

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.04.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Информационные системы и технологии поддержки цифровой экономики

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.09
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	1 семестр - 7;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	252 часа
<b>Лекции</b>	1 семестр - 16 часов;
<b>Практические занятия</b>	1 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	1 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	1 семестр - 201,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	1 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2025**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Фланден В.С.
	Идентификатор	R5003b6e5-FlandenVS-2145af7f

В.С. Фланден

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Крепков И.М.
	Идентификатор	R04da5bdb-KrepkovIM-33fe3095

И.М. Крепков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Невский А.Ю.
	Идентификатор	R4bc65573-NevskyAY-0b6e493d

А.Ю. Невский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** состоит в изучении методологии замены деятельности реального объекта, процесса или системы (ИКТ, ИС, систем бизнеса и др.) математической моделью, более удобной для экспериментального исследования с помощью компьютера, где моделируемый объект, процесс или система представляются систематизированным набором взаимосвязанных вычисляемых показателей, с применением современных методов планирования модельных экспериментов.

### Задачи дисциплины

- освоение экономико-математических и компьютерных методов создания математических моделей;
- освоение компьютерных технологии моделирования в области информационных технологий и систем;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных технико-экономических и проектных решений при создании новых ИКТ и ИС.

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 самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Применяет математические, естественнонаучные и социально-экономические методы для использования в профессиональной деятельности	знать: - термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем.  уметь: - применять математические методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов.
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> Решает нестандартные профессиональные задачи, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте, с применением математических, естественнонаучных социально-экономических и профессиональных знаний	знать: - математические и методологические обоснования применения аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов.  уметь: - использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub> Применяет логические методы и приемы научного исследования; методологические принципы современной науки, направления, концепции, источники знания и приемы работы с ними; динамические оптимизационные модели; математические модели оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	<p>социально-экономических задач.</p> <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методологические принципы и программные средства построения математических и имитационных моделей оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ;</li> <li>многокритериальные методы принятия решений.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- логически обосновывать выбор и применение современных интеллектуальных технологий и компьютерных программных средств разработки математических и имитационных моделей непрерывных и дискретных процессов для сравнительного анализа вариантов проектирования и оптимального управления в информационных системах и системах массового обслуживания.</li> </ul>
ОПК-7 Способен использовать методы научных исследований и математического моделирования в области проектирования и управления информационными системами	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> Способен осуществлять методологическое обоснование научного исследования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обосновывать выбор современных аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Информационные системы и технологии поддержки цифровой экономики (далее – ОПОП), направления подготовки 09.04.03 Прикладная информатика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 7 зачетных единиц, 252 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	Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем	27	1	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем" и подготовка к контрольной работе
1.1	Постановка задач анализа и оптимизации структур дискретных процессов и систем (ДС) и проблемы их решения. Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного управления.	27		2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем"
2	Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных	27		2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных

	процессов и систем массового обслуживания (СМО)												процессов и систем массового обслуживания (СМО)" и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 1-912 [4], 99-129
2.1	Понятие системы и способы ее описания (вербальный, алгоритмический, аналитический).	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	
3	Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу
3.1	Классификация СМО	13	1	-	2	-	-	-	-	-	10	-	Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания и подготовка к контрольной работе
3.2	Классификация методов моделирования	14	1	-	2	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу

														<p>"Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], 1-912</p>
4	Построение аналитических моделей типовых схем СМО	27	2	-	4	-	-	-	-	-	-	21	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Построение аналитических моделей типовых схем СМО"</p>
4.1	Решение систем уравнений для типовых схем ДП	27	2	-	4	-	-	-	-	-	-	21	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Построение аналитических моделей типовых схем СМО и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Построение аналитических моделей типовых схем СМО" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Построение аналитических моделей типовых схем СМО"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], 1-144</p>
5	Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и	27	2	-	4	-	-	-	-	-	-	21	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа</p>



	анализа процессов в системах управления производственными процессами												процессов в системах управления производственными процессами" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу
5.1	Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур производственных процессов и процессов управления.	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 1-75
6	GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним и подготовка к контрольной работе
6.1	Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>

	и их применение для моделирования структур и алгоритмов работы систем массового обслуживания.												Изучение материала по разделу "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 1-144
7	Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"
7.1	Разработка GPSS-моделей процессов	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	Изучение материалов по разделу Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"
8	Особенности	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>

	построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами													Повторение материала по разделу "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами"
8.1	Особенности построения моделей, сбора и обработки статистических данных	27	2	-	4	-	-	-	-	-	21	-		
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Всего за семестр	252.0	16	-	32	-	2	-	-	0.5	168	33.5		
	Итого за семестр	252.0	16	-	32	2	-	-	-	0.5	201.5			

**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. Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем

1.1. Постановка задач анализа и оптимизации структур дискретных процессов и систем (ДС) и проблемы их решения. Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного управления.

Задачи анализа, решаемые при проектировании структур и алгоритмов функционирования ДС с применением методов моделирования: - оценка производительности, загрузки производства, пропускной способности устройства обслуживания; - определение влияния алгоритмов диспетчеризации (дисциплин обслуживания) на характеристики качества работы ДС; - определение численных значений характеристик эффективности работы системы. Методы их решения: - аналитические - методы теории массового обслуживания (марковские, полумарковские процессы), их достоинства и недостатки; - имитационные - методы и средства моделирования на ЭВМ. Задачи оптимизации структур и алгоритмов функционирования ДС – решаются сочетанием методов моделирования, численных методов оптимизации и методов планирования многофакторных экспериментов..

#### 2. Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)

2.1. Понятие системы и способы ее описания (вербальный, алгоритмический, аналитический).

Параметры системы и их представление в модели. Детерминированные и стохастические параметры, вопросы точности и адекватности их задания и определения численных значений характеристик. Элементы теории систем массового обслуживания (СМО). Марковские процессы: основные понятия и определения. Граф состояний системы. Методика расчета схем СМО: уравнения Колмогорова, решение системы уравнений. Задачи моделирования системы: определение характеристик системы, идентификация и ранжирование параметров, оптимизация характеристик системы. Методы решения задач: сочетание методов моделирования и методов многофакторного планирования экспериментов с моделями, методов анализа и оптимизации (методы активного моделирования)..

#### 3. Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания

##### 3.1. Классификация СМО

Классификация СМО: по количеству параллельных и последовательных устройств в системе обработки заявок – одноканальные, многоканальные СМО, многофазные системы; по наличию и типу приоритетов заявок, по наличию и типу очереди, Разомкнутые и замкнутые системы; СМО со взаимопомощью. Состав характеристик СМО..

##### 3.2. Классификация методов моделирования

Классификация методов моделирования: по назначению и классу решаемых задач; по средствам описания моделируемого объекта – аналитические, имитационные; по способу представления процессов в модели – детерминированные, стохастические.

#### 4. Построение аналитических моделей типовых схем СМО

##### 4.1. Решение систем уравнений для типовых схем ДП

Графы состояний и уравнения Колмогорова для типовых схем ДП: Одно- и многоканальные СМО с отказами, СМО с безусловным обслуживанием, системы с ограниченной очередью заявок. Решение систем уравнений для типовых схем ДП. Формулы Литтла. Примеры представления производственных процессов в системах управления в виде марковских процессов. Аналитические модели таких процессов, вычисление их характеристик..

#### 5. Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами

5.1. Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур производственных процессов и процессов управления.

Расширение понятия "марковский процесс" и развитие теории массового обслуживания применительно к реальным схемам структур и процессов систем и режимов их работы (при предельных нагрузках оборудования, при произвольных потоках заявок, при наличии относительных и абсолютных приоритетов обслуживания). Критика недостатков аналитических моделей и пути их преодоления..

#### 6. GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним

6.1. Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов и их применение для моделирования структур и алгоритмов работы систем массового обслуживания.

Состав и средства языка и системы моделирования GPSS: понятия статических и динамических объектов GPSS-модели (блоки, транзакты); условия генерации и перемещения транзактов по блокам модели, типы блоков; устройства и память, очереди, логические ключи; особенности представления данных в GPSS в виде переменных, ячеек, таблиц и функций. Принципы работы моделирующего алгоритма в системе GPSS: списки событий и режимы выбора транзактов из списков; дисциплины обслуживания заявок в GPSS - FIFO, с относительным и абсолютным приоритетами. Средства описания и организация имитации параллельных процессов в GPSS. Средства синхронизации процессов. Средства сбора и обработки статистических результатов моделирования в системе GPSS..

#### 7. Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами

7.1. Разработка GPSS-моделей процессов

Разработка GPSS-моделей процессов в системах с отказами, с безусловным обслуживанием, с учетом относительных приоритетов заявок, с принудительным прерыванием процесса обслуживания (в системах с абсолютным приоритетом заявок). Разработка GPSS-моделей параллельных процессов и процессов с разветвлением потоков заявок.

#### 8. Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами

8.1. Особенности построения моделей, сбора и обработки статистических данных

Особенности построения моделей синхронизации процессов во времени и по условию. Особенности сбора и обработки статистических данных при моделировании в системе GPSS.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Разработка структурной схемы и имитационной модели АРМ бухгалтерии для определения рационального числа компьютеров в офисе.;
2. Освоение принципов имитационного моделирования дискретных процессов в среде GPSS на примерах схем СМО с произвольной конфигурацией.;
3. Построение математических моделей и анализ эффективности схем управления производственными процессами.;
4. Применение методов ТМО для построения и анализа характеристик типовых схем систем массового обслуживания.;
5. Построение аналитических моделей и расчёт характеристик СМО с ограниченной длиной очереди. Анализ влияния ограничения очереди в СМО на численные значения характеристик СМО.;
6. Качественная оценка влияния конфигурации схемы СМО на эффективность её работы.;
7. Построение по заданному алгоритму вариантов генератора случайных чисел и исследование его качества на соответствие заданной функции распределения случайной величины.;
8. Планирование и реализация многофакторного эксперимента на моделях в среде GPSS..

### 3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Построение аналитических моделей типовых схем СМО"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем"

2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Построение аналитических моделей типовых схем СМО"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами"

### **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	5	6	7	8		
<b>Знать:</b>											
термины и понятия моделирования дискретных процессов и систем, аксиоматику разработки математических и имитационных моделей технологических и социально-экономических процессов и систем	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>	+	+								Контрольная работа/Математические модели
математические и методологические обоснования применения аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>			+	+						Тестирование/Основы методологии моделирования
современные методологические принципы и программные средства построения математических и имитационных моделей оптимального управления для непрерывных и дискретных процессов, их сравнительный анализ; многокритериальные методы принятия решений	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub>					+	+				Контрольная работа/Основы имитационного моделирования
математические и имитационные методы моделирования производственно-технологических и социально-экономических процессов и систем	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub>								+	+	Контрольная работа/Моделирование с использованием системы имитационного моделирования
<b>Уметь:</b>											
применять математические методы и имитационные средства моделирования для решения нестандартных задач совершенствования производственных процессов	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub>					+	+				Контрольная работа/Основы имитационного моделирования
использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub>					+	+				Контрольная работа/Основы имитационного моделирования



логически обосновывать выбор и применение современных интеллектуальных технологий и компьютерных программных средств разработки математических и имитационных моделей непрерывных и дискретных процессов для сравнительного анализа вариантов проектирования и оптимального управления в информационных системах и системах массового обслуживания	ИД-1 <sub>ОПК-7</sub>							+	+	Контрольная работа/Моделирование с использованием системы имитационного моделирования
обосновывать выбор современных аналитических и имитационных моделей для исследования вариантов проектируемых систем и анализа и оптимизации управления информационных систем и систем массового обслуживания типа производственно-технологических и социально-экономических процессов	ИД-2 <sub>ОПК-7</sub>							+	+	Контрольная работа/Моделирование с использованием системы имитационного моделирования

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

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

**1 семестр**

Форма реализации: Выполнение задания

1. Основы методологии моделирования (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)
2. Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Математические модели (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №1)*

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

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

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

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

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

1. Таха, Х. А. Введение в исследование операций : пер. с англ. / Х. А. Таха . – 7-е изд. – М. : Вильямс, 2005 . – 912 с. + CD-ROM . - ISBN 5-84590-740-3 .;

2. Дорошенко, А. Н. Методика расчета характеристик схем дискретных процессов и систем : учебное пособие по курсу "Модели дискретных процессов в САПР" / А. Н. Дорошенко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 75 с. - ISBN 978-5-7046-1892-8 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10086;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10086)

3. Дорошенко, А. Н. Имитационное моделирование дискретных процессов и систем на основе GPSS : учебное пособие по курсу "Моделирование дискретных процессов в САПР" / А. Н. Дорошенко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 144 с. - ISBN 978-5-7046-2096-9 .

[http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10686;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10686)

4. Горлач Б. А., Шахов В. Г.- "Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация", (3-е изд., стер.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2021 - (292 с.)

[https://e.lanbook.com/book/176673.](https://e.lanbook.com/book/176673)

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Scilab;
6. GPSS World Student.

## 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. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
9. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
10. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	К-601, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
	А-300, Учебная аудитория "А"	кресло рабочее, парта, стеллаж, стол преподавателя, стол учебный, стул, трибуна, микрофон, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, колонки, техническая аппаратура, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	К-204а, Учебная лаборатория "ФОРС"	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	К-204а, Учебная лаборатория "ФОРС"	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф для одежды, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	К-204а, Учебная лаборатория	стол преподавателя, стол компьютерный, стол учебный, стул, шкаф для одежды,

	“ФОРС”	мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер, телевизор
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	А-300, Учебная аудитория "А"	кресло рабочее, парта, стеллаж, стол преподавателя, стол учебный, стул, трибуна, микрофон, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, колонки, техническая аппаратура, кондиционер, телевизор
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	К-202/2, Склад кафедры БИТ	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф для документов, шкаф для хранения инвентаря, тумба, запасные комплектующие для оборудования

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Математическое и имитационное моделирование**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Математические модели (Контрольная работа)  
 КМ-2 Основы методологии моделирования (Тестирование)  
 КМ-3 Основы имитационного моделирования (Контрольная работа)  
 КМ-4 Моделирование с использованием системы имитационного моделирования (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	7	11	15
1	Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем					
1.1	Постановка задач анализа и оптимизации структур дискретных процессов и систем (ДС) и проблемы их решения. Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного управления.		+			
2	Теоретические основы построения аналитических моделей дискретных процессов и систем массового обслуживания (СМО)					
2.1	Понятие системы и способы ее описания (вербальный, алгоритмический, аналитический).		+			
3	Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания					
3.1	Классификация СМО			+		
3.2	Классификация методов моделирования			+		
4	Построение аналитических моделей типовых схем СМО					
4.1	Решение систем уравнений для типовых схем ДП			+		
5	Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами					
5.1	Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур производственных процессов и процессов управления.				+	
6	GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма					

	работы с ним				
6.1	Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов и их применение для моделирования структур и алгоритмов работы систем массового обслуживания.			+	
7	Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами				
7.1	Разработка GPSS-моделей процессов				+
8	Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами				
8.1	Особенности построения моделей, сбора и обработки статистических данных				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25