

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

---

Направление подготовки/специальность: 09.03.03 Прикладная информатика

Наименование образовательной программы: Прикладная информатика в экономике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

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


|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                 |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Обязательная</b>                                 |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.О.27</b>                                      |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>5 семестр - 5;</b>                               |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>180 часов</b>                                    |
| <b>Лекции</b>                            | <b>5 семестр - 32 часа;</b>                         |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>5 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>5 семестр - 16 часов;</b>                        |
| <b>Консультации</b>                      | <b>5 семестр - 2 часа;</b>                          |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>5 семестр - 113,5 часов;</b>                     |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>              |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b> |
| <b>включая:</b>                          |   |
| <b>Тестирование</b>                      |   |
| <b>Контрольная работа</b>                |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Экзамен</b>                           | <b>5 семестр - 0,5 часа;</b>                        |

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|   |   |                              |
|---|---|------------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                              |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                              |
|   | Владелец  | Шихин В.А.                   |
|   | Идентификатор   | Rb9b22309-ShikhinVA-ab30e2ff |

(подпись)

В.А. Шихин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|   |   |                             |
|---|---|-----------------------------|
|  | <b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b> |                             |
|   | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                              |                             |
|   | Владелец  | Петров С.А.                 |
|   | Идентификатор   | R75f078b9-PetrovSA-cc5dcd67 |

(подпись)

С.А. Петров

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

А.Ю. Невский

(расшифровка  
подписи)

## 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 применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности | ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> Выполняет теоретические и экспериментальные исследования объектов профессиональной деятельности  | знать:<br>- принципы построения и методы разработки математических и имитационных моделей дискретных процессов и систем.<br><br>уметь:<br>- использовать навыки алгоритмизации и применения типовых аналитических моделей и разработанных имитационных компьютерных моделей для анализа производственных и социально-экономических процессов;<br>- использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для анализа и совершенствования производственных и социально-экономических процессов. |
| ОПК-6 способен анализировать и разрабатывать организационно-технические и экономические процессы с применением методов системного анализа и математического моделирования                             | ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> Применяет основы теории систем и системного анализа, дискретной математики, теории вероятностей и математической статистики, методов оптимизации и исследования операций, нечетких вычислений, математического и имитационного моделирования | знать:<br>- методы решения информационно-производственных и социально-экономических задач с применением методов математического и имитационного компьютерного моделирования.<br><br>уметь:<br>- использовать методы теории массового обслуживания и программные системы имитационного моделирования для решения   |

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения  |
|--|---|--|
|  |   | производственных и социально-экономических задач.  |
| ОПК-7 способен разрабатывать алгоритмы и программы, пригодные для практического применения | ИД-2опк-7 Применяет методы теории систем и системного анализа, математического, статистического и имитационного моделирования для автоматизации задач принятия решений, анализа информационных потоков, расчета экономической эффективности и надежности информационных систем и технологий | <p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы теории систем и построения для них аналитических и имитационных моделей анализа информационных потоков и расчёта эффективности систем и технологий.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчёты с аналитическими моделями и эксперименты с имитационными компьютерными моделями для анализа производственных и социально-экономических процессов.</li> </ul> |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Прикладная информатика в экономике (далее – ОПОП), направления подготовки 09.03.03 Прикладная информатика, 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 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № 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   | 18                    | 5       | 4  | 2   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем" и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Моделирование как метод анализа и оптимизации структур и алгоритмов функционирования систем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[4], 53-56</p> |
| 1.1   | Постановка задач анализа и оптимизации структур дискретных процессов и систем (ДС) и проблемы их решения.<br>Моделирование как метод получения достоверных численных характеристик в системах автоматизированного управления. | 18                    |         | 4  | 2   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |
| 2     | Теоретические основы  | 18                    |         | 4  | 2   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 10                | -                                 |  |

|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |  |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|--|
|     | построения<br>аналитических<br>моделей дискретных<br>процессов и систем<br>массового<br>обслуживания (СМО)        |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | Повторение материала по разделу<br>"Теоретические основы построения<br>аналитических моделей дискретных<br>процессов и систем массового обслуживания<br>(СМО)"<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> |
| 2.1 | Понятие системы и<br>способы ее описания<br>(вербальный,<br>алгоритмический,<br>аналитический).                   | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | Изучение материалов по разделу<br>"Теоретические основы построения<br>аналитических моделей дискретных<br>процессов и систем массового обслуживания<br>(СМО)" и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Самостоятельное изучение<br/>теоретического материала:</u></b> Изучение<br>дополнительного материала по разделу<br>"Теоретические основы построения<br>аналитических моделей дискретных<br>процессов и систем массового обслуживания<br>(СМО)"<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу<br>"Теоретические основы построения<br>аналитических моделей дискретных<br>процессов и систем массового обслуживания<br>(СМО)" подготовка к выполнению заданий<br>на практических занятиях<br><b><u>Изучение материалов литературных<br/>источников:</u></b><br>[1], 101-150 |  |
| 3   | Классификация<br>моделей и методов<br>моделирования<br>дискретных процессов<br>и систем массового<br>обслуживания | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу<br>"Классификация моделей и методов<br>моделирования дискретных процессов и<br>систем массового обслуживания"<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>   |  |
| 3.1 | Классификация СМО   | 9  | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 5  | - | Изучение материалов по разделу   |  |
| 3.2 | Классификация<br>методов<br>моделирования   | 9  | 2 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 5  | - | Классификация моделей и методов<br>моделирования дискретных процессов и<br>систем массового обслуживания и<br>подготовка к контрольной работе  |  |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  |   |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|---|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |  | <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>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Классификация моделей и методов моделирования дискретных процессов и систем массового обслуживания" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> |
| 4   | Построение аналитических моделей типовых схем СМО  | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <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   | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <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><br/>[2], 1-75</p> |   |
| 5   | Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><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"</p>  |   |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     | системах управления производственными процессами   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях  |
| 5.1 | Применение аналитических моделей для расчета и анализа типовых структур производственных процессов и процессов управления. | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу Применение методов теории массового обслуживания для моделирования и анализа процессов в системах управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе</p> <p><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"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>[5], стр. 10-17</p> |
| 6   | GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним            | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>Повторение материала по разделу "GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b><br/>Изучение материалов по разделу GPSS - язык и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "GPSS - язык</p>   |
| 6.1 | Обзор языков и систем имитационного моделирования дискретных процессов и их применение для                                 | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br/>Изучение материала по разделу "GPSS - язык</p>   |



|     |   |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |
|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
|     | моделирования структур и алгоритмов работы систем массового обслуживания.                     |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   | и система имитационного моделирования дискретных процессов: описание языка и алгоритма работы с ним" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><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" |
| 7   | Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"<br><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>  |   |
| 7.1 | Разработка GPSS-моделей процессов   | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | Изучение материалов по разделу Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами и подготовка к контрольной работе<br><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Построение GPSS-моделей типовых структур СМО и систем управления производственными процессами"<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 1-144 |   |
| 8   | Особенности построения GPSS-  | 18 | 4 | 2 | 2 | - | - | - | - | - | 10 | - | <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b><br>Изучение материала по разделу  |   |

|     |   |       |    |    |    |   |   |   |   |     |       |      |  |
|-----|---|-------|----|----|----|---|---|---|---|-----|-------|------|--|
|     | моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами |       |    |    |    |   |   |   |   |     |       |      | "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами"<br>подготовка к выполнению заданий на практических занятиях<br><b><u>Самостоятельное изучение</u></b><br><b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности построения GPSS-моделей схем произвольной конфигурации на примерах систем управления производственными процессами"<br><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<br><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение 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                           | 18    | 4  | 2  | 2  | - | - | - | - | -   | 10    | -    |  |
|     | Экзамен   | 36.0  | -  | -  | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -     | 33.5 |  |
|     | Всего за семестр  | 180.0 | 32 | 16 | 16 | - | 2 | - | - | 0.5 | 80    | 33.5 |  |
|     | Итого за семестр  | 180.0 | 32 | 16 | 16 | 2 | - | - | - | 0.5 | 113.5 |      |  |

**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. Применение предельных теорем теории вероятностей для обоснования параметров потоков и процессов в имитационной динамической модели;
2. Концептуальные основы построения моделей в системе GPSS;
3. Структурный анализ процессов на объекте экономики;
4. Типовые системы массового обслуживания;
5. Основные области применения моделей;
6. Получение случайных величин с заданными законами распределения;
7. Имитационное моделирование как специфичный экономико-математический метод получения количественных характеристик.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Модель работы фирмы по производству компьютеров;
2. Моделирование клиринговых процессов;
3. Модель «Минимизация производственных затрат»;
4. Модель «Эффективность компьютеров в автоматизированной бухгалтерии»;
5. Модель системы массового обслуживания с ожиданием;
6. Метод Монте-Карло: моделирование эффекта центральной предельной теоремы и моделирование случайного блуждания;
7. Создание моделей в среде конструктора Gem.

### 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<br>(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>  |                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| принципы построения и методы разработки математических и имитационных моделей дискретных процессов и систем  | ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> | +   | + |   |   |   |   |   |   |   | Тестирование/Основы методологии моделирования   |
| методы решения информационно-производственных и социально-экономических задач с применением методов математического и имитационного компьютерного моделирования                                  | ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> |   |   | + | + |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Математические модели  |
| методы теории систем и построения для них аналитических и имитационных моделей анализа информационных потоков и расчёта эффективности систем и технологий  | ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> |   |   |   |   | + | + |   |   |   | Контрольная работа/Основы имитационного моделирования                                 |
| <b>Уметь:</b>  |                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| использовать типовые математические методы и компьютерные средства имитационного моделирования для анализа и совершенствования производственных и социально-экономических процессов              | ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> |   |   |   |   | + | + |   |   |   | Контрольная работа/Основы имитационного моделирования                                 |
| использовать навыки алгоритмизации и применения типовых аналитических моделей и разработанных имитационных компьютерных моделей для анализа производственных и социально-экономических процессов | ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> |   |   |   |   |   |   | + | + |   | Контрольная работа/Моделирование с использованием системы имитационного моделирования |
| использовать методы теории массового обслуживания и программные системы имитационного моделирования для решения производственных и социально-экономических задач                                 | ИД-1 <sub>ОПК-6</sub> |   |   |   |   | + |   |   |   |   | Контрольная работа/Основы имитационного моделирования                                 |
| проводить расчёты с аналитическими моделями и  | ИД-2 <sub>ОПК-7</sub> |   |   |   |   |   |   |   |   | +                                       | Контрольная работа/Моделирование  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| эксперименты с имитационными компьютерными моделями для анализа производственных и социально-экономических процессов |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 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**

#### **5 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 №5)*

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 5 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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10086;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10686;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10686)

4. Д. В. Бурьков, Ю. П. Волощенко- "Математическое и имитационное моделирование электротехнических и робототехнических систем", Издательство: "Южный федеральный университет", Ростов-на-Дону, Таганрог, 2020 - (159 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612169;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=612169)

5. Гончаренко А. Н.- "Моделирование систем. Возможности использования имитационного моделирования при формировании систем", Издательство: "МИСИС", Москва, 2020 - (42 с.) <https://e.lanbook.com/book/178091>.

### 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. 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. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. 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  | А-317, Учебная аудитория      | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая   |

|   |                                     |   |
|---|-------------------------------------|---|
| практических занятий,<br>КР и КП                          |                                     |   |
| Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий     | А-317, Учебная аудитория            | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая   |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации | Ж-120, Машинный зал ИВЦ             | сервер, кондиционер   |
|   | А-317, Учебная аудитория            | парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая   |
| 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                            | 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)

#### 5 семестр

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

КМ-1 Основы методологии моделирования (Тестирование)

КМ-2 Математические модели (Контрольная работа)

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: | 5    | 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 |