

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.03.01 Радиотехника

Наименование образовательной программы: Беспроводные технологии и интернет вещей

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МОДЕЛИРОВАНИЕ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.03.10
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	7 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	7 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	7 семестр - 4 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	7 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	7 семестр - 128,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	7 семестр - 1,2 часа;
<b>включая:</b> Тестирование Лабораторная работа Решение задач	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	7 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Балашов В.Н.
	Идентификатор	Rc6b64c0e-BalashovVN-d2bc1496

(подпись)

В.Н. Балашов

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крутских В.В.
	Идентификатор	R49539849-KrutskiKhVV-f1575360

(подпись)

В.В. Крутских

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедрой

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шалимова Е.В.
	Идентификатор	Rf4bb1f0c-ShalimovaYV-f267ebd6

(подпись)

Е.В. Шалимова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение базовых понятий, основных теорем и алгоритмов моделирования

### Задачи дисциплины

- изучение понятийного аппарата дисциплины;
- изучение основных теоретических положений и методов;
- привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач;
- освоение методики использования программных средств для решения практических задач.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-1 способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Применяет естественнонаучные знания, физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера	знать: - порядок разработки интерфейсов "человек-электронно-вычислительная машина" при создании моделей; - порядок разработки моделей компонентов информационных систем.  уметь: - применять модели для обоснования принимаемых проектных решений на основе результатов моделирования, планировать и проводить; - разрабатывать модели компонентов информационных систем.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Беспроводные технологии и интернет вещей (далее – ОПОП), направления подготовки 11.03.01 Радиотехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования	29.70	7	2	-	0.2	-	0.50	-	0.30	-	26.7	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], п.1-2</p>
1.1	Моделирование и модели	13.50		1	-	0.1	-	0.25	-	0.15	-	12	-	
1.2	Разработка математической модели	16.20		1	-	0.1	-	0.25	-	0.15	-	14.7	-	
2	Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования	34.20		1.5	-	1.2	-	0.50	-	0.3	-	30.7	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], п.3</p>
2.1	Дискретный марковский процесс	12.2		0.5	-	0.4	-	0.2	-	0.1	-	11	-	
2.2	Непрерывный марковский процесс	11.25		0.5	-	0.5	-	0.15	-	0.1	-	10	-	
2.3	Системы массового обслуживания	10.75		0.5	-	0.3	-	0.15	-	0.1	-	9.7	-	

3	Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания	32.00	3.0	-	1.5	-	0.50	-	0.3	-	26.7	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу
3.1	Имитационное моделирование	10.45	0.5	-	0.8	-	0.15	-	0.1	-	8.9	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение
3.2	Имитационные и физические модели	11.8	2	-	0.6	-	0.2	-	0.1	-	8.9	-	дополнительного материала по разделу "Имитационное моделирование.
3.3	Системная динамика	9.75	0.5	-	0.1	-	0.15	-	0.1	-	8.9	-	Моделирование систем массового обслуживания" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], п.1
4	Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем	30.10	1.5	-	1.1	-	0.50	-	0.3	-	26.7	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу
4.1	Агентно – ориентированные модели	10.4	0.5	-	0.7	-	0.2	-	0.1	-	8.9	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение
4.2	Модели, основанные на сетях Петри	9.85	0.5	-	0.2	-	0.15	-	0.1	-	8.9	-	дополнительного материала по разделу "Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем"
4.3	Модели, основанные на сетях Петри	9.85	0.5	-	0.2	-	0.15	-	0.1	-	8.9	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], п.5-6
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	17.7	
	Всего за семестр	144.00	8.0	-	4.0	-	2.00	-	1.20	0.3	110.8	17.7	
	Итого за семестр	144.00	8.0	-	4.0	2.00	1.20	0.3	128.5				

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования

##### 1.1. Моделирование и модели

Методы математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Имитационное моделирование. Классификация моделей. Цель моделирования.

##### 1.2. Разработка математической модели

Этапы разработки математической модели. Системный подход к построению моделей. Структура математической модели. Стадии разработки моделей. Оценка результатов моделирования.

#### 2. Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования

##### 2.1. Дискретный марковский процесс

Матрица переходных вероятностей. Конечномерное распределение вероятностей. Матричный метод нахождения переходных вероятностей. Марковский процесс с регулярной матрицей переходных вероятностей.

##### 2.2. Непрерывный марковский процесс

Переходные вероятности непрерывного Марковского процесса. Уравнения Колмогорова. Пример Марковского процесса с непрерывным временем. Стационарный режим для непрерывного Марковского процесса.

##### 2.3. Системы массового обслуживания

Основные понятия и определения. Структура системы массового обслуживания. Аналитическая модель системы массового обслуживания. Одноканальная и многоканальная СМО с ограниченной и с бесконечной очередью.

#### 3. Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания

##### 3.1. Имитационное моделирование

Моделирование с постоянным шагом по времени. Случайные и псевдослучайные числа. Оценка качества последовательности случайных чисел. Метод мультипликативного датчика. Генерация произвольно распределенных случайных чисел. Списки текущих и будущих событий. Моделирование СМО как Марковского процесса.

##### 3.2. Имитационные и физические модели

Оценка результатов численного моделирования СМО. Моделирование на основе физических моделей.

##### 3.3. Системная динамика

Элементы модели системной динамики. Системы обратной связи. Нелинейность математической модели. Возможность моделирования нетривиальных ситуаций.

#### 4. Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем

##### 4.1. Агентно – ориентированные модели

Методы агентного моделирования. Разработка агентно - ориентированных моделей.

#### 4.2. Модели, основанные на сетях Петри

Определение сети Петри. Объекты, образующие сеть Петри. Маркировка сети Петри. Пространство состояний сети Петри. Моделирование параллельных процессов. Моделирование процессора с конвейерной обработкой.

#### 4.3. Модели, основанные на сетях Петри

Кратные функциональные блоки компьютера. Взаимно исключающие параллельные процессы. Системы с флагами. Анализ сетей Петри. Дерево достижимости сети Петри.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Рассмотрение систем массового обслуживания;
2. Стадии разработки моделей;
3. Переходные вероятности непрерывного Марковского процесса;
4. Матрица переходных вероятностей.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
порядок разработки моделей компонентов информационных систем	ИД-2ОПК-1				+	Тестирование/Сети Петри
порядок разработки интерфейсов "человек-электронно-вычислительная машина" при создании моделей	ИД-2ОПК-1	+				Тестирование/Методы моделирования
<b>Уметь:</b>						
разрабатывать модели компонентов информационных систем	ИД-2ОПК-1		+			Лабораторная работа/Разработка моделей, инструментальные средства моделирования систем
применять модели для обоснования принимаемых проектных решений на основе результатов моделирования, планировать и проводить	ИД-2ОПК-1			+		Решение задач/Построение модели системы массового обслуживания



## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Методы моделирования (Тестирование)
2. Сети Петри (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Построение модели системы массового обслуживания (Решение задач)
2. Разработка моделей, инструментальные средства моделирования систем (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №7)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Балашов, В. Н. Системы массового обслуживания : учебное пособие по курсу "Моделирование" по направлению 09.04.01 "Информатика и вычислительная техника" / В. Н. Балашов, А. Г. Гольцов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 71 с. - ISBN 978-5-7046-1916-1 .  
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10219>;
2. В. Д. Боев, Р. П. Сыпченко- "Компьютерное моделирование: курс", Издательство: "Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ)", Москва, 2010 - (455 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233705>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные

		комплектующие для оборудования
--	--	--------------------------------

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Моделирование

(название дисциплины)

## 7 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Методы моделирования (Тестирование)

КМ-2 Разработка моделей, инструментальные средства моделирования систем (Лабораторная работа)

КМ-3 Построение модели системы массового обслуживания (Решение задач)

КМ-4 Сети Петри (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования					
1.1	Моделирование и модели		+			
1.2	Разработка математической модели		+			
2	Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования					
2.1	Дискретный марковский процесс			+		
2.2	Непрерывный марковский процесс			+		
2.3	Системы массового обслуживания			+		
3	Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания					
3.1	Имитационное моделирование				+	
3.2	Имитационные и физические модели				+	
3.3	Системная динамика				+	
4	Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем					
4.1	Агентно – ориентированные модели					+
4.2	Модели, основанные на сетях Петри					+

4.3	Модели, основанные на сетях Петри				+	
		Вес КМ, %:	20	30	30	20