МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа магистратуры
по направлению подготовки
27.04.04 Управление в технических системах,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Математическое моделирование объектов и систем управления

Направление подготовки: 27.04.04 Управление в технических системах

Направленность (профиль): Интеллектуальное управление в транспортных системах

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 2053
Подписал: заведующий кафедрой Баранов Леонид Аврамович
Дата: 01.06.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Основной целью изучения учебной дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем управления» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности: научно-исследовательской. Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач: Научно-исследовательская деятельность: анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; участие в работах по организации и проведению экспериментов на действующих объектах по заданной методике; обработка результатов экспериментальных исследований с применением современных информационных технологий и технических средств; проведение вычислительных экспериментов с использованием стандартных программных средств с целью получения математических моделей процессов и объектов автоматизации и управления.

Задача дисциплины – освоение основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления, формирование навыков проведения вычислительных экспериментов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен формулировать задачи управления в технических системах и обосновывать методы их решения;

ПК-3 - Способен формулировать цели, задачи научных исследований в профессиональной области, выбирать методы и средства решения задач;

ПК-6 - Способен к организации и проведению экспериментальных исследований и компьютерного моделирования с применением современных средств и методов;

УК-1 - Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2 - Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

УК-3 - Способен организовать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Знать:

- Основные принципы системного анализа и теории автоматического управления.
- Актуальные методы теоретических и экспериментальных исследований, применяемые в профессиональной сфере.
- Методы планирования эксперимента и обработки экспериментальных данных (теория погрешностей, регрессионный анализ).
- Основные понятия и принципы системного подхода (целостность, иерархичность, структуризация, множественность описания).
- Инструменты разработки проектной документации (технико-экономическое обоснование, устав проекта, техническое задание).
- Виды и техники эффективной коммуникации в профессиональной среде.

Уметь:

- Проводить сравнительный анализ различных методов управления и обосновывать выбор наиболее подходящего метода для решения конкретной технической задачи.
- Осуществлять обоснованный выбор методов и средств решения задач (аналитических, численных, имитационных) в зависимости от специфики объекта исследования.
- Использовать современное программное обеспечение для сбора, обработки и визуализации данных.
- Обосновывать выбор стратегии действий на основе критериев эффективности, рисков и ресурсных ограничений.
- Разрабатывать иерархическую структуру работ (WBS) и сетевые графики.
- Организовывать обсуждение, обеспечивать конструктивную обратную связь и вовлекать участников в процесс выработки решений.

Владеть:

- Навыками построения структурных схем и математических моделей объектов управления.
- Навыками планирования теоретических и прикладных научных исследований.
- Навыками системного мышления для анализа междисциплинарных проблем.
- Навыками работы с программным обеспечением для управления проектами (например, MS Project, Jira).

- Навыками презентации результатов проекта и защиты проектных решений.

- Навыками постановки командной цели и разработки совместной стратегии её достижения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 7 з.е. (252 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 188 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Определение и назначение моделирования Рассматриваемые вопросы: - Что такое модель? - Классификация моделей. - Классификация математических моделей. - Этапы построения математической модели. - Обследование объекта моделирования. - Концептуальная постановка задачи моделирования. - Математическая постановка задачи моделирования - Выбор и обоснование метода решения задач. - Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ. - Проверка адекватности модели. - Практическое использование построенной модели в виде программы для ЭВМ.
2	Структурные модели Рассматриваемые вопросы: - Что такое структурная модель? - Способы построения структурных моделей. - Примеры структурных моделей. - Моделирование в условиях неопределенности. - Причины появления неопределенностей и их виды. - Моделирование в условиях неопределённости позиции теории нечетких множеств - Моделирование в условиях стохастической неопределенности. - Моделирование Марковских случайных процессов.
3	Статический анализ конструкций. Рассматриваемые вопросы: - Модель спроса-предложения. - Динамика популяций. - Модель конкуренции двух популяций. - Гармонический осциллятор. - Линейные и нелинейные модели Закон Гука и границы линейности. - Сплошные среды и уравнения математической физики. - Линейные управления и принцип суперпозиции. - Построение сплошносредных моделей - Вывод волнового уравнения. - Примеры математических моделей - Решение волнового уравнения методом Фурье и методом Даламбера. - Уравнения Максвелла. - Классификация квазилинейных систем. - Связь непрерывного и дискретного га примере уравнения колебаний струны и уравнения Шредингера. - Использование феноменологии при построении математических моделей. - Анализ подобия и размерности. - Автомодельность.
4	Самоорганизация и структуры в нелинейных средах Рассматриваемые вопросы: - Нелинейные волны в сплошных среда. - Иерархические модели турбулентности и многомасштабные функционаьные базисы.
5	Вейвлеты. Рассматриваемые вопросы: - Вейвлет-анализ врменных колебаний. - Фракталы и их применение.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	Нелинейные модели ДНК. Рассматриваемые вопросы: - Моделирование с использованием имитационного подхода. - Особенности моделей, использующих имитационный подход.
7	Имитатор системы массового обслуживания. Рассматриваемые вопросы: - Клеточные автоматы. - Моделирование с использованием имитационного подхода. - Особенности моделей, использующих имитационный подход. - Моделирование дислокаций в металле.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Моделирование управления движением. В результате выполнения работы студенты исследуют нелинейные модели динамики (ракета-носитель, спутник на орбите, маневрирующий автомобиль), решают задачи терминального управления и слежения за траекторией. Особое внимание уделяется учету ограничений на фазовые координаты и управляющие воздействия (производные), а также анализу влияния переменной массы системы на устойчивость и качество переходных процессов.
2	Моделирование истечения жидкости из емкости. В результате выполняется анализ классической теории струй Гельмгольца–Кирхгофа с последующим переходом к прикладной задаче опорожнения емкостей сложной формы. В рамках усовершенствования модели исследуется влияние динамических факторов (наклон емкости, скорость открытия отверстия) на время полного опорожнения. Выполняется компьютерное моделирование процесса и верификация полученных данных с помощью численных методов.
3	Основная физическая модель. В результате выполнения работы студент осваивают вывод базовых уравнений математической физики (теплопроводность) и их модификацию для описания сложных систем (динамика популяций). Ключевой задачей является освоение метода малого параметра для анализа нелинейных систем и метода конечных элементов (МКЭ) для решения задач механики деформируемого твердого тела (расчет напряжений в конструкциях, плоское напряженное состояние).
4	Уравнение состояния. В результате выполнения лабораторной работы студенты строят вероятностные модели принятия решений (пересечение дороги, перестроение), анализируют распределения временных интервалов и исследуют корреляцию «интервал-решение» для оптимизации транспортных потоков.
5	Математическая модель страхования автомобилей. В результате работы строится математическая модель взаимодействия страховой компании и клиента, учитывающая вероятности наступления страховых случаев. Выполняется оптимизация тарифных планов и расчетов страховых премий с целью обеспечения устойчивости системы при различных стратегиях поведения участников.
6	Сетевые модели. В результате выполнения лабораторной работы выполняется анализ связности, поиск оптимальных путей и оценка живучести сетей. Рассматриваются методы управления потоками в сетевых структурах для повышения эффективности функционирования городской среды.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
7	Структурная устойчивость математических моделей. В результате выполнения работы рассматривается применение методов теории катастроф для анализа скачкообразных переходов и потери устойчивости в технических системах, а также для прогнозирования момента наступления критического режима.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение дополнительной литературы.
2	Подготовка к лабораторным работам.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

1. Составление математической модели парогенератора и пароперегревателя.
2. Составление математической модели пароохладителя и пароконденсатора.
3. Составление математической модели вакуум-фильтра промывки целлюлозы после варки.
4. Составление математической модели котла ПТВМ.
5. Составление математической модели котла ДКВР.
6. Составление математической модели стабилизатора давления пара на выходе ресивера.
7. Составление математической модели смесителя бумажной массы и химикатов.
8. Составление математической модели сеточной части БДМ.
9. Составление математической модели сушильной части БДМ.
10. Составление математической модели участка подготовки бумажной массы

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа

1	Моделирование логистических систем Арефьев И. Б., Коровяковский Е. К. Учебное пособие Санкт-Петербург: ФГБОУ ВО ПГУПС, - 61 с. - ISBN 978-5-7641-1687-7 , 2022	https://reader.lanbook.com/book/222482#3
2	Моделирование систем. Имитационный метод Кутузов О. И., Татарникова Т. М. Учебник Изд. Лань, 2-е изд., стер. - 224 с. - ISBN 978-5-507-48872-8 , 2024	https://reader.lanbook.com/book/365882

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (http:/library.miit.ru).

Образовательная платформа «Юрайт» (https://urait.ru/).

Общие информационные, справочные и поисковые системы «Консультант Плюс», «Гарант».

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (http://e.lanbook.com/).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (http://ibooks.ru/).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Пакет прикладных программ MATLAB.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект во 2 семестре.

Экзамен во 2 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Управление и защита
информации» Е.П. Балакина

Согласовано:

Заведующий кафедрой УиЗИ Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической
комиссии С.В. Володин