) равновероятностное;
  - 2) пуассоновское;
  - 3) нормальное;
  - 4) экспоненциальное.
6. Пусть автобусы движутся интервалом в 10 минут. Каково среднее время ожидания транспорта на остановке при наличии одного маршрута:
  - 1) 10 мин;
  - 2) 0 мин;
  - 3) 5 мин;
  - 4) не определено
7. Пусть автобусы движутся интервалом в 10 минут. Каково среднее время ожидания транспорта на остановке при наличии двух маршрутов:
  - 1) 5 мин;
  - 2) менее 5 мин;
  - 3) более 5 мин;
  - 4) 10 мин
8. Методом случайных испытаний (метод Монте-Карло) невозможно вычислить:
  - 1) число  $\pi$ ;
  - 2) площадь;
  - 3) числа Фибоначчи;
  - 4) корень уравнения.
9. С помощью имитационной системы случайного блуждания точек невозможно изучать:
  - 1) законы идеального газа;
  - 2) броуновское движение;
  - 3) законы кинематики;
  - 4) тепловые процессы.
10. Моделирование логических устройств без памяти:
  - 1) это устройства, которые работают только лишь в двух дискретных состояниях: истина и ложь;
  - 2) зависят не только от аргумента, но и от прежнего состояния устройства;
  - 3) Устройства без памяти не зависят ни от аргумента, ни от прежнего состояния устройства;
  - 4) законы кинематики.

### 3. Письменная работа

#### Тема 3

1. Рассмотрим популяцию, размножающуюся пропорционально количеству особей, продукты ее жизнедеятельности превращаются в среде обитания в яд, истребляющий популяцию. Найти зависимость количества особей от времени.
2. Цилиндрический бак поставлен вертикально и имеет отверстие в дне. Половина воды из полного бака вытекает за 5 минут. За какое время вытечет вся вода?
3. Определить температуру бесконечного круглого цилиндра радиуса  $R$ , если его начальная температура  $T_0$ , а на поверхности поддерживается нулевая температура.
4. Определить критический размер куба из активного вещества, если его коэффициент размножения больше нуля, а концентрация вещества на всех гранях поддерживается равной нулю.
5. Сформулировать задачу о плавлении твердой фазы, занимающей полупространство  $x > 0$ , при наличии теплового потока, поступающего через поверхность  $x = 0$
6. Преобразовать уравнение Кортевега-де Фриза
7. Показать, что модифицированное уравнение Кортевега-де Фриза имеет солитонное решение.
8. Найти автомодельную подстановку для одномерного уравнения теплопроводности на полуоси и решить задачу
9. Найти солитонное решение нелинейного уравнения колебаний струны
10. Найти решение уравнения Д'Аламбера

#### Зачет

Вопросы к зачету:

1. Модели. Моделирование как метод познания. Формализация. Классификация абстрактных моделей. Компьютерное моделирование.
2. Цели и основные этапы компьютерного математического моделирования. Примеры моделей для различных целей моделирования.
3. Этап формализации. Параметры модели. Классификация моделей по свойствам их параметров. Ранжирование параметров. Устойчивость решений. Анализ результатов моделирования.
4. Различные подходы к классификации математических моделей.

5. Основные виды средств компьютерного моделирования. Визуализация в компьютерном моделировании. Алгоритмы построения графиков функций, траекторий движения объектов.
6. Представление скалярных полей с помощью изолиний. Методы условных цветов, условного контрастирования. Примеры использования визуализации в моделировании.
7. Аналитическое моделирование в физике. Примеры. Классификация моделей по общематематическим свойствам: линейные и нелинейные модели. Примеры. Линеаризация. Интегрирование дифференциальных уравнений.
8. Численное моделирование. Развитие физических теорий. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с теорией и лабораторным экспериментом. Модель движения тела, брошенного под углом к горизонту.
9. Достоверность численной модели. Ограничения чисел с плавающей точкой как модели действительных чисел. Обусловленность задач. Устойчивость вычислительных алгоритмов. Анализ и интерпретация численных моделей.
10. Детерминированные физические модели. Свободное падение тела с учетом сопротивления среды. Модель взлета ракеты.

## Семестр 6

### Текущий контроль

#### 1. Тестирование

Тема 4

1. Выберите один ответ

Модель линейной парной регрессии имеет вид  $y=1.9+0.65x$ , коэффициент регрессии в такой модели равен:

а: 0.65

б: 1.9

в: 3

2. Множественный ответ

Уравнение линейной парной регрессии между зависимой переменной Y и независимой переменной X, где a, b параметры модели, может иметь вид:

а:  $Y=a+bX$

б:  $Y= bX$

в:  $Y=a+bX$

3. Выберите один ответ

Какое из уравнений соответствует уравнению модели линейной парной регрессии?

а:  $y=a+b1x1+b2x2+x$

б:  $y=a+b/x+x$

в:  $y=a+b1x+b2x +x$

г:  $y=a+bx$

4. Выберите один ответ

Какое из уравнений соответствует модели линейной множественной регрессии?

а:  $y=a+b1x1+b2x2+x$

б:  $y=a+bx$

в:  $y=a+b1x+b2x +x$

5. Выберите один ответ

Теснота статистической связи между переменной y и объясняющими переменными X измеряется:

а: t-критерием Стьюдента

б: коэффициентом детерминации

в: F-критерием Фишера

г: коэффициентом корреляции

6. Выберите один ответ

Коэффициент парной линейной корреляции характеризует:

а: тесноту нелинейной связи между двумя переменными

б: тесноту линейной связи между несколькими переменными

в: тесноту нелинейной связи между несколькими переменными

г: тесноту линейной связи между двумя переменными

7. Выберите один ответ

Линейный коэффициент корреляции  $r_{xy}$  может принимать значения в диапазоне:

а: (-1; 1.3)

б: [0; 1.2]

в: [-1; 1]

г: [-1.1; 1]

8. Выберите один ответ

Математическая модель это -

- а: любое отображение реального объекта, процесса или явления
- б: представление технологического объекта или процесса, явления в математической форме
- в: отображение какого-либо объекта, процесса или явления в формализованном виде, т.е. математическим языком

9. Выберите один ответ

Качество построенной модели парной регрессии может быть измерено:

- а: коэффициентом детерминации
- б:  $t$ -критерием Стьюдента
- в: коэффициентом корреляции
- г:  $F$ -критерием Фишера

10. Выберите один ответ

Линейный коэффициент детерминации  $R$  может принимать значение равное:

- а: -0.5
- б: 0.99
- в: 1.05
- г: 1.2

## 2. Тестирование

Тема 5

1. Множество элементов, находящихся в отношениях и связях друг с другом, образующих определенную целостность, единство, определяется как:

- а) механизм;
- б) иерархия;
- в) система;
- г) классификация.

2. Модели классифицируются по следующим признакам:

- а) цель создания;
- б) фактор времени;
- в) субъект исследования;
- г) способ представления.

3. По сфере применения модели классифицируются (укажите два варианта ответа):

- а) на биологические;
- б) на социальные;
- в) на эвристические;
- г) на экономические.

4. Перечень определенных требований, предъявляемых к экономико-математической модели, это:

- а) вводные данные;
- б) система ограничений;
- в) корректирующие показатели;
- г) особенности модели.

5. К знаковым моделям можно отнести:

- а) понятийные;
- б) визуальные;
- в) идейные;
- г) табличные.

6. Математические модели экономических процессов и явлений называют:

- а) математико-экономическими моделями;
- б) моделями экономического развития;
- в) экономико-математическими моделями;
- г) концептуальными моделями.

7. По виду функциональных зависимостей математические модели подразделяются:

- а) на функциональные;
- б) на линейные;
- в) на корреляционные;
- г) на нелинейные.

8. К методам экономико-математического моделирования не относится:

- а) эволюционный метод;
- б) матричные методы;
- в) теория игр;
- г) математическое программирование.

9. На каком этапе процесса моделирования осуществляется проверка адекватности:

- а) 1-й этап;
- б) 2-й этап;
- в) 3-й этап;
- г) 4-й этап.

10. Определите порядок этапов разработки экономико-математических моделей:

- а) численное решение модели;
- б) сбор исходной информации;
- в) анализ модели;
- г) интерпретация численных данных.

### **3. Письменная работа**

Темы 6, 7

- 1. Описать модели, характеризующие состояние системы в определенный момент времени
- 2. Описать математическую модель, решаемую с помощью методов линейного программирования
- 3. Описать экономико-математическую модель
- 4. Описать применение экономико-математических методов и моделей
- 5. Описать объекты моделирования
- 6. Описать переменные двойственной задачи
- 7. Описать модель производства, основанную на производственных функциях
- 8. Описать целевую функцию двойственной задачи
- 9. Описать сильную взаимосвязь между факторами в корреляционно-регрессионной модели
- 10. Описать коэффициент множественной корреляции

### **Экзамен**

Вопросы к экзамену:

- 1. Модели сплошных сред. Моделирование процесса теплопроводности. Понятие о методе конечных разностей.
- 2. Математические модели в экологии. Основные понятия экологии. Особенности и направления использования математических моделей в биологии. Модель внутривидовой конкуренции в популяции с дискретным размножением.
- 3. Модели внутривидовой и межвидовой конкуренции в популяции с непрерывным размножением. Анализ модели межвидовой конкуренции.
- 4. Имитационное моделирование. Модель идеального газа. Эволюционная модель "Жизнь". Оптимизационные модели в экономике.
- 5. Моделирование стохастических систем, основные понятия. Метод статистических испытаний (метод Монте-Карло). Его приложения. Моделирование случайной величины с равномерным распределением. Физические генераторы случайных чисел. Псевдослучайные числа. Метод середины квадратов. Недостатки псевдослучайных последовательностей.
- 6. Общие методы моделирования дискретных и непрерывных случайных величин. Примеры стохастических моделей.
- 7. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). Предмет теории массового обслуживания. Виды СМО. Пример задачи теории массового обслуживания. Функции Пуассона. Основные вопросы, возникающие при имитационном моделировании СМО.
- 8. Моделирование динамических систем (ДС). Фазовая характеристика ДС. Гармонический и нелинейный осцилляторы, их фазовые портреты. Диссипативные системы. Качественное исследование поведения ДС. Бифуркации.
- 9. Хаос в динамических системах. Сценарии перехода детерминированного поведения ДС к хаотическому. Механизм Фейгенбаума. Его бифуркационная диаграмма. Неустойчивость хаотических этапов эволюции ДС.
- 10. Самоорганизация в динамических системах. Диссипативные структуры. Синергетика. Связи между хаосом и самоорганизацией. Системный анализ. Понятие системы. Большие и сложные системы. Два подхода в теории систем. Основные принципы системного анализа. Классификации систем. Роль моделирования в системном анализе и современной математике.

### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 5</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	15
		2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50
<b>Семестр 6</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Тестирование	Тестирование проходит в письменной форме или с использованием компьютерных средств. Обучающийся получает определённое количество тестовых заданий. На выполнение выделяется фиксированное время в зависимости от количества заданий. Оценка выставляется в зависимости от процента правильно выполненных заданий.	1	15
		2	15
Письменная работа	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	20
<b>Экзамен</b>	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Экзамен проводится в устной или письменной форме по билетам, в которых содержатся вопросы (задания) по всем темам курса. Обучающемуся даётся время на подготовку. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

1. Компьютерное моделирование : учебник / В.М. Градов, Г.В. Овечкин, П.В. Овечкин, И.В. Рудаков - М. : КУРС : ИНФРА-М, 2017. - 264 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=603129>
2. Компьютерное моделирование физических систем: Учебное пособие / Л.А. Булавин, Н.В. Выгорницкий, Н.И. Лебовка. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 352 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=398942>
3. Математическое моделирование и методы принятия решений: Учебное пособие / Никонов О.И., Кругликов С.В., Медведева М.А., - 2-е изд., стер. - М.:Флинта, Изд-во Урал. ун-та, 2017. - 100 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=949757>

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Экономико-математические методы и модели: компьютерное моделирование: Учебное пособие / И.В. Орлова, В.А. Половников. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Вузовский учебник: ИНФРА-М, 2011. - 389 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=324780>
2. Моделирование системы защиты информации: Практикум: Учебное пособие / Е.К.Баранова, А.В.Бабаш - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2016 - 120 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=549914>

3. Моделирование и виртуальное прототипирование: Учебное пособие / Косенко И.И., Кузнецова Л.В., Николаев А.В. - М.:Альфа-М, ИНФРА-М Издательский Дом, 2016. - 176 с. URL: <http://znanium.com/bookread2.php?book=555214>

#### 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Введение в математическое моделирование - <https://www.intuit.ru/studies/courses/2260/156/info>

Компьютерное моделирование - <https://www.intuit.ru/studies/courses/643/499/INFO>

Основы математического моделирования - <https://www.intuit.ru/studies/courses/66/66/info>

#### 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Следует вести конспект лекции и ознакомиться с литературой рекомендуемой для прочтения. Если возникают трудности в понимании лекционного материала следует обратиться к преподавателю, который читает лекции. Для успешного усвоения лекционного материала, необходимо прорабатывать материал, проводить подробный вывод формул, в том случае, если это не было сделано на преподавателем на лекции.
лабораторные работы	Для успешного выполнения лабораторных работ требуется изучить материал лекций. Приступать к выполнению лабораторной работы можно после предварительного прочтения теоретического материала. Выполнение следует проводить руководствуясь порядком работы. Успешное выполнение лабораторной работы означает, что студент выполнил основную работу, а также ответил на вопросы или выполнил дополнительные задания.
самостоятельная работа	Необходимо выполнять задания по курсу, которые даны педагогом для самостоятельного выполнения. Для успешного выполнения самостоятельной работы, студент должен ознакомиться с литературой. При работе с терминами необходимо обращаться к словарям, в том числе доступным в Интернете, например, на сайте <a href="http://dic.academic.ru">http://dic.academic.ru</a> .
тестирование	В тестовых заданиях правильный ответ только один. Если Вам кажется, что правильных ответов больше, выбирайте тот, который, на Ваш взгляд, наиболее правильный. Для успешного прохождения тестирования необходимо внимательно ознакомиться с материалами изложенными в лекции, а также выполнить все задания для самостоятельной работы.
письменная работа	При подготовке к письменной работе необходимо прочитать соответствующие страницы основного учебника, прочитать теоретический материал в рекомендованной литературе, периодических изданиях, на Интернет-сайтах. Желательно также чтение дополнительной литературы. При написании работы ответ следует иллюстрировать схемами.
зачет	При подготовке к зачету необходимо просмотреть программу курса, с целью выявления наиболее проблемных тем, вопросов, которые могут вызвать трудности при подготовке к зачету. Про решать тестовые задания, предложенные в учебно-методическом комплексе. При этом для эффективного закрепления информации первый раз без использования учебных материалов, второй раз с их использованием.
экзамен	Для контроля усвоения данной дисциплины предусмотрен экзамен, на котором студентам необходимо ответить на вопросы экзаменационных билетов. При ответе на экзамене необходимо: продумать и четко изложить материал; дать определение основных понятий; дать краткое описание явлений; привести примеры. Ответ следует иллюстрировать схемами, рисунками и графиками.

#### 10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Освоение дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 2010 Professional Plus Russian

Браузер Google Chrome

## Adobe Reader XI

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. 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, учебно-методические комплексы, 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 образования (ФГОС ВО) нового поколения.

### **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Освоение дисциплины "Математическое и имитационное моделирование" 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.

Специализированная лаборатория оснащена оборудованием, необходимым для проведения лабораторных работ, практических занятий и самостоятельной работы по отдельным дисциплинам, а также практик и научно-исследовательской работы обучающихся. Лаборатория рассчитана на одновременную работу обучающихся академической группы либо подгруппы. Занятия проводятся под руководством сотрудника университета, контролирующего выполнение видов учебной работы и соблюдение правил техники безопасности. Качественный и количественный состав оборудования и расходных материалов определяется спецификой образовательных программ.

### **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 09.03.03 "Прикладная информатика" и профилю подготовки Общий профиль .