

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

Направление подготовки/специальность: 27.03.04 Управление в технических системах

Наименование образовательной программы: Автоматизированные системы управления

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
МОДЕЛИРОВАНИЕ

| | |
|--|---|
| Блок: | Блок 1 «Дисциплины (модули)» |
| Часть образовательной программы: | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| № дисциплины по учебному плану: | Б1.Ч.01.05 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 6 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 6 семестр - 8 часов; |
| Практические занятия | 6 семестр - 4 часа; |
| Лабораторные работы | не предусмотрено учебным планом |
| Консультации | 6 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 6 семестр - 128,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | 6 семестр - 1,2 часа; |
| включая: Тестирование Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Зачет с оценкой | 6 семестр - 0,3 часа; |

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

| | | |
|--|--|-----------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Харин И.А. |
| | Идентификатор | R7a788219-KharinIA-557b3674 |

И.А. Харин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Вершинин Д.В. |
| | Идентификатор | R37a53c2e-VershininDV-fbbff249 |

Д.В. Вершинин

Заведующий выпускающей
кафедрой

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Бобряков А.В. |
| | Идентификатор | R2c90f415-BobriakovAV-70dec1fa |

А.В. Бобряков

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Задачи дисциплины

- изучить основные теоретические положения и методы, применяемых в моделировании;
- привить навыки применения теоретических знаний для решения практических задач;
- освоить методики использования программных средств для решения практических задач;
- изучение понятийного аппарата дисциплины.

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 |
|---|--|--|
| РПК-1 Способен проводить натурные и вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления | ИД-1 _{РПК-1} Применяет современные среды программирования для подготовки и проведения экспериментов по заданным методикам и обработки их результатов | знать: - порядок построения моделей с использованием инструментальных средств моделирования (программных средств); - порядок разработки интерфейсов "человек-электронно-вычислительная машина" при создании моделей. |
| РПК-1 Способен проводить натурные и вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления | ИД-4 _{РПК-1} Демонстрирует знание алгоритмов решения типовых задач моделирования процессов и объектов автоматизации и управления, областей и способов их применения | знать: - порядок разработки моделей компонентов информационных систем. уметь: - разрабатывать модели компонентов информационных систем. |

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Автоматизированные системы управления (далее – ОПОП), направления подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, 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 | Методы и этапы моделирования | 25.64 | 6 | 2 | - | 1.0 | - | 0.4 | - | 0.24 | - | 22 | - | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Понятие Модель. Области применения моделей. Основные определения. Классификация моделей. Этапы моделирования"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр.6-34</p> |
| 1.1 | Моделирование и модели | 12.82 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | |
| 1.2 | Марковские процессы | 12.82 | | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | |
| 2 | Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования | 26.44 | | 2 | - | 1.0 | - | 0.4 | - | 0.24 | - | 22.8 | - | |
| 2.1 | Системы массового обслуживания | 13.22 | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11.4 | - | <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр.63-88</p> | |
| 2.2 | Системы массового обслуживания с очередью | 13.22 | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11.4 | - | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|--------|-----|---|----------|-----|-----|------|------|-----|-------|------|--|
| 3 | Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания | 25.64 | 2 | - | 1.0 | - | 0.4 | - | 0.24 | - | 22 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу |
| 3.1 | Имитационное моделирование | 12.82 | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение |
| 3.2 | Имитационное моделирование. Списки текущих и будущих событий | 12.82 | 1 | - | 0.5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | дополнительного материала по разделу "Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр.41-60 |
| 4 | Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем | 48.28 | 2.0 | - | 1.0 0 | - | 0.8 | - | 0.48 | - | 44 | - | <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение |
| 4.1 | Имитационные и физические модели | 12.07 | 0.5 | - | 0.2 5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | дополнительного материала по разделу |
| 4.2 | Динамическая система и конечные автоматы | 12.07 | 0.5 | - | 0.2 5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | "Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем" |
| 4.3 | Системная динамика | 12.07 | 0.5 | - | 0.2 5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | <u>Изучение материалов литературных источников:</u> |
| 4.4 | Агентно-ориентированные модели | 12.07 | 0.5 | - | 0.2 5 | - | 0.2 | - | 0.12 | - | 11 | - | [1], стр.126-156 |
| | Зачет с оценкой | 18.0 | - | - | - | - | - | - | - | 0.3 | - | 17.7 | |
| | Всего за семестр | 144.00 | 8.0 | - | 4.0 0 | - | 2.0 | - | 1.20 | 0.3 | 110.8 | 17.7 | |
| | Итого за семестр | 144.00 | 8.0 | - | 4.0 0 | 2.0 | | 1.20 | 0.3 | | 128.5 | | |

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – 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. Методы и этапы моделирования

1.1. Моделирование и модели

Методы математического моделирования. Вычислительный эксперимент. Имитационное моделирование. Классификация моделей. Цель моделирования. Разработка математической модели. Этапы разработки математической модели. Системный подход к построению моделей. Структура математической модели. Стадии разработки моделей. Оценка результатов моделирования. Производящие и характеристические функции. Производящая функция. Характеристическая функция..

1.2. Марковские процессы

Дискретный Марковский процесс. Матрица переходных вероятностей. Конечномерное распределение вероятностей. Матричный метод нахождения переходных вероятностей. Марковский процесс с регулярной матрицей переходных вероятностей. Непрерывный Марковский процесс. Переходные вероятности непрерывного Марковского процесса. Уравнения Колмогорова. Непрерывный Марковский процесс с непрерывным временем. Пример Марковского процесса с непрерывным временем. Стационарный режим для непрерывного Марковского процесса.

2. Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования

2.1. Системы массового обслуживания

Основные понятия, структура и определения. Структура системы массового обслуживания. Дисциплина обслуживания. Характеристики системы массового обслуживания. Поток заявок и потоки обслуживания. Аналитическая модель системы массового обслуживания. Состояния и интенсивность потока событий.. Одноканальная СМО с ограниченной очередью. Одноканальная СМО с бесконечной очередью. Многоканальная СМО с очередью. Система без очереди.

2.2. Системы массового обслуживания с очередью

Система с ограниченной очередью. Система с бесконечной очередью.

3. Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания

3.1. Имитационное моделирование

Моделирование с постоянным шагом по времени. Моделирование по особым состояниям. Случайные и псевдослучайные числа. Период последовательности псевдослучайных чисел. Оценка качества последовательности случайных чисел. Генерация равномерно распределенных случайных чисел. Метод мультипликативного датчика. Метод середин квадратов. Генерация произвольно распределенных случайных чисел. Метод обратной функции. Метод исключения (режекции).

3.2. Имитационное моделирование. Списки текущих и будущих событий

Списки текущих и будущих событий. Моделирование СМО как Марковского процесса. Моделирование СМО по событиям.

4. Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем

4.1. Имитационные и физические модели

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

4.2. Динамическая система и конечные автоматы

Модель Динамическая Система. Модель Конечный Автомат.

4.3. Системная динамика

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

4.4. Агентно-ориентированные модели

Методы агентного моделирования. Разработка агентно-ориентированных моделей.

3.3. Темы практических занятий

1. Моделирование системы массового обслуживания;
2. Имитационное моделирование;
3. Математические модели и Марковские процессы.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Методы и этапы моделирования"
2. Обсуждение материалов раздела "Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования"
3. Обсуждение материалов раздела "Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания"
4. Обсуждение материалов 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 | |
| Знать: | | | | | | |
| порядок разработки интерфейсов "человек-электронно-вычислительная машина" при создании моделей | ИД-1РПК-1 | + | | | | Тестирование/Математические модели и Марковские процессы |
| порядок построения моделей с использованием инструментальных средств моделирования (программных средств) | ИД-1РПК-1 | | | + | | Тестирование/Моделирование системы массового обслуживания. Защита лабораторной работы |
| порядок разработки моделей компонентов информационных систем | ИД-4РПК-1 | | | | + | Тестирование/Системы массового обслуживания |
| Уметь: | | | | | | |
| разрабатывать модели компонентов информационных систем | ИД-4РПК-1 | | + | | | Лабораторная работа/Моделирование 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

6 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Математические модели и Марковские процессы (Тестирование)
2. Моделирование системы массового обслуживания. Защита лабораторной работы (Тестирование)
3. Системы массового обслуживания (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Моделирование системы массового обслуживания (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

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 6 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://elib.mpei.ru/elib/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. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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
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, Лекционная аудитория | 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)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Математические модели и Марковские процессы (Тестирование)

КМ-2 Моделирование системы массового обслуживания (Лабораторная работа)

КМ-3 Моделирование системы массового обслуживания. Защита лабораторной работы (Тестирование)

КМ-4 Системы массового обслуживания (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 3 | 6 | 9 | 12 |
| 1 | Методы и этапы моделирования | | | | | |
| 1.1 | Моделирование и модели | | + | | | |
| 1.2 | Марковские процессы | | + | | | |
| 2 | Математическое моделирование. Понятие статистического моделирования | | | | | |
| 2.1 | Системы массового обслуживания | | | + | | |
| 2.2 | Системы массового обслуживания с очередью | | | + | | |
| 3 | Имитационное моделирование. Моделирование систем массового обслуживания | | | | | |
| 3.1 | Имитационное моделирование | | | | + | |
| 3.2 | Имитационное моделирование. Списки текущих и будущих событий | | | | + | |
| 4 | Использование регрессионного и корреляционного анализа для моделирования систем | | | | | |
| 4.1 | Имитационные и физические модели | | | | | + |
| 4.2 | Динамическая система и конечные автоматы | | | | | + |
| 4.3 | Системная динамика | | | | | + |
| 4.4 | Агентно-ориентированные модели | | | | | + |
| Вес КМ, %: | | | 25 | 25 | 25 | 25 |

