

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

Альметьевский филиал  
Кафедра Естественных дисциплин и информационных технологий



**УТВЕРЖДАЮ**

Директор филиала

 С.В.Юдина

« 31 » 08 2017 г.

Регистрационный номер 200-11-035/1

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины (модуля)

«Математическое и имитационное моделирование»

Индекс по учебному плану: **Б1.В.01.15**

Направление подготовки: **09.03.03 «Прикладная информатика»**

Квалификация: **бакалавр**

Профиль подготовки: **Прикладная информатика в информационной сфере**

Вид(ы) профессиональной деятельности: **производственно-технологическая, организационно-управленческая**

Альметьевск 2017 г.

Рабочая программа составлена на основе Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «12» марта 2015г. № 207 и в соответствии с учебным планом направления 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденным Ученым советом КНИТУ-КАИ «31» августа 2017 г. протокол № 6.

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана доцентом кафедры ЕНДиИТ, канд. техн. наук, В.В. Мокшиным

утверждена на заседании кафедры ЕНДиИТ протокол №1 от 31.08.2017 г.

И.о. заведующий кафедрой ЕНДиИТ, профессор, д-р экон. наук С.В. Юдина.

Рабочая программа дисциплины (модуля)	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
СОГЛАСОВАНА	Кафедра, ответственная за ОП	31.08.2017	№1	И.о.зав. кафедрой С.В.Юдина (подпись)
ОДОБРЕНА	Учебно-методическая комиссия АФ КНИТУ-КАИ	31.08.2017	П-0424-100.3 01(2017)	председатель УМК Е.И.Егорова (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Научно-техническая библиотека АФ КНИТУ-КАИ	31.08.2017	—	заведующая НТБ Г.А.Зимина (подпись)
СОГЛАСОВАНА	Учебно-методический отдел АФ КНИТУ-КАИ	31.08.2017	—	заведующая УМО Г.М. Муфыхарова (подпись)

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

### **1.1 Цель изучения дисциплины (модуля)**

Цель дисциплины: получение обучающимися знаний о современных методах и средствах математического и имитационного моделирования систем, основанных на современных CASE-технологиях, а также формирование навыков самостоятельного применения информационных систем (ИС) при разработке и внедрении математических и имитационных моделей в сфере экономики и управления.

### **1.2 Задачи дисциплины (модуля)**

Основные задачи дисциплины:

- формирование целостного представления об основных моделях, методах и средствах проектирования ИС в сфере экономики и управления;
- овладение практическими навыками в использовании технологий проектирования ИС в сфере экономики и управления;
- формирование умений решения задач создания, внедрения, анализа и сопровождения ИС в сфере экономики и управления, в том числе с применением современных программных комплексов;

Предметом изучения дисциплины являются принципы, стратегии и комплексы, относящиеся к методам и способам получения математических и имитационных моделей, связанные с разработкой и внедрением на предприятиях программных стратегий и оптимального управления системами, в том числе и сложными, в различных прикладных областях исследований.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО**

Дисциплина «Математическое и имитационное моделирование» входит в Вариативную часть Блока Б1 «Дисциплины (модули)», читается в пятом семестре на третьем курсе для очной формы обучения и в пятом семестре на третьем курсе для заочной формы обучения по профилю «Прикладная информатика в информационной сфере».

## 1.4 Объем дисциплины (модуля) (с указанием всех видов учебной работы)

Таблица 1а

Объем дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:	
	в ЗЕ	в час	5	
			в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>2,5</i>	<i>90</i>	<i>2,5</i>	<i>90</i>
Лекции	1	36	1	36
Лабораторные работы	1	36	1	36
Практические занятия	0,5	18	0,5	18
<i>Самостоятельная работа обучающегося</i>	<i>1,5</i>	<i>54</i>	<i>1,5</i>	<i>54</i>
Проработка учебного материала	0,5	18	0,5	18
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	1	36
Промежуточная аттестация:			экзамен	

Таблица 1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		Семестр:	
	в ЗЕ	в час	5	
			в ЗЕ	в час
<b>Общая трудоемкость дисциплины (модуля)</b>	<b>4</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>144</b>
<i>Аудиторные занятия</i>	<i>0,7</i>	<i>24</i>	<i>0,7</i>	<i>24</i>
Лекции	0,3	10	0,3	10
Лабораторные работы	0,3	10	0,3	10
Практические занятия	0,1	4	0,1	4
<i>Самостоятельная работа обучающегося</i>	<i>3,3</i>	<i>120</i>	<i>3,3</i>	<i>120</i>
Проработка учебного материала	3,1	111	3,1	111
Курсовой проект				
Курсовая работа				
Подготовка к промежуточной аттестации	0,2	9	0,2	9
Промежуточная аттестация:			экзамен	

## 1.5 Планируемые результаты обучения

Таблица 2

### Формируемые компетенции

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)	Уровни усвоения составляющих компетенций		
	Пороговый	Продвинутый	Превосходный
<b>ОПК-2 способность анализировать социально-экономические задачи и процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования</b>			
<b>Знать</b> основы системного анализа и построения моделей объектов программирования (ОПК-23)	<b>Знать</b> метод алгоритмизации для построения модели объекта программирования	<b>Знать</b> методы алгоритмизации, программного управления при построении моделей объектов программирования	<b>Знать</b> методы системного анализа для построения моделей объектов программирования
<b>Уметь</b> представлять процессы в виде имитационных моделей (ОПК-2У)	<b>Уметь</b> выполнять отдельные основные процедуры сбора и анализа для построения сеточной модели	<b>Уметь</b> выполнять процедуры сбора и анализа информации для моделирования в предметной области	<b>Уметь</b> выполнять процедуры сбора и анализа для произвольной предметной области
<b>Владеть</b> современными методиками математического моделирования явлений и процессов (ОК-2В)	<b>Владеть</b> основными процедурами сетевого планирования и имитационного моделирования	<b>Владеть</b> методикой математического программирования в предметной области	<b>Владеть</b> методикой математического и имитационного программирования в произвольной области
<b>ПК-14 способность осуществлять ведение базы данных и поддержку информационного обеспечения решения прикладных задач</b>			
<b>Знать</b> алгоритмы моделирования случайных процессов (ПК-14З)	<b>Знать</b> классификацию видов математического моделирования.	<b>Знать</b> различные виды распределений (равномерное, биномиальное, нормальное, пуассоновское).	<b>Знать</b> алгоритмы моделирования случайных процессов.
<b>Уметь</b> применять макроэкономические и микроэкономические модели (ПК-14У)	<b>Уметь</b> строить модели экономических систем и объектов.	<b>Уметь</b> генерировать непрерывные случайные величины различными методами (обратной функции, суперпозиции, исключения).	<b>Уметь</b> применять макроэкономические и микроэкономические модели.
<b>Владеть</b> навыками использования имитационных моделей для планирования функционирования и развития предприятия (ПК-14В)	<b>Владеть</b> методами моделирования.	<b>Владеть</b> основными принципами построения имитационных моделей, методами их расчетов.	<b>Владеть</b> навыками использования имитационных моделей для планирования функционирования и развития предприятия.

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

### 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость и применяемые образовательные технологии

Таблица 3а

Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах/ интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания</i>						<i>ФОС ТК-1 Тестирование</i>	
Тема 1.1 Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях	8	3	3	1	1	<i>ОПК-23 ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.2 Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели	10	3	3	2	2	<i>ОПК-23 ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.3 Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.	8	3	3	1	1	<i>ОПК-23 ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
<i>Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование</i>						<i>ФОС ТК-2</i>	

Тема 2.1 Метод Монте-Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.	10	3	3	2	2	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.2 Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.	8	3	3	1	1	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.3 Основные понятия имитационного моделирования	10	3	3	2	2	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.4 Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования	8	3	3	1	1	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
<i>Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD</i>							ФОС ТК-3
Тема 3.1 Моделирование времени в GPSS World	10	3	3	2	2	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.2 Объектная модель GPSS World	8	3	3	1	1	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.3 Основные операторы GPSS World	10	3	3	2	2	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.4 Моделирование одноканального устройства обслуживания	8	3	3	1	1	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.5 Визуализация процесса функционирования системы	10	3	3	2	2		Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Экзамен	36				36	<i>ОПК-23 ПК-143 ОПК-2У</i>	ФОС ПА Собеседование

						ПК-14У ОПК-2В ПК-14В	
ИТОГО:	144	36	36	18	54		

Таблица 3б

Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)				Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания</i>						<i>ФОС ТК-1 Тестирование</i>	
Тема 1.1 Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях	11	1	1		9	ОПК-23 ПК-14З	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 1.2 Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели	12	1	1	1	9	ОПК-23 ПК-14З	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.3 Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.	11	1	1		9	ОПК-23 ПК-14З	Собеседование, защита лабораторной работы
<i>Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование</i>						<i>ФОС ТК-2</i>	
Тема 2.1 Метод Монте-	11	1	1		9	ОПК-2У	Собеседование,



Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.						<i>ПК-14У</i>	защита лабораторной работы
Тема 2.2 Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.	11	1	1		9	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 2.3 Основные понятия имитационного моделирования	12	1	1	1	9	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.4 Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования	10	1			9	<i>ОПК-2У ПК-14У</i>	Собеседование
<i>Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD</i>							ФОС ТК-3
Тема 3.1 Моделирование времени в GPSS World	11		1	1	9	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.2 Объектная модель GPSS World	11	1	1		9	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 3.3 Основные операторы GPSS World	10	1			9	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование
Тема 3.4 Моделирование одноканального устройства обслуживания	12	1	1	1	9	<i>ОПК-2В ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.5 Визуализация процесса функционирования системы	13		1		12		Собеседование, защита лабораторной работы
Экзамен	9				9	<i>ОПК-23 ПК-14З ОПК-2У ПК-14У ОПК-2В ПК-14В</i>	ФОС ПА Собеседование
ИТОГО:	144	10	10	4	120		

Таблица 4

## Матрица компетенций по разделам РП

Наименование раздела (тема)	Формируемые компетенции (составляющие компетенций)					
	ОПК-2			ПК-14		
	ОПК-23	ОПК-2У	ОПК-2В	ПК-14З	ПК-14У	ПК-14В
<i>Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания</i>						
Тема 1.1 Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях	*			*		
Тема 1.2 Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели	*			*		
Тема 1.3 Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.	*			*		
<i>Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование</i>						
Тема 2.1 Метод Монте-Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.		*			*	
Тема 2.2 Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.		*			*	
Тема 2.3 Основные понятия имитационного моделирования						
Тема 2.4 Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования		*			*	
<i>Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD</i>						
Тема 3.1 Моделирование времени в GPSS World			*			*
Тема 3.2 Объектная модель GPSS World			*			*
Тема 3.3 Основные операторы GPSS World			*			*
Тема 3.4 Моделирование одноканального устройства обслуживания			*			*
Тема 3.5 Визуализация процесса функционирования системы			*			*

## **2.2 Содержание дисциплины (модуля)**

### **Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания**

**Тема 1.1** *Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании.*

Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях.

**Литература:** [1, с.7-14].

**Тема 1.2** *Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели.*

Экономическая оценка стоимости. Системный подход. Выявление зависимости между факторами, оценка скрытых факторов. Прогнозирование. Планирование. Анализ. Оптимизация. Внешние и внутренние факторы. Общие требования к экономико-математическим моделям. Принципы построения экономико-математических моделей. Последовательность построения экономико-математических моделей.

**Литература:** [1, с.16-35].

**Тема 1.3** *Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.*

Пуассоновский поток событий. Поток обслуживания. Резервирование устройств. Интенсивности переходов. Система уравнений Колмогорова. Многоканальное устройство обслуживания. Задача Эрланга. Пример применения формулы Эрланга. Устройство обслуживания с очередью. Система массового обслуживания с неограниченной очередью. Пример системы массового обслуживания с очередью. Система с непуассоновским потоком обслуживания. Имитационное моделирование. Проблемы изучения нового объекта новым методом. Задачи, решаемые имитационным моделированием

**Литература:** [1, с.38-62].

## **Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел.**

### **Имитационное моделирование**

**Тема 2.1** *Метод Монте-Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.*

Вычисление интегралов методом Монте-Карло. Способы генерации последовательности случайных чисел. Проверка качества последовательности.

**Литература:** [1, с.49-61].

**Тема 2.2** *Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.*

Оценка статистических характеристик последовательности. Проверка гипотезы о виде распределения. Проверка отсутствия автокорреляций между значениями элементов последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения. Биноминальное распределение. Непрерывное распределение с заданной плотностью вероятности. Распределение Пуассона. Экспоненциальное распределение.

**Литература:** [1, с.64-79].

**Тема 2.3** *Основные понятия имитационного моделирования.*

Объектно-ориентированный подход в программировании. Расширение понятия «заявка». Транзакт. Моделирование устройства обслуживания. Очереди. Управление моделируемым объектом. Генерация последовательности случайных событий. Средства наблюдения за состоянием модели. Автоматизация вычислительного эксперимента.

**Литература:** [1, с.81-89].

**Тема 2.4** *Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования.*

Перечень имитационных моделей.

**Литература:** [1, с.89-92].

## **Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD**

**Тема 3.1** *Моделирование времени в GPSS World.*

*ЧАСЫ модельного времени. Особенности ЧАСОВ GPSS.*

**Литература:** [1, с.102-103].

**Тема 3.2** *Объектная модель GPSS World.*

Метка оператора. Операция. Список операндов.

**Литература:** [1, с.103-105].

**Тема 3.3** *Основные операторы GPSS World.*

Блок генерации транзактов GENERATE. Элементы, отображающие одноканальные обслуживающие устройства. Организация очереди. Блоки QUEUE, DEPART. Наблюдение за очередью. Оператор QTABLE.

**Литература:** [1, с.105-114].

**Тема 3.4** *Моделирование одноканального устройства обслуживания.*

Постановка задачи.

**Литература:** [1, с.117-130].

**Тема 3.5** *Визуализация процесса функционирования системы.*

Идентификация модели. Валидация и верификация модели.

**Литература:** [1, с.131-134].

### **2.3 Курсовой проект/курсовая работа**

Курсовой проект/курсовая работа по дисциплине «Математическое и имитационное моделирование» учебным планом не предусмотрены.

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

### 3.1 Оценочные средства для текущего контроля

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля (ФОС ТК) является составной частью РП дисциплины (модуля) и хранится на кафедре.

Таблица 5

Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	Вид оценочных средств	Примечание
1	2	3	4
1.	Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания	ФОС ТК-1	Вопросы для собеседования. Задания для лабораторных и практических работ. Тест текущего контроля дисциплины по первому разделу (модулю) (ФОС ТК-1)
2.	Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование	ФОС ТК-2	Вопросы для собеседования. Задания для лабораторных и практических работ. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-2)
3.	Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD	ФОС ТК-3	Вопросы для собеседования. Задания для лабораторных и практических работ. Тест текущего контроля дисциплины по второму разделу (модулю) (ФОС ТК-3)

### 3.2 Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Виды и способы моделирования.
2. Модели элементов замкнутой экономической системы.
3. Устойчивость и качество процессов управления. Устойчивость по Л.М Ляпунову. Показатели качества.
4. Модель взаимодействия простого производственного объекта (ППО) с рынком. Условия стабильного рынка.
5. Модели Леонтьевского типа «Затраты-Выпуск». Задача межотраслевого баланса.
6. Система уравнений ППО. Потоки ОПФ и ОБПФ как вектора с пропорциональными компонентами.
7. Модель «Черного ящика» для имитационного моделирования сложных систем.

8. Уравнение выпуска продукции для ППО.
9. Производственная функция Кобба-Дугласа.
10. Понятие «Система управления». Системы «простые» и «сложные».

### **3.3 Примерный перечень вопросов к текущему контролю**

1. Понятие модели, моделирования. Предметные, аналоговые и математические модели. Общая схема метода моделирования сложных систем.
2. Метод математического моделирования. Классификация моделей. Перспективы применения многопроцессорных вычислительных систем.
3. Построение стационарной модели по дискретному набору данных. Связь задачи идентификации параметров стационарной модели типа “черный ящик” с задачей интерполяции и задачей наилучшего приближения функции.
4. Системы Чебышева. Определение системы Чебышева. Критерий (эквивалентное определение). Два классических примера чебышевских систем – пространство многочленов и пространство тригонометрических многочленов. Общий вид интерполирующей функции.
5. Линейная интерполяция. Практический способ интерполяции. Прямое построение интерполяционного многочлена Лагранжа и тригонометрического интерполяционного многочлена.
6. Разделенные разности. Интерполяционный многочлен в форме Ньютона. Интерполяция с кратными узлами. Многочлены Эрмита. Задачи на построение эрмитовых сплайнов.
7. Метод наименьших квадратов. Идея метода. Общая постановка задачи наилучшего приближения в гильбертовом пространстве. Неравенство Коши–Буняковского. Матрица Грама. Процесс ортогонализации Шмидта.
8. Интерполяционный и сглаживающий сплайны. Прямое построение кубического сплайна Эйлера. Граничные условия. Принцип минимума потенциальной энергии. Определение сглаживающего сплайна. Алгоритм построения.
9. Равномерное приближение. Постановка задачи равномерного приближения. Существование решения. Единственность (теорема Хаара).

Теорема Чебышева об альтернансе. Восстановление элемента наилучшего равномерного приближения по заданному альтернансу. Алгоритм построения альтернанса.

10. Идентификация параметров нестационарной модели. Общая схема математического моделирования процесса с учетом эффектов памяти на основе дифференциальных и интегральных уравнений. Модель Больцмана–Вольтера.

### **3.4 Оценочные средства для промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации (ФОС ПА) является составной частью РП дисциплины, разработан в виде отдельного документа, в соответствии с положением о ФОС ПА.

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

По итогам освоения дисциплины проведение экзамена и зачета проводится в два этапа: тестирование и устное собеседование.

Первый этап проводится в виде тестирования.

Тестирование ставит целью оценить пороговый уровень освоения обучающимися заданных результатов, а также знаний и умений, предусмотренных компетенциями.

Для оценки превосходного и продвинутого уровня усвоения компетенций проводится второй этап в виде устного собеседования и письменного ответа на вопросы.

### **3.6 Критерии оценки промежуточной аттестации**

Результаты промежуточного контроля заносятся в АСУ «Деканат» в баллах.

Таблица 6

Система оценки промежуточной аттестации

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. Математическое и имитационное моделирование : учеб. пособие / А.И. Безруков, О.Н. Алексенцева. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 227 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://www.znaniium.com>]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/textbook\\_59006f8ec13df8.73891496](http://www.dx.doi.org/10.12737/textbook_59006f8ec13df8.73891496).

#### **4.1.2 Дополнительная литература**

-

### **4.2 Информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **4.2.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

##### **«Интернет»**

1. Электронная библиотека: <http://www.bibliotekar.ru/>
2. Математическое и имитационное моделирование [Электронный курс] Доступ по логину и паролю. URL: <https://bb.kai.ru:8443/>
3. Национальный открытый университет «Интуит» - <http://www.intuit.ru>

#### **4.2.2 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office.
3. AnyLogic
4. Statistica Base 10 for Windows Ru

### **4.3 Кадровое обеспечение**

#### **4.3.1 Базовое образование**

Высшее образование в предметной области технические науки и /или наличие ученой степени и/или ученого звания в указанной области и /или наличие дополнительного профессионального образования – профессиональной переподготовки в области технических наук /или наличие заключения экспертной

комиссии о соответствии квалификации преподавателя профилю преподаваемой дисциплины.

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

Наличие научных и/или методических работ по организации или методическому обеспечению образовательной деятельности по направлению технические науки, 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 предметной области на должностях руководителей или ведущих специалистов более 3 последних лет.

Обязательное прохождение повышения квалификации (стажировки) не реже чем один раз в три года соответствующее предметной области, 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 7

Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

<b>Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа</b>
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа №105	Комплект учебной мебели: столы аудиторные двухместные, столы аудиторные трехместные, блоки стульев двухместные, блоки стульев трехместные, стол преподавателя, стул полумягкий, трибуна, доска настенная. Проектор - мультимедиа NEC NP1250	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Win 7 Russian Academic. Контракт №61 от 09.12.2011 Лицензия 62281418 Договор № 09-00250095/1 от 11.01.2010</li> <li>• Kaspersky Endpoint Security для бизнеса –</li> </ul>

	<p>LCD/3700 ANSI Iumen.XGA 600 1 lens shift 3D Reform RJ45 RS2 (NP1250 G); настенный экран Lumien Master Picture; ноутбук ASUS K53S</p>	<p>Расширенный Russian Edition/ 250-499 Node 1 year NFR Licence. Сублицензионный договор №УТ023770 от 31.05.2017 Лицензия: 013E-170428-063753-377-140 от 01.06.2017</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office 2013. Контракт №24 от 16.08.2013 Договор №13-00290820 от 17.09.2013 Лицензия: 62281416</li> <li>• Statistica Base 10 for Windows Ru. Контракт №26 от 23.08.2013 Серийный номер (SN) BXXR310G102923FA-5</li> </ul>
<p>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа №212 - компьютерный класс</p>	<p>Комплекты учебной мебели: столы компьютерные, столы письменные, стул полумягкий, стулья жесткие, трибуна, доска напольная на колесиках. Проектор SONY VPL-DX120 3LCD (0.63"), Настенный экран Lumien Master Picture 16 раб. мест. Системный блок: Intel Core i3 3220, 3.3 GHz, 4 GB ОЗУ, 500 GB; Монитор: ViewSonic VA2248-LED; коммутатор D-Link DES-1026G/E 24 port</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Win 7 Russian Academic. Контракт №61 от 09.12.2011 Договор № 09-00250095/1 от 11.01.2010 Лицензия 62281418</li> <li>• Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition/ 250-499 Node 1 year NFR Licence. Сублицензионный договор №УТ023770 от 31.05.2017 Лицензия: 013E-170428-063753-377-140 от 01.06.2017</li> <li>• Microsoft Office 2010. Контракт №61 от 09.12.2011 Лицензия: 49379847</li> <li>• Dreamweaver CS6 12/0 MLP АОО Licence RU (65168462)/ Certificate. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензия № 11706414</li> <li>• Университетские комплекты программного обеспечения: SprutCAD, SprutOKP, SprutTP, SprutCAM, NCTuner, СПРУТ. Договор №678/12 от 12.12.2012</li> <li>• Project Expert. Версия: 7/57 Tutorial/ Договор №0017/1П-06 от 15.02.17 Регистрационный номер</li> </ul>

		<p>22204N</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Комплекс автоматизированных систем ЗАО «АСКОН»: Учебный комплект КОМПАС-3D V14 MCAD; компас-Электрик, универсальный механизм Express. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензионное соглашение: АГ-13-01242</li> <li>• BlackBoard Контракт №030_ НИУ от 18.03.2013</li> </ul>
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы №104</p>	<p>Комплект учебной мебели: столы аудиторные двухместные, столы аудиторные трехместные, блоки стульев двухместные, блоки стульев трехместные, стол преподавателя, столы компьютерные, стулья полумягкие, трибуна, доска настенная.</p> <p>Проектор SONY VPL-DX120 3LCD (0.63"); настенный экран Lumien Master Picture</p> <p>6 раб. мест: Системный блок: Intel Core 2 Duo, 2.9 GHz, 2 GB ОЗУ, 250 GB; Монитор Samsung SyncMaster 740n; коммутатор D-Link DES-1026G/E 24 port</p> <p>Плакаты, стенды</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Win XP Russian Academic. Контракт №147 от 11.07.2005, доп. Соглашение №4 Лицензия 62281418</li> <li>• Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition/ 250-499 Node 1 year NFR Licence. Сублицензионный договор №УТ023770 от 31.05.2017 Лицензия: 013E-170428-063753-377-140 от 01.06.2017</li> <li>• Microsoft Office 2010. Контракт №61 от 09.12.2011 Лицензия: 49379847</li> <li>• Комплекс автоматизированных систем ЗАО «АСКОН»: Учебный комплект КОМПАС-3D V14 MCAD; компас-Электрик, универсальный механизм Express. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензионное соглашение: АГ-13-01242</li> <li>• 1с: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях. Договор №П11-1117/1 от 17.11.2011 Лицензия №9985995 от 09.01.2012</li> <li>• Embracadero RAD Studio 10.2 Лицензия: 479109</li> <li>• КОМПАС-3D. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензия: №АГ-13-01242</li> <li>• СПРУТ. Договор №678/12 от 12.12.2012</li> </ul>

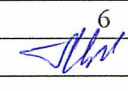

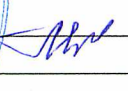

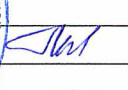
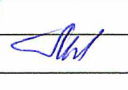
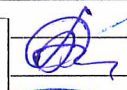
		<p>Лицензия: № 978-12</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BlackBoard. Контракт №030 НИУ от 18.03.2013</li> </ul>
<p>Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций №104</p>	<p>Комплект учебной мебели: столы аудиторные двухместные, столы аудиторные трехместные, блоки стульев двухместные, блоки стульев трехместные, стол преподавателя, столы компьютерные, стулья полумягкие, трибуна, доска настенная.</p> <p>Проектор SONY VPL-DX120 3LCD (0.63"); настенный экран Lumien Master Picture</p> <p>6 раб. мест: Системный блок: Intel Core 2 Duo, 2.9 GHz, 2 GB ОЗУ, 250 GB; Монитор Samsung SyncMaster 740n; коммутатор D-Link DES-1026G/E 24 port</p> <p>Плакаты, стенды</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Win XP Russian Academic. Контракт №147 от 11.07.2005, доп. Соглашение №4 Лицензия 62281418</li> <li>• Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition/ 250-499 Node 1 year NFR Licence.</li> </ul> <p>Сублицензионный договор №УТ023770 от 31.05.2017 Лицензия: 013E-170428-063753-377-140 от 01.06.2017</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office 2010. Контракт №61 от 09.12.2011 Лицензия: 49379847</li> <li>• Комплекс автоматизированных систем ЗАО «АСКОН»: Учебный комплект КОМПАС-3D V14 MCAD; компас-Электрик, универсальный механизм Express. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензионное соглашение: АГ-13-01242</li> <li>• 1с: Предприятие 8. Комплект для обучения в высших и средних учебных заведениях. Договор №П11-1117/1 от 17.11.2011 Лицензия №9985995 от 09.01.2012</li> <li>• Embracadero RAD Studio 10.2 Лицензия: 479109</li> <li>• КОМПАС-3D. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензия: №АГ-13-01242</li> <li>• СПРУТ. Договор №678/12 от 12.12.2012 Лицензия: № 978-12</li> <li>• BlackBoard. Контракт №030 НИУ от 18.03.2013</li> </ul>
<p>Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Комплекты учебной мебели: столы компьютерные, столы письменные, стул полумягкий, стулья жесткие, трибуна, доска напольная на колесиках.</p> <p>Проектор SONY VPL-DX120 3LCD (0.63"), Настенный экран Lumien Master</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Win 7 Russian Academic. Контракт №61 от 09.12.2011 Договор № 09-00250095/1 от 11.01.2010 Лицензия 62281418</li> <li>• Kaspersky Endpoint</li> </ul>

<p>(компьютерный класс №212)</p>	<p>Picture 16 раб. мест. Системный блок: Intel Core i3 3220, 3.3 GHz, 4 GB ОЗУ, 500 GB; Монитор: ViewSonic VA2248-LED; коммутатор D-Link DES-1026G/E 24 port</p>	<p>Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition/ 250-499 Node 1 year NFR Licence. Сублицензионный договор №УТ023770 от 31.05.2017 Лицензия: 013E-170428-063753-377-140 от 01.06.2017</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microsoft Office 2010. Контракт №61 от 09.12.2011 Лицензия: 49379847</li> <li>• Dreamweaver CS6 12/0 MLP AOO Licence RU (65168462)/ Certificate. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензия № 11706414</li> <li>• Университетские комплекты программного обеспечения: SprutCAD, SprutOKP, SprutTP, SprutCAM, NCTuner, СПРУТ. Договор №678/12 от 12.12.2012</li> <li>• Project Expert. Версия: 7/57 Tutorial/ Договор №0017/1П-06 от 15.02.17 Регистрационный номер 22204N</li> <li>• Комплекс автоматизированных систем ЗАО «АСКОН»: Учебный комплект КОМПАС-3D V14 MCAD; компас-Электрик, универсальный механизм Express. Контракт №26 от 23.08.2013 Лицензионное соглашение: АГ-13-01242</li> <li>• BlackBoard Контракт №030 НИУ от 18.03.2013</li> </ul>
<p>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования №116</p>	<p>Стол-верстак (с тисками), сверлильный станок, станок наждачный настольный, столы аудиторные, стулья п/мягкие, кресло, стеллаж, инструменты для наладки и обслуживания оборудования, набор инструментов для телекоммуникационных сетей.</p>	<p>Не требуется</p>

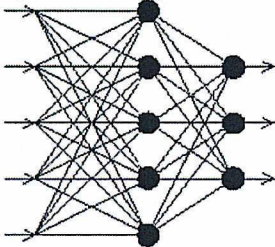




## РАЗДЕЛ 5. ВНОСИМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И УТВЕРЖДЕНИЯ

### 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 дисциплину	«Согласовано» председатель УМК филиала, в состав которого входит выпускающая кафедра
1	2	3	4		
1	1	01.02.2019	Изменение наименования учредителя университета. В соответствии с утверждением устава федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский университет им. А.Н. Туполева-КАИ» в новой редакции (Приказ № 1042 от 26.11.2018) наименование «Министерство образования и науки Российской Федерации» читать как «Министерство науки и высшего образования Российской Федерации»		
2.	2	01.07.2019	1 абзац читать в след. редакции: «Рабочая программа составлена на основе требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 марта 2015 г. № 207 и в соответствии с учебным планом направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, утверждённым Ученым советом КНИТУ-КАИ 01 июля 2019 года протокол №6»		
3.	4	01.07.2019	Таблицы 1а, 1б читать в редакции Приложения 1		
4.	7-9	01.07.2019	Таблицы 3а, 3б читать в редакции Приложения 2		
5.	7-9	28.08.2020	Дополнить раздел 3 «Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD» темами модуля 3 «Моделирование интеллектуальных систем», осваиваемыми с использованием онлайн-курса «Компьютерное моделирование» КНИТУ-КАИ, размещенного на открытой образовательной платформе Stepik: Введение в искусственные нейронные сети. Многослойные перцептронные построение, обучение, применение. Самообучающиеся нейронные сети. Рекуррентные нейронные сети. Нечеткие системы и нечеткий логический вывод.		

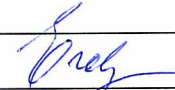
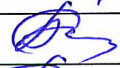
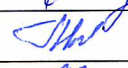

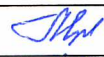
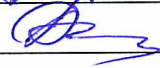

## Лист регистрации изменений (продолжение)

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф., реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК филиала, в состав которого входит выпускающая кафедра
1	2	3	4	5	6
6.	15-16	28.08.2020	<p>Дополнить раздел 3.3 тестовыми заданиями текущего контроля:</p> <p>1. Отметьте правильный ответ. Нейронная сеть на рисунке ниже представляет собой...</p>  <p>А. Сеть Кохонена Б. Сеть Хопфилда В. Многослойный персептрон Г. Персептрон Розенблатта Д. Вероятностную нейронную сеть</p> <p>2. Отметьте правильный ответ. Какую нейронную сеть Вы бы использовали для расчета веса слона в зависимости от количества съеденной им пищи, пройденного за день пути и продолжительности работы на плантации?</p> <p>А. Сеть Кохонена Б. Сеть Хопфилда В. Многослойный персептрон Г. Персептрон Розенблатта Д. Вероятностная нейронная сеть</p>		
7.	17	28.08.2020	<p>Дополнить список основной и дополнительной литературы следующими учебными изданиями:</p> <p>4.1.1 Основная литература:</p> <p>1. Строгалева, Валерий Петрович Имитационное моделирование: учеб.пособие / В. П. Строгалева, И. О. Толкачева.- 4-е изд. - М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.- 295 с. - ISBN 978-5-7038-4825-8 : 386.</p> <p>2. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие для студентов высш. проф. обр-я – М: Академия, 2010г. – 112с.</p> <p>4.1.2 Дополнительная литература:</p> <p>1. Дворецкий С. И. Моделирование систем: учебник для студ. вузов / С. И. Дворецкий [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 320 с. - (Высшее профессиональное образование). - ISBN 978-5-7695-4737-9: 342.</p> <p>2. Галушкин А.И. Нейронные сети: основы теории.- М: Горячая линия-Телеком, 2015г. – 496с.</p> <p>Дополнить</p> <p>4.2.1 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»</p> <p>1. С.В. Новикова, Н.Л. Валитова, Э.Ш. Кремлева Массовый открытый онлайн-курс (MOOC) «Компьютерное моделирование». Ссылка на курс <a href="https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417">https://online.edu.ru/public/course?faces-redirect=true&amp;cid=11093417</a></p>		



## 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 филиала
20 <u>17</u> /20 <u>18</u>		
20 <u>18</u> /20 <u>19</u>		
20 <u>19</u> /20 <u>20</u>		
20 <u>20</u> /20 <u>21</u>		
20__/20__		

## 1.4 Объем дисциплины (модуля) (с указанием всех видов учебной работы)

Таблица 1а

Объем дисциплины(модуля) для очной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	4 ЗЕ/144	16	16	16	-	-	2	0,2	-	-	60	33,8	Экзамен
<b>Итого</b>	<b>4 ЗЕ/144</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>33,8</b>	

Таблица 1б

Объем дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Семестр	Общая трудоемкость дисциплины (модуля), в ЗЕ/час	Виды учебной работы											
		<i>Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (аудиторная работа), в т.ч.:</i>							<i>Самостоятельная работа обучающегося (внеаудиторная работа), в т.ч.:</i>				
		Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Курсовая работа (консультация, защита)	Курсовой проект (консультация, защита)	Консультации перед экзаменом	Контактная работа на промежуточной аттестации	Курсовая работа (подготовка)	Курсовой проект (подготовка)	Проработка учебного материала (самоподготовка)	Подготовка к промежуточной аттестации	Форма промежуточной аттестации
5	4 ЗЕ/144	4	6	6	-	-	2	0,2	-	-	119	6,8	Экзамен
<b>Итого</b>	<b>4 ЗЕ/144</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>	<b>0,2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>119</b>	<b>6,8</b>	

## 2.1 Структура дисциплины (модуля), ее трудоемкость

Таблица 3а

Распределение фонда времени по видам занятий (очная форма обучения)

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)					Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	инд. конт. работа	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания</i>							<i>ФОС ТК-1 Тестирование</i>	
Тема 1.1 Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях	9	1	1	1		6	ОПК-23 ПК-143	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.2 Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели	9	1	1	1		6	ОПК-23 ПК-143	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.3 Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.	9	1	1	1		6	ОПК-23 ПК-143	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
<i>Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование</i>							<i>ФОС ТК-2</i>	
Тема 2.1 Метод Монте-Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.	9	1	1	1		6	ОПК-2У ПК-14У	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.2 Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных	9	1	1	1		6	ОПК-2У ПК-14У	Собеседование, защита лабораторной и практической

чисел с заданным законом распределения.								работы
Тема 2.3 Основные понятия имитационного моделирования	9	1	1	1		6	ОПК-2У ПК-14У	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 2.4 Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования	9	1	1	1		6	ОПК-2У ПК-14У	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
<i>Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD</i>								ФОС ТК-3
Тема 3.1 Моделирование времени в GPSS World	9	1	1	1		6	ОПК-2В ПК-14В	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.2 Объектная модель GPSS World	9	2	2	2		3	ОПК-2В ПК-14В	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.3 Основные операторы GPSS World	9	2	2	2		3	ОПК-2В ПК-14В	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.4 Моделирование одноканального устройства обслуживания	9	2	2	2		3	ОПК-2В ПК-14В	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.5 Визуализация процесса функционирования системы	9	2	2	2		3		Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Экзамен	36				2,2	33,8	ОПК-23 ПК-14З ОПК-2У ПК-14У ОПК-2В ПК-14В	ФОС ПА Собеседование
ИТОГО:	144	16	16	16	2,2	93,8		

Таблица 3б

## Распределение фонда времени по видам занятий (заочная форма обучения)

Наименование раздела и темы	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах/интерактивные часы)					Коды составляющих компетенций	Формы и вид контроля освоения составляющих компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	инд. конт. работа	сам. раб.		
<i>Раздел 1. Основные понятия моделирования. Экономико-математические модели (ЭММ). Теория массового обслуживания</i>							<i>ФОС ТК-1</i>	<i>Тестирование</i>
Тема 1.1 Пример модели, изменившей мир. Ядерная зима. Место моделирования в познании. Понятие модели и моделирования. Классификация моделей. Учет времени в математических моделях	11		1			10	<i>ОПК-23</i> <i>ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 1.2 Особенности моделирования экономических объектов. Цели построения экономико-математической модели. Методика построения экономико-математической модели	11	1		1		9	<i>ОПК-23</i> <i>ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 1.3 Пример системы массового обслуживания. Телефонная станция. Модель системы массового обслуживания. Область применения теории массового обслуживания.	11		1			10	<i>ОПК-23</i> <i>ПК-143</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
<i>Раздел 2. Использование последовательностей случайных чисел. Имитационное моделирование</i>							<i>ФОС ТК-2</i>	
Тема 2.1 Метод Монте-Карло. Генерация последовательностей случайных чисел.	11			1		10	<i>ОПК-2У</i> <i>ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 2.2 Проверка качества последовательности. Генерация псевдослучайных чисел с заданным законом распределения.	11	1	1	1		8	<i>ОПК-2У</i> <i>ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 2.3 Основные понятия имитационного моделирования	11					11	<i>ОПК-2У</i> <i>ПК-14У</i>	Собеседование, защита лабораторной и

								практической работы
Тема 2.4 Использование имитационных моделей. Обзор систем имитационного моделирования	11					11	<i>ОПК-2У</i> <i>ПК-14У</i>	Собеседование
<i>Раздел 3. Система имитационного моделирования GPSS WORLD. Моделирование системы массового обслуживания в GPSS WORLD</i>								ФОС ТК-3
Тема 3.1 Моделирование времени в GPSS World	11	1	1	1		8	<i>ОПК-2В</i> <i>ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.2 Объектная модель GPSS World	11			1		10	<i>ОПК-2В</i> <i>ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной работы
Тема 3.3 Основные операторы GPSS World	11	1	1			9	<i>ОПК-2В</i> <i>ПК-14В</i>	Собеседование
Тема 3.4 Моделирование одноканального устройства обслуживания	12			1		11	<i>ОПК-2В</i> <i>ПК-14В</i>	Собеседование, защита лабораторной и практической работы
Тема 3.5 Визуализация процесса функционирования системы	13		1			12		Собеседование, защита лабораторной работы
Экзамен	9				2,2	6,8	<i>ОПК-23</i> <i>ПК-14З</i> <i>ОПК-2У</i> <i>ПК-14У</i> <i>ОПК-2В</i> <i>ПК-14В</i>	ФОС ПА Собеседование
<b>ИТОГО:</b>	<b>144</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2,2</b>	<b>125,8</b>		