

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»**

Институт **Компьютерных технологий и защиты информации**

Кафедра **Прикладной математики и информатики**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)  
**«Компьютерное моделирование процессов и систем»**

Индекс по учебному плану: **Б1.В.12**

Направление подготовки: **01.03.02 Прикладная математика и информатика**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Разработка программно-информационных систем**

Казань 2020 г.

Рабочая программа составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 229 и в соответствии с учебным планом направления подготовки 09.03.04 Программная инженерия, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ 31.08.2017, протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана д.т.н., профессором кафедры ПМИ Новиковой С.В., утверждена на заседании кафедры ПМИ протокол № 8 от 31 августа 2020 года

Заведующий кафедрой ПМИ, к.т.н., доцент Зайдуллин С.С.

Рабочая программа дисциплины	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра, ответственная за ОП			 Зав. кафедрой ПМИ
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия института КТЗИ			 Председатель УМК института
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека		—	 Директор НТБ
СОГЛАСОВАНА	УМУ		—	 Начальник УМУ

## РАЗДЕЛ 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И КОНЕЧНЫЙ РЕЗУЛЬТАТ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**1.1. Цель изучения дисциплины (модуля)** Основной целью изучения дисциплины "Компьютерное моделирование процессов и систем" является формирование представления о моделировании, его роли в проектировании и исследовании процессов и систем, изложение основополагающих принципов компьютерного моделирования и использования его результатов в приложениях.

**1.2. Задачи дисциплины (модуля)** Основными задачами изучения дисциплины являются привитие практических навыков и компетенций:

- освоение методов математического и компьютерного моделирования;
- программирования и конструирования
  - компьютерных имитационных,
  - аналитических,
  - интеллектуальных систем,
  - систем массового обслуживания,
  - стохастических и динамических систем
- изучение способов проведения компьютерных экспериментов с интерпретацией результатов компьютерного моделирования.
  - изучение технологии реализации математических моделей;
  - формирование навыков по созданию и использованию математических моделей для решения задач анализа систем и процессов.

Предметом изучения дисциплины являются модели и методы компьютерного моделирования с применением стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований.

**1.3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО.** Дисциплина "Компьютерное моделирование процессов и систем" входит в состав Вариативной части Блока 1.

**1.4. Объем дисциплины (модуля) (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы)**

Таблица 1

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр	
	в ЗЕ	в час	6	
			в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>5</b>	<b>180</b>	<b>5</b>	<b>180</b>
<i>Аудиторные занятия</i>		<b>72</b>		<b>72</b>
Лекции		36		36
Лабораторные работы		36		36
Практические занятия		0		0
<i>Самостоятельная работа студента</i>		<b>72</b>		<b>72</b>

Проработка учебного материала		72		72
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации		36		36
Промежуточная аттестация:	экзамен			

## 1.5. Планируемые результаты обучения

Таблица 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни освоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ОПК-4 – готовность применять основы информатики и программирования к проектированию, конструированию и тестированию программных продуктов</b>			
<b>Знание</b> классификации и разработки математических и алгоритмических моделей реальной задачи	Знание основных способов моделирования систем в зависимости от классификации исходной задачи	Знание и понимание способов моделирования реальных процессов и систем в зависимости от реальных задач	Знание законов моделирования, основных предпосылок для выбора той или иной структуры модели
<b>Умение</b> пользоваться современными программными средствами для реализации алгоритмической либо математической модели	Умение выбирать соответствующее ПО	Умение применять соответствующее ПО для моделирования стандартных простых систем	Умение применять соответствующее ПО для моделирования нестандартных систем и процессов
<b>Владение</b> целостной системой знаний о методах и средствах программной реализации моделирования систем	Владение базовыми методами и средствами компьютерной реализации математической модели	Владение стандартными методами и средствами компьютерной реализации математической модели	Владение продвинутыми методами и средствами компьютерной реализации математической модели
<b>ПК-19- владеет навыками моделирования, анализа и использования формальных методов конструирования программного обеспечения</b>			

<p><b>Знание</b> основ компьютерного моделирования процессов и систем для анализа и обоснования новых научных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям.</p>	<p>-Знание основ и алгоритмических составляющих компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>	<p>-Знание основ, методов и алгоритмических составляющих компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>	<p>-Знание основ, методов и информационных технологий компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>
<p><b>Умение</b> практически применять основы компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям.</p>	<p>- Умение практически применять основы и алгоритмические составляющие компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>	<p>- Умение практически применять основы, методы и алгоритмические составляющие компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методов постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>	<p>- Умение практически применять основы, методы и информационные технологии компьютерного моделирования систем для анализа и обоснования проектных решений, методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности по типовым критериям</p>
<p><b>Владение</b> навыками применять методы принятия решения при компьютерном анализе проектных решений, методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности</p>	<p>Владение навыками применять методы принятия решения при компьютерном анализе проектных решений,, методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности и эффективности</p>	<p>Владение навыками применять основные методы и критерии принятия решения при компьютерном анализе проектных решений на основе типовых математических моделей, методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности</p>	<p>Владение навыками применять основные методы и критерии принятия решения при компьютерном анализе проектных решений на основе типовых математических моделей, численных методов и методик , методы постановок и выполнения экспериментов по проверке их корректности</p>

## РАЗДЕЛ 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И ТЕХНОЛОГИЯ ЕЕ ОСВОЕНИЯ

### 2.1. Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3

Распределение фонда времени по видам занятий

Наименование модуля и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы)				Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.	
<b>Модуль 1. Аналитическое моделирование*</b>						
Тема 1.1. Основные понятия теории моделирования. Классификация систем и моделей	6	2	0	0	4	Тестирование
Тема 1.2. Построение аналитической модели по вербальному описанию	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 1.3 Построение аналитической модели по данным экспериментов	9	2	3	0	4	Тестирование
<b>Модуль 2. Имитационное моделирование*</b>						
Тема 2.1 Моделирование случайных величин и случайных событий	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 2.2 Моделирование случайных процессов	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 2.3 Моделирование систем массового обслуживания	8	2	2	0	4	Тестирование
<b>Модуль 3. Моделирование интеллектуальных систем*</b>						
Тема 3.1 Введение в искусственные нейронные сети	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 3.2 Многослойные перцептроны: построение, обучение, применение	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 3.3 Самообучающиеся нейронные сети	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 3.4 Рекуррентные нейронные сети	9	2	3	0	4	Тестирование
Тема 3.5. Нечеткие системы и нечеткий логический вывод	9	2	3	0	4	Тестирование
<b>Модуль 4. Моделирование конфликтных ситуаций*</b>						
Тема 4.1. Игровые системы	9	2	3	0	4	Тестирование
<b>Модуль 5. Построение моделей процессов и систем</b>						
Тема 5.1. Математические модели и этапы компьютерного моделирования	10	4	0	0	6	Устный опрос

процессов и систем						
Тема 5.2.Технология построения моделей процессов и систем	10	2	2	0	6	Тест текущего контроля (ТТК-1) по модулю 1
<b>Модуль 6. Моделирование процессов и систем с применением компьютерных технологий</b>						
Тема 6.1. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики	10	4	0	0	6	Устный опрос
Тема 6.2. Компьютерные технологии моделирования процессов и систем	10	2	2	0	6	Тест текущего контроля (ТТК-3) по модулю 3
Экзамен	36					<i>ФОС ПА</i> тест ТПА-1
<b>ИТОГО:</b>	<b>180</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>72</b>	

\* Модули 1 - 4 изучаются с применением открытого онлайн-курса КНИТУ-КАИ «Компьютерное моделирование», размещенного на платформе Stepik.

Таблица 4

Матрица компетенций по модулям дисциплины

Модуль/тема	Планируемые результаты освоения модулей		
	Знать	Уметь	Владеть
Модуль 1			
Тема 1.1	*		
Тема 1.2	*	*	*
Тема 1.3	*	*	*
Модуль 2			
Тема 2.1	*	*	*
Тема 2.2	*	*	*
Тема 2.3	*	*	*
Модуль 3			
Тема 3.1	*	*	*
Тема 3.2	*	*	*
Тема 3.3	*	*	*
Тема 3.4	*	*	*
Тема 3.5	*	*	*
Модуль 4			
Тема 4.1	*	*	*
Модуль 5			
Тема 5.1	*	*	
Тема 5.2	*	*	
Модуль 6			
Тема 6.1	*	*	*
Тема 6.2	*	*	

## 2.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Модуль 1. Аналитическое моделирование

#### *Тема 1.1. Основные понятия и определения. Классификация систем и моделей*

Цели и задачи курса. Понятие «модель» и «математическая модель». Адекватность модели. Виды моделей в зависимости от моделируемого процесса или системы. Основные классы моделей, изучаемые в данном курсе: аналитические, стохастические, имитационные, массового обслуживания, интеллектуальные

#### *Тема 1.2. Построение аналитической модели по вербальному описанию*

Этапы построения модели. Проверка модели на адекватность. Виды аналитических моделей: динамические, статические, оптимизационные. Примеры построения моделей различных видов

#### *Тема 1.3. Построение аналитической модели по данным экспериментов*

Обработка результатов экспериментов. Подготовка данных для моделирования. Понятие регрессии. Выбор регрессионной функции. Метод наименьших квадратов для определения коэффициентов регрессии. Проверка адекватности регрессионной модели

### Модуль 2. Имитационное моделирование

#### *Тема 2.1. Моделирование случайных величин и случайных событий*

Практические задачи, для исследования которых необходимо стохастическое моделирование. Моделирование случайных величин. Моделирование случайных событий

#### *Тема 2.2. Моделирование случайных процессов*

Моделирование случайных процессов. Моделирование цепей Маркова. Моделирование потоков событий (Пуассоновские потоки)

#### *Тема 2.3. Моделирование систем массового обслуживания*

Понятие системы массового обслуживания (СМО). Параметры СМО, виды моделей СМО: Моделирование процессов в одноканальной системе массового обслуживания с отказами; Моделирование процессов в одноканальной системе с ограниченным ожиданием

### Модуль 3. Интеллектуальное моделирование

#### *Тема 3.1. Введение в искусственные нейронные сети*

Искусственный нейрон как аналог биологического нейрона головного мозга. Способ объединения искусственных нейронов в сети. Принципы обучения нейронных сетей. Области их применения. Обзор наиболее популярных нейросетевых парадигм

#### *Тема 3.2. Многослойные перцептроны: построение, обучение, применение*

Перцептрон Розенблатта. Многослойный перцептрон с обратным распространением ошибки (Back Propagation). Градиентное обучение. Метод и алгоритм обратного распространения ошибки. Эффективность алгоритма обратного распространения ошибки. Области применения и модификации парадигмы сети обратного распространения ошибки

#### *Тема 3.3. Самообучающиеся нейронные сети*



Сеть Кохонена: парадигма и решаемые задачи. Самоорганизующиеся карты Кохонена. Алгоритм обучения соревновательного слоя нейронов. Алгоритм функционирования сети Кохонена. Визуализация и анализ данных с использованием карты Кохонена

#### *Тема 3.4. Рекуррентные нейронные сети*

Автоассоциативная сеть Хопфилда: структурная схема, передаточные функции. Алгоритм функционирования сети Хопфилда. Особенности и проблемы сетей Хопфилда

#### *Тема 3.5. Нечеткие логические системы*

Понятие лингвистической переменной, нечеткого множества и его функции принадлежности. Виды функций принадлежности. Нечеткий логический вывод Мамдани. Примеры практического решения задач при помощи нечеткой системы Мамдани

### **Модуль 4. Моделирование конфликтных ситуаций**

#### *Тема 4.1. Игровые системы*

Основные понятия и определения теории игр. Классификация задач теории игр. Парные игры с нулевой суммой. Платежная матрица игры. Игры  $(m \times n)$  с седловой точкой и их решение в чистых стратегиях. Игры  $(m \times n)$  без седловой точки и их решение в смешанных стратегиях. Решение и графическая интерпретация игр  $(2 \times 2)$ ,  $(2 \times n)$ ,  $(m \times 2)$ .

### **Модуль 5. Построение моделей процессов и систем**

*Тема 5.1. Математические модели и этапы компьютерного моделирования систем.* Основные понятия и этапы математического моделирования систем. Виды моделирования и их классификация. Математическая модель как система. Основные понятия и этапы математического моделирования систем. Определение системы, модели. Уровни иерархии систем. Сложные и большие системы. Основы системного подхода к моделированию.

*Тема 5.2. Технология построения моделей.* Формализация процессов функционирования устройств. Детерминированные и стохастические модели. Имитационные модели. Типовые математические схемы. Классификация типовых математических схем. Концептуальные модели, логическая структура моделей, построение моделирующего алгоритма.

### **Модуль 6. Моделирование процессов и систем с применением компьютерных технологий**

*Тема 6.1. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики.* Модели, методы и алгоритмы кластерного и факторного анализа. Получение и интерпретация результатов моделирования систем.

*Тема 6.2. Компьютерные технологии моделирования.* Система GPSS. Основные концепции моделирования на GPSS. Синтаксис элементов языка. Блоки GPSS. Поток транзактов. Составление программы на языке GPSS. Интегрированная система «STATISTICA». Методики кластерного и факторного анализа в интегрированной системе «STATISTICA».

### 2.3. Взаимодействие «Студент-Контент»

В состав методического материала каждой темы модулей 1-4 входят:

1. Видео-лекция со слайдами
2. Текст лекции
3. Описание лабораторной работы (если предусмотрена в данной теме)
4. Контрольные задания в виде тестов (вопросы типа «Множественный выбор», «Пропуски», «Численная задача»)

### 2.4. Темы видео-лекций

Темы видео-лекций совпадают с названиями тем модулей 1-4, указанных в таблице 3.

### 2.5. Список тем лабораторных работ

Таблица 5

Модуль/ тема	Название лабораторной работы	Количество часов
Модуль 1		
Тема 1.2	Построение аналитической модели по вербальному описанию	3
Тема 1.3	Построение модели по данным экспериментов	3
Модуль 2		
Тема 2.1	Моделирование случайных величин и случайных событий	3
Тема 2.2	Моделирование случайных процессов	3
Тема 2.3	Моделирование систем массового обслуживания	2
Модуль 3		
Тема 3.1	Введение в искусственные нейронные сети	3
Тема 3.2	Многослойные перцептроны	3
Тема 3.3	Построение карт Кохонена	3
Тема 3.4	Рекуррентные нейронные сети	3
Тема 3.5	Нечеткие системы и нечеткий логический вывод	3
Модуль 4		
Тема 4.1	Игровые системы	3
Модуль 5		
Тема 5.2	Технология построения моделей процессов и систем	2
Модуль 6		
Тема 6.2	Компьютерные технологии моделирования процессов и систем	2
	ИТОГО	36

## 2.6. Организация самостоятельной работы на открытых Интернет-ресурсах

Таблица 6

Модуль/ тема	Источники информации	Количество часов
Модуль 1		
Тема 1.1	<p>Моделирование как метод познания:  <a href="https://youtu.be/j_L0pDfN-dQ">https://youtu.be/j_L0pDfN-dQ</a>                      Свойства моделей: <a href="http://kievuz.ru/svoystva-modelej.html">http://kievuz.ru/svoystva-modelej.html</a></p>	4
Тема 1.2	<p>Математическое моделирование:  <a href="https://youtu.be/KVOGh3KXSW8">https://youtu.be/KVOGh3KXSW8</a>                      Три этапа мат. моделирования: задача о садовнике  <a href="https://youtu.be/IGqji_nt74I">https://youtu.be/IGqji_nt74I</a></p>	4
Тема 1.3	<p>Материалы к лекционному курсу «ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ» Кафедра физхимии ЮФУ (РГУ), Лектор – ст. преп. Щербаков И.Н. «Регрессионный анализ. Метод наименьших квадратов (МНК)»:  <a href="http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/NumMethods/Reg_MNK.htm">http://physchem.chimfak.sfedu.ru/Source/NumMethods/Reg_MNK.htm</a></p>	4
Модуль 2		
Тема 2.1	<p>Моделирование случайных величин:  <a href="https://studref.com/362644/ekonomika/modelirovanie_sluchaynyh_velichin">https://studref.com/362644/ekonomika/modelirovanie_sluchaynyh_velichin</a>                      Случайные величины:  <a href="https://ru.coursera.org/lecture/vvedeniye-v-nauku-o-dannykh/sluchainyie-velichiny-VKcnD">https://ru.coursera.org/lecture/vvedeniye-v-nauku-o-dannykh/sluchainyie-velichiny-VKcnD</a></p>	4
Тема 2.2	<p>Моделирование траектории случайных процессов:  <a href="https://youtu.be/FB-AKJK8uS8">https://youtu.be/FB-AKJK8uS8</a>                      И.М. Андрианов, А.А. Иванов, Ю.А. Сидоркина, Б.И. Шахтарин Основы моделирования случайных процессов. Лабораторный практикум. Часть 1 (электронное издание)  <a href="http://ebooks.bmstu.ru/catalog/173/book326.html">http://ebooks.bmstu.ru/catalog/173/book326.html</a></p>	4
Тема 2.3	<p>Материал из Википедии: <a href="https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_массового_обслуживания">https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_массового_обслуживания</a>                      Python для обучения научной информатике:                      Моделирование систем массового обслуживания  <a href="https://habr.com/ru/users/devernua/favorites/page38/">https://habr.com/ru/users/devernua/favorites/page38/</a>                      Система массового обслуживания - C++ - Киберфорум: <a href="https://www.cyberforum.ru/cpp-beginners/thread1586881.html">https://www.cyberforum.ru/cpp-beginners/thread1586881.html</a></p>	4

Модуль 3		
Тема 3.1	Введение в нейросети: <a href="https://habr.com/ru/post/342334/">https://habr.com/ru/post/342334/</a> Практическое введение в нейронные сети и глубокое обучение. Часть 1 <a href="https://youtu.be/uaBp0uiLvKQ">https://youtu.be/uaBp0uiLvKQ</a>	4
Тема 3.2	Нейронные сети перцептрон для начинающих: <a href="https://radioprogram.ru/post/781">https://radioprogram.ru/post/781</a> Обратное распространение ошибки. Backpropagation. Многослойный перцептрон (пример на пальцах). <a href="https://youtu.be/dDDLyxWuZvA">https://youtu.be/dDDLyxWuZvA</a>	4
Тема 3.3	Самоорганизующаяся карта Кохонена <a href="https://youtu.be/KuJTnLHeVU8">https://youtu.be/KuJTnLHeVU8</a> Нейронные сети для чайников. Сеть Кохонена <a href="https://habr.com/ru/post/143668/">https://habr.com/ru/post/143668/</a>	4
Тема 3.4	Нейронная сеть Хопфилда на пальцах <a href="https://habr.com/ru/post/301406/">https://habr.com/ru/post/301406/</a> Hopfield Networks is All You Need (Paper Explained) <a href="https://youtu.be/nv6oFDp6rNQ">https://youtu.be/nv6oFDp6rNQ</a>	4
Тема 3.5	Нечеткая логика — математические основы <a href="https://basegroup.ru/community/articles/fuzzylogic-math">https://basegroup.ru/community/articles/fuzzylogic-math</a> Fuzzy Logic Toolbox <a href="https://youtu.be/bel107v7_HU">https://youtu.be/bel107v7_HU</a>	4
Модуль 4		
Тема 4.1	Матричные игры: примеры решения задач <a href="https://function-x.ru/games_matrix_games.html">https://function-x.ru/games_matrix_games.html</a> Решение матричной игры в Excel <a href="https://math.semestr.ru/games/excel.php">https://math.semestr.ru/games/excel.php</a> Теория игр. Лекция 2. Решение матричной игры в чистых стратегиях <a href="https://youtu.be/QaP18lQYKIA">https://youtu.be/QaP18lQYKIA</a> Теория игр. Лекция 3. Решение матричной игры в смешанных стратегиях <a href="https://youtu.be/k04kv9FtnX0">https://youtu.be/k04kv9FtnX0</a>	4
Модуль 5		
Тема 5.1	Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.- [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm">https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm</a> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)	6
Тема 5.2	Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.- [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm">https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm</a> - Режим доступа: свободный (дата обращения	6

	06.12.2020)	
Модуль 6		
Тема 6.1	Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.- [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm">https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm</a> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)	6
Тема 6.2	Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018. - 36 с.- [Электронный ресурс]: URL: <a href="https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm">https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:uchebnoe_posobie.htm</a> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)	6
	ИТОГО	72

### РАЗДЕЛ 3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) И КРИТЕРИИ ОЦЕНОК ОСВОЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

#### 3.1. Оценочные средства для текущего контроля

##### *Типовые тестовые задания по модулю 1 (примеры)*

##### ***Вопрос №1 (тип Множественный выбор)***

Систем какого вида НЕ существует?

1. Динамических
2. Стохастических
3. Неопределенных
- 4. Эмпирических**
5. Дискретных
6. Детерминированных

##### ***Вопрос №2 (тип Множественный выбор)***

Неопределенные системы подразделяются на:

- 1. Системы с неизученными взаимосвязями**
- 2. Природные**
3. Статические
4. Динамические
5. Детерминированные
6. Неопределенные
- 7. Игровые**

8. Случайные
9. Недетерминированные
10. Непрерывные

**Вопрос №3 (тип Пропуски)**

Детерминированные системы можно разделить на статические и динамические.

**Вопрос №4 (тип Пропуски)**

Стохастические динамические системы можно разделить на непрерывные и дискретные.

**Типовые тестовые задания по модулю 2 (примеры)**

**Вопрос №1 (тип Пропуски)**

Дано вербальное описание задачи:

Автогараж располагает 3 видами грузовых машин: А, Б, В грузоподъемностью 8т, 4т и 3т соответственно. Одна машина типа А тратит на выполнение работы 60л бензина, типа Б - 30л, типа С - 20л. Найти число машин, исходя из следующих условий:

- затраты бензина не превосходят 3000л,
- объем перевозок не менее 300т,
- суммарное количество машин минимально.

Заполните пропуски построенной для этой задачи аналитической модели (здесь  $X_1$  – количество машин вида А,  $X_2$  – количество машин вида Б,  $X_3$  – количество машин вида В).

Целевая функция:

$$F(X) = \underline{1} X_1 + \underline{1} X_2 + \underline{1} X_3 \Rightarrow \min$$

Ограничения:

$$\underline{60}X_1 + \underline{30}X_2 + \underline{20}X_3 \leq \underline{3000}$$

$$\underline{8}X_1 + \underline{4}X_2 + \underline{3}X_3 \geq \underline{300}$$

$$X_i \geq \underline{0}, (i=1,3)$$

**Вопрос №2 (тип Множественный выбор)**

Дано вербальное описание задачи:

Проверка деятельности частного предприятия налоговыми органами. Предприниматель получает или теряет при проведении сделки определенную сумму. Всего за отчетный период было проведено три сделки, однако отчет за первую сделку представлен не был. Предприниматель уверяет, что сделка прошла с убытком. Известно, что во второй сделке он получает 350 долларов, а в третьей теряет 60. В конце отчетного периода общая прибыль составила 200. Сколько он получил или потерял в первой сделке?

Аналитическая модель данной задачи представляет собой:

1. Дифференциальное уравнение
2. Систему дифференциальных уравнений

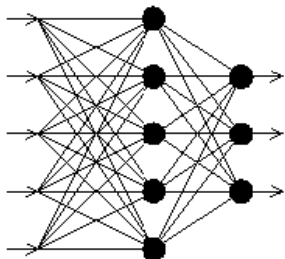
### 3. Линейное уравнение

4. Систему линейных уравнений
5. Оптимизационную задачу (задачу с целевой функцией)
6. Ни одно из утверждений неверно

#### Типовые тестовые задания по модулю 3 (примеры)

**Вопрос №1 (тип Множественный выбор).** Отметьте правильный ответ.

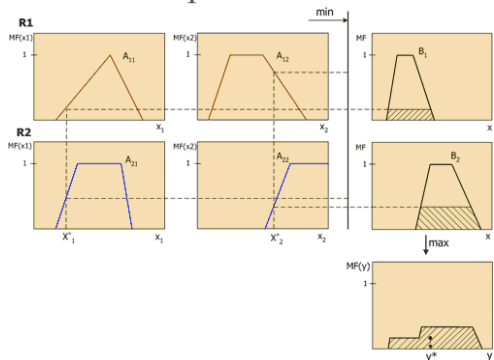
Нейронная сеть на рисунке ниже представляет собой...



- А. Сеть Кохонена
- Б. Сеть Хопфилда
- В. Многослойный персептрон
- Г. Персептрон Розенблатта
- Д. Вероятностную нейронную сеть

#### Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Отметьте правильный ответ. На рисунке ниже представлена схема ...



- А. обучения многослойного персептрона
- Б. нечеткого логического вывода
- В. работы системы массового обслуживания с конечной очередью
- Г. определения функций активации искусственного нейрона
- Д. моделирования равномерной случайной величины
- Е. системы Simulink

#### Типовые тестовые задания по модулю 4 (примеры)

#### Вопрос №1 (тип Множественный выбор)

Отметьте правильный ответ. Парная игра – это игра

- А. с двумя участниками
- Б. с двумя постоянными коалициями
- В. оба ответа: А. и Б.

#### Вопрос №2 (тип Множественный выбор)

Отметьте все правильные ответы. Правила игры регламентируют:

- А. возможные варианты действий игроков

- Б. объем информации каждой стороны о поведении другой
- В. исход игры, к которому приводит каждая совокупность ходов
- Г. платежную матрицу
- Д. стратегии игроков, приводящие к тому или иному исходу

**Вопрос №4 (тип Множественный выбор)**

- Отметьте правильный ответ. Игра называется конечной, если
- А. у каждого игрока имеется только конечное число стратегий
  - Б. хотя бы у одного игрока имеется только конечное число стратегий
  - В. у каждого игрока имеется только конечное число ходов

**Типовые тестовые задания по модулю 5 (примеры)**

**Вопрос №1 (тип Множественный выбор)**

Вероятностная автоматная модель относится к классу:

- а. непрерывно-детерминированных моделей
- б. дискретно-детерминированных моделей
- в. дискретно-стохастических моделей
- г. непрерывно-стохастических моделей

**Вопрос №2 (тип Множественный выбор)**

Перечислите основные оценки имитационного моделирования:

- а. оценка качества имитационной модели
- б. оценка длительности моделирования
- в. оценка адекватности
- г. оценка риска
- д. оценка устойчивости
- е. оценка доступности
- ж. оценка чувствительности

**Вопрос №3 (тип Множественный выбор)**

По классификация типовых математических схем моделирования определите систему массового обслуживания:

- а) F- схемы,
- б) Q- схемы,
- в) P- схемы,
- в) A- схемы

**Типовые тестовые задания по модулю 6 (примеры)**

**Вопрос №1 (тип Множественный выбор)**

Укажите метод кластерного анализа, определяемый по формуле

$$V_k = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{jk})^2 :$$

- а) Метод средней связи,
- б) Взвешенное попарное среднее,
- в) Метод Уорда,
- г) Взвешенный центроидный метод.



**Вопрос №2** Вычислите элемент  $a$  поля  $GF(2^4)$  по выражению  $a \equiv (1001) \cdot (1001) \pmod{10011}$ .

**Вопрос №3 (тип Множественный выбор)**

По формуле  $d(X_i, X_j) = \sum_{k=1}^n |x_{ik} - x_{jk}|$  определяется следующее расстояние

- а) Евклидово расстояние;
- б) Расстояние Чебышева;
- в) Расстояние городских кварталов;
- г) Степенное расстояние.

**Типовые вопросы при оценке выполнения лабораторной работы (примеры)**

Используя экспериментальные данные из таблицы № 1 необходимо построить несколько аналитических моделей зависимости и вычислить коэффициент детерминации  $R^2$ . При ручной обработке экспериментальных данных:

- 1) **определите численные коэффициенты** функции регрессии (линейной или нелинейной);
- 2) **оцените силу** найденной регрессионной зависимости на основе коэффициента детерминации  $R^2$
- 3) **сделайте прогноз** (при  $R^2 > 75\%$ ) или сделать вывод о невозможности прогнозирования с помощью найденной регрессионной зависимости.  $75\% > R^2$
- 4) при **невозможности прогноза**, найдите (подберите) нелинейную регрессию, чтобы выполнилось предыдущее условие.

**3.2 Форма и организация промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (модуля)**

Промежуточная аттестация проводится в два этапа: **тестирование и письменное выполнение заданий экзаменационного билета.**

**Тестирование** проводится с целью оценки уровня освоения обучающимися модулей 1 - 4 в формате онлайн-курса «Компьютерное моделирование».

Выполнение **заданий экзаменационного билета** проводится с целью оценки уровня освоения обучающимися модулей 5 – 6.

**Типовые тестовые задания**

**Вопрос №1**

По классификация типовых математических схем моделирования определите систему массового обслуживания:

- а) F- схемы,
- б) Q- схемы,
- в) P- схемы,
- в) A- схемы

**Вопрос №2**

Укажите метод кластерного анализа, определяемый по формуле

$$V_k = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^p (x_{ij} - \bar{x}_{jk})^2 :$$

- а) Метод средней связи,
- б) Взвешенное попарное среднее,
- в) Метод Уорда,
- г) Взвешенный центроидный метод.

**Примеры заданий в экзаменационных билетах для проверки:  
теоретических навыков:**

1. Опишите виды моделирования, дайте их классификацию, перечислите этапы моделирования.
2. Охарактеризуйте метод статистического моделирования, законы больших чисел.
3. Перечислите и опишите принципы построения имитационных моделей.

**практических навыков:**

1. Даны полиномы:  $f_1(x)$ ,  $f_3(x) = x^3 + x^2 + 1$ .

Вычислите:  $f_4(x) = f_1(x) \cdot f_3(x)$ .

2. Постройте псевдослучайную последовательность длины 10 по формуле  $x_{i+1} = (Qx_i) \bmod p$ , где  $Q$  – примитивный элемент,  $p=63$

3. Вычислите число примитивных элементов  $N$  с помощью функции Эйлера для числа  $p=67$ .

Итоговая оценка является средней арифметической оценок, полученных за тестирование и выполнение заданий экзаменационного билета (округление до целого значения).

Таблица 7

Система оценки результатов тестирования (модули 1 - 4)

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 100 до 121	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 80 до 99	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 60 до 79	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 60	Неудовлетворительно

## Система оценки результатов выполнения заданий экзаменационного билета

Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций	Выражение в баллах	Словесное выражение
Освоен превосходный уровень усвоения компетенций	от 86 до 100	Отлично
Освоен продвинутый уровень усвоения компетенций	от 71 до 85	Хорошо
Освоен пороговый уровень усвоения компетенций	от 51 до 70	Удовлетворительно
Не освоен пороговый уровень усвоения компетенций	до 51	Неудовлетворительно

**РАЗДЕЛ 4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)****4.1. Учебно-методическое обеспечение дисциплины (модуля)****4.1.1 Основная литература**

1 Симаков М.Ю. Математика и Мир, М: Самообразование, 2008 г, 134с. (ISBN 978-5-87140-283-2) Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]: URL: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_004095191/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_004095191/) свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

2 Андрущечкин С.М. Компьютерный практикум по физике, Омск, Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ им. Столыпина, 2016г. Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]:

[https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_008566163/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_008566163/) свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

3 Мизюн В. А. Интеллектуальное управление производственными системами и процессами: принципы организации и инструменты / В. А. Мизюн ; Российская акад. наук, Самарский науч. центр. - Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2012. - 213 с. : ил.; 21 см.; ISBN 978-5-93424-590-1 Национальная Электронная библиотека [Электронный ресурс]: [https://rusneb.ru/catalog/000199\\_000009\\_006529314/](https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_006529314/) свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

4 В. М. Кузнецов, В. А. Песошин Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки. - Казань : Изд-во КНИТУ-КАИ, 2013. - 336 с. - Электронная библиотека КНИТУ-КАИ [Электронный ресурс], URL: <http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-2703/813104.pdf/index.html> свободный доступ (дата обращения 06.12.2020)

5 Шелухин О.И. Моделирование информационных систем. [Электронный ресурс]- Электрон. дан. – М.; Горячая линия – Телеком, 2012. – 536 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5204>

6 Петров А.В. Моделирование процессов и систем. [Электронный ресурс]- Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 288 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/68472>

7 Голубева Н.В. Математическое моделирование систем и процессов. [Электронный ресурс]- Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 288 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/76825>

#### 4.1.2. Дополнительная литература

1. Компьютерное моделирование измерительных процессов. Практикум в среде MathCAD на примерах из механики и оптики / Учебное пособие [Электронный ресурс]: URL:

[https://books.ifmo.ru/book/201/kompyuternoe\\_modelirovanie\\_izmeritelnyh\\_processov.praktikum\\_v\\_srede\\_MathCAD\\_na\\_primerah\\_iz\\_mehaniki\\_i\\_optiki/\\_uchebnoe\\_posobie..htm](https://books.ifmo.ru/book/201/kompyuternoe_modelirovanie_izmeritelnyh_processov.praktikum_v_srede_MathCAD_na_primerah_iz_mehaniki_i_optiki/_uchebnoe_posobie..htm) –Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

2. Новиков Б.Ю. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Компьютерное моделирование»: Учебно-методическое пособие. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 42 с. - [Электронный ресурс]: URL:

[https://books.ifmo.ru/book/735/metodicheskie\\_ukazaniya\\_k\\_vypolneniyu\\_laboratornyh\\_rabot\\_po\\_discipline\\_%C2%ABkompyuternoe\\_modelirovanie%C2%BB:\\_uchebno-metodicheskoe\\_posobie..htm](https://books.ifmo.ru/book/735/metodicheskie_ukazaniya_k_vypolneniyu_laboratornyh_rabot_po_discipline_%C2%ABkompyuternoe_modelirovanie%C2%BB:_uchebno-metodicheskoe_posobie..htm) - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

3. Вороненко Б.А., Крысин А.Г., Пеленко В.В., О.А. Цуранов Введение в математическое моделирование - Санкт-Петербург: СПб.: НИУ ИТМО; ИХиБТ, 2014. - 44 с.- [Электронный ресурс]: URL:

[https://books.ifmo.ru/book/1445/vvedenie\\_v\\_matematicheskoe\\_modelirovanie.htm](https://books.ifmo.ru/book/1445/vvedenie_v_matematicheskoe_modelirovanie.htm).- Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4. Иванов С.Е. Математическое моделирование в компьютерных пакетах: Учебное пособие - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2018.- 36 с.- [Электронный ресурс]: URL:

[https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe\\_modelirovanie\\_v\\_kompyuternyh\\_paketah:\\_uchebnoe\\_posobie.htm](https://books.ifmo.ru/book/2168/matematicheskoe_modelirovanie_v_kompyuternyh_paketah:_uchebnoe_posobie.htm) - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

5. Советов Б.Я., Яковлев С.А. Моделирование систем. Практикум. Учеб. пособие для вузов.- М.: Высш. шк., 2005. 295 с. (56 экз.)

6. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. Учеб. пособие - СПб: КОРОНА принт, 2004. 287 с. (12 экз.)

7. Математическая теория планирования эксперимента./Под. ред. С.М.Ермакова.-М.: Наука, 1983. 257 с.

8. Песошин В.А., Кузнецов В.М. Генераторы псевдослучайных и случайных чисел на регистрах сдвига. –Казань: Изд.-во КГТУ, 2007. 296 с.

9. Барковский С.С., Захаров В.М., Лукашов А.М., Нурутдинова А.Р., Шалагин С.В. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики. Учеб. пособие. – Казань: Изд-во КГТУ, 2011. 122 с. (10 экз.).

10. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: учеб. пособие / Э.А. Вуколов.- 2-е изд., испр. и доп. .- М.: Форум, 2012.- 464 с.

### **4.1.3. Методическая литература к выполнению лабораторных работ**

1. Новикова С.В. Специальные разделы теории принятия решений : лаб. практикум / С. В. Новикова ; Мин-во образ-я и науки РФ, Фед. агентство по образованию, ГОУ ВПО "КГТУ им. А.Н. Туполева". - Казань : Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2009. - 39 с. - [Электронный ресурс]: URL: [http://elibs.kai.ru/docs\\_file/803066/HTML/2/index.html](http://elibs.kai.ru/docs_file/803066/HTML/2/index.html)- Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

2. Новикова С.В. Теория принятия решений : лабораторный практикум / С.В. Новикова ; Мин-во образ-я и науки РФ; Федеральное агентство по образ-ю; КГТУ им. А.Н. Туполева. - Казань : Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2007. - 44 с. - [Электронный ресурс]: URL:

<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-462/809792.pdf/index.html> -

Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

3. Кузнецов В.М., Песошин В.А. Генераторы случайных и псевдослучайных последовательностей на цифровых элементах задержки.- Казань: Изд-во Казан. Гос. техн. ун-та, 2013. 336 с.

4. Глова В.И., Захаров В.М., Песошин В.А., Шалагин С.В. Моделирование. Вероятностные дискретные модели. Учеб. пособие. - Казань: Изд-во «АБАК», 1998. 52 с.

## **4.2. Информационное обеспечение дисциплины**

### **4.2.1. Основное информационное обеспечение**

1. С.В. Новикова, Н.Л. Валитова, Э.Ш. Кремлева. Массовый открытый онлайн-курс (МООК) "Компьютерное моделирование". Ссылка на курс: <https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&cid=11093417>

2. Новикова С.В., Валитова Н.Л., Кремлева Э.Ш. Онлайн-курс «Компьютерное моделирование», КНИТУ-КАИ, Электронная образовательная платформа Stepik [Электронный ресурс]: URL: <https://stepik.org/61480>. – Режим доступа: по регистрации (по логину и паролю) (дата обращения 06.12.2020)

3. Новикова С.В., Валитова Н.Л., Кремлева Э.Ш. Онлайн-курс «Компьютерное моделирование», КНИТУ-КАИ, система единого окна online.edu.ru [Электронный ресурс]: <https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&cid=11093417>. - Режим доступа: по регистрации (по логину и паролю) (дата обращения 06.12.2020)

4. Петров А.В. Моделирование процессов и систем. – СПб.: Лань, 2015. – 288 с. [ Электронный ресурс]: курс дистанц. обучения по направлению подготовки специалистов 09.03.01: «Информатика и вычислительная техника» ФГОС3+ / КНИТУ-КАИ, Казань, 2016. – Доступ по логину и паролю. URL: [https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=\\_86247\\_1&course\\_id=\\_9577\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_86247_1&course_id=_9577_1)

### **4.2.2. Дополнительное справочное обеспечение**

1. Новикова С.В., Кремлева Э.Ш. Компьютерное моделирование процессов и систем: курс дистанц. обучения по направлениям подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика», 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», 09.03.04 «Программная инженерия», 01.04.02

«Прикладная математика и информатика», 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника», изд-во КНИТУ-КАИ, Казань, 2015 [Электронный ресурс]: URL:

[https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content\\_id=\\_82788\\_1&course\\_id=\\_9492\\_1](https://bb.kai.ru:8443/webapps/blackboard/execute/content/blankPage?cmd=view&content_id=_82788_1&course_id=_9492_1) – Режим доступа: Доступ по логину и паролю (дата обращения 06.12.2020)

2. Сайт компании-разработчика ПО для нейросетевого моделирования - Продвинутая аналитика без программирования [Электронный ресурс]: URL: <https://basegroup.ru/deductor/description>, Режим доступа: \_\_свободный (дата обращения 06.12.2020)

3. Электронный учебник по нейронным сетям [Электронный ресурс]: URL: <http://neuralnet.info/> - Режим доступа: свободный (дата обращения 06.12.2020)

4. Электронный учебник по пакету Statistica. [Электронный ресурс]: URL: [http://statsoft.ru/resources/statistica\\_text\\_book.php](http://statsoft.ru/resources/statistica_text_book.php) Режим доступа: \_свободный (дата обращения 06.12.2020)

5. Кожевников Ю.В. Введение в математическую статистику. Компьютерный учебник. Казань, КГТУ, 1996. – 146 с. [Электронный ресурс]: URL:<http://e-library.kai.ru/reader/hu/flipping/Resource-624/%D0%9C401.pdf/index.html>, электронная библиотека КНИТУ-КАИ, Режим доступа: \_\_свободный (дата обращения 06.12.2020)

6. Многомерный анализ данных методами прикладной статистики : учеб. пособие / С.С. Барковский, В.М. Захаров, А.М. Лукашовв [и др.].- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2011.- 122 с. Режим доступа: [http://cs.kai.ru/files/Shalagin/Posobie\\_mnogoparametrich\\_analis\\_dannyh\\_methodami\\_prikl\\_stat-ki.pdf](http://cs.kai.ru/files/Shalagin/Posobie_mnogoparametrich_analis_dannyh_methodami_prikl_stat-ki.pdf)

### **4.3. Кадровое обеспечение**

#### **4.3.1 Базовое образование**

Высшее образование в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и/или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники.

#### **4.3.2 Профессионально-предметная квалификация преподавателей**

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению «Прикладная математика и информатика», выполненных в течение трех последних лет.

#### **4.3.3 Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей**

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 1 года); практический опыт работы в области прикладной математики и информатики, вычислительной техники на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее области информатики и вычислительной техники, либо в области педагогики.

#### 4.4 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В табличной форме указывается наименование основных и специализированных учебных лабораторий/аудиторий/кабинетов с перечнем специализированной мебели и технических средств обучения, средств измерительной техники и др., необходимых для освоения заданных компетенций.

Таблица 9

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Наименование раздела (темы) дисциплины	Наименование учебной лаборатории, аудитории, класса (с указанием номера аудитории и учебного здания)	Перечень лабораторного оборудования, специализированной мебели и технических средств обучения	Количество единиц
для лекционных занятий	7 зд. ауд.427,428,435	компьютер, интерактивная доска, маркерная доска, мультимедийный проектор	1;1;1;1
для лабораторных работ	7 зд. ауд.435	компьютеры, интерактивная доска, маркерная доска, мультимедийный проектор	17;1;1;1

**5.1 Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу дисциплины (модуля)**

*Лист регистрации изменений*

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

**5.2 Лист утверждения рабочей программы дисциплины (модуля) на учебный год**

Рабочая программа дисциплины(модуля) утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая кафедра
201_/201_		
201_/201_		
201_/201_		
201_/201_		
201_/20_		