

**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 - программы 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: 01.06.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины является обучение студентов основам математического моделирования, необходимых при проектировании, исследовании и эксплуатации объектов и систем автоматизации и управления. Задача дисциплины – освоение основных принципов и методов построения математических моделей объектов и систем управления, формирование навыков проведения вычислительных экспериментов. Основной целью изучения учебной дисциплины «Математическое моделирование объектов и систем управления я» является формирование у обучающегося компетенций для следующих видов деятельности: научно-исследовательской. Дисциплина предназначена для получения знаний для решения следующих профессиональных задач (в соответствии с видами деятельности): 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.

## 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:

**Уметь:**

Формализует задачу управления технической системой в математических терминах, грамотно выявляет достоинства и недостатки альтернативных методов ее решения.

**Знать:**

На содержательном уровне формулирует задачу управления в технических системах. Выбирает способ формального описания задачи. Выбирает и обосновывает критерии качества управления.

**Уметь:**

Выбирает и обосновывает способ решения задачи.

**Уметь:**

Анализирует профессиональную область научных исследований и формулирует цели и задачи.

**Уметь:**

Составляет реферативные аналитические обзоры по литературным источникам в рамках подлежащей решению технической проблемы.

**Уметь:**

Выбирает методы и средства решения задач.

**Владеть:**

Организует и проводит экспериментальные исследования и компьютерное моделирование с применением современных средств и методов.

**Уметь:**

Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

**Уметь:**

Определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению.

**Уметь:**

Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников.

**Уметь:**

Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения

проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов.

**Уметь:**

Строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения.

**Уметь:**

Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ ее решения через реализацию проектного управления.

**Уметь:**

Разрабатывает концепцию проекта в рамках обозначенной проблемы: формулирует цель, задачи, обосновывает актуальность, значимость, ожидаемые результаты и возможные сферы их применения.

**Уметь:**

Разрабатывает план реализации проекта с учетом возможных рисков реализации и возможностей их устранения, планирует необходимые ресурсы, в том числе с учетом их заменяемости.

**Уметь:**

Осуществляет мониторинг хода реализации проекта, корректирует отклонения, вносит дополнительные изменения в план реализации проекта, уточняет зоны ответственности участников проекта.

**Уметь:**

Предлагает процедуры и механизмы оценки качества проекта, инфраструктурные условия для внедрения результатов проекта.

**Уметь:**

Вырабатывает стратегию командной работы и на ее основе организует отбор членов команды для достижения поставленной цели.

**Уметь:**

Организует и корректирует работу команды, в том числе на основе коллегиальных решений.

**Уметь:**

Разрешает конфликты и противоречия при деловом общении на основе учета интересов всех сторон; создает рабочую атмосферу, позитивный эмоциональный климат в команде.

**Уметь:**

Организует и планирует обучение членов команды, обсуждение результатов работы, в том числе в рамках дискуссии с привлечением оппонентов.

### **Уметь:**

Делегирует полномочия членам команды и распределяет поручения, дает обратную связь по результатам, принимает ответственность за общий результат.

#### 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	Сем. №2
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	52	52
В том числе:		
Занятия лекционного типа	34	34
Занятия семинарского типа	18	18

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 200 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
2	Что такое модель? Классификация моделей. Классификация математических моделей. Этапы построения математической модели. Обследование объекта моделирования. Концептуальная постановка задачи моделирования.
3	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.
4	Структурные модели
5	Что такое структурная модель? Способы построения структурных моделей. Примеры структурных моделей. Моделирование в условиях неопределенности. Причины появления неопределенностей и их виды.
6	Моделирование в условиях неопределенности позиции теории нечетких множеств. Моделирование в условиях неопределенности позиции теории нечетких множеств. Моделирование в условиях стохастической неопределенности. Моделирование Марковских случайных процессов.
7	Примеры математических моделей
8	Статический анализ конструкций. 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 сплошнородных моделей. Вывод волнового уравнения. Р
9	Примеры математических моделей. Решение волнового уравнения методом Фурье и методом Даламбера. Уравнения Максвелла. Классификация квазилинейных систем. Связь непрерывного и дискретного на примере уравнения колебаний струны и уравнения Шредингера.
10	Использование феноменологии при построении математических моделей. Анализ подобия и размерности. Автомодельность.
11	Самоорганизация и структуры в нелинейных средах
12	Нелинейные волны в сплошной среде. Иерархические модели турбулентности и многомасштабные функциональные базисы.
13	Вейвлеты. Вейвлет-анализ временных колебаний. Фракталы и их применение.
14	Нелинейные модели ДНК. Моделирование с использованием имитационного подхода. Особенности моделей, использующих имитационный подход.
15	Нелинейные модели ДНК.
16	Имитатор системы массового обслуживания.
17	Клеточные автоматы. Моделирование с использованием имитационного подхода. Особенности моделей, использующих имитационный подход.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
18	Моделирование дислокаций в металле.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	ЛР 1 Моделирование управления движением. Постановка задачи. Модель движения в заданном направлении. Модель движения с ограничением на производные. Моделирование маневрирования автомобилем. Модель ракеты. Движение спутника. Модель ракетного двигателя. Масса системы ракета-спутник. Модель идеальной конструкции.
2	ЛР 2 Моделирование истечения жидкости из емкости. Теория свободных струй Гельмгольца – Кирхгофа. Расчет времени опорожнения жесткой емкости произвольной формы. Модель опорожнения пакета с молоком. Влияние начальной стадии истечения. Влияние оптимального наклона емкости. Время, требующееся для наклона емкости. Модели молекул. Плоские углеродные молекулы. Графические и матричные модели. Свободные радикалы. Структуры. Перечисление структур. Энергия резонанса. Порядки связей. Межъядерные расстояния. Нулевые собственные значения.
3	ЛР 3 Сверление лазером. Основная физическая модель. Более точная математическая модель. Учет теплопроводности. Решение методом малого параметра. Исследование напряжений в конструкциях и начала метода конечных элементов. Дискретная задача. Задача о плоском напряженном состоянии и первый конечный элемент. Модели популяций. Одновидовые модели. Модель для двух видов.
4	ЛР 4 Дифференциальная модель сахарного диабета. Уравнение состояния. Внешние источники. Исследование системы уравнений. Стохастические модели дорожного движения. Модель дорожного движения. Простая модель оживания пешехода при переходе улицы. Простая модель пересечения главной дороги. Более сложные модели пересечения главной дороги. Распределение интервалов. Моделирование зависимости «интервал-решение».
5	ЛР 5 Математическая модель страхования автомобилей. Военное приложение теории игр.
6	ЛР 6 Сетевые модели. Городская структура.
7	ЛР 7 Структурная устойчивость математических моделей. Значение методов теории катастроф.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Определение и назначение моделирования 1. Повторение лекционного материала. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр 5-44]. 3. Изучение ресурсноинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 4. Конспектирование изученного материала
2	Структурные модели

№ п/п	Вид самостоятельной работы
	1. Повторение лекционного материала. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр.45-107]. 3. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 4. Конспектирование изученного материала.
3	Курсовой проект Самостоятельная работа
4	Примеры математических моделей 1. Подготовка к лабораторным работам № 1-4. 2. Повторение лекционного материала. 3. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр.108-206]. 4. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 5. Конспектирование изученного материала.
5	Самоорганизация и структуры в нелинейных средах 1. Повторение лекционного материала. 2. Изучение учебной литературы из приведенных источников: [1, стр. 207-239]. 3. Изучение ресурсовинформационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ», необходимых для освоения дисциплины. 4. Конспектирование изученного материала.
6	Выполнение курсового проекта.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	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 систем (учебник для ВУЗов) Б.Я. Советов, С.А. Яковлев М.: Высшая школа, , 2009	
2	Моделирование систем. Практикум. Б.Я. Советов, С.А. Яковлев М.: Высшая школа, , 2009	
1	Моделирование систем. Практикум Б.Я. Советов, С.А. Яковлев Однотомное издание Высш. шк. , 2005	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)
2	Моделирование систем. Практикум Б.Я. Советов, С.А. Яковлев Однотомное издание Высш. шк. , 2005	НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)

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

1. <http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ.

2. <http://elibrary.ru/> - научно-электронная библиотека.

3. <http://robotosha.ru/>

4. [www.chipinfo.ru](http://www.chipinfo.ru).

5. <http://siblec.ru/>

6. <http://autex.ru/>

7. <http://www.intuit.ru>

8. <http://twirpx.com>

9. <http://habrahabr.ru>

10. <http://semestr.ru>

11. [scholar.google.ru](http://scholar.google.ru)

12. Поисковые системы: Yandex, Google, Mail.

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

Для проведения лекционных занятий необходима специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской. Для проведения практических занятий необходимы компьютеры с рабочими местами в компьютерном классе. Компьютеры должны быть обеспечены лицензионными программными продуктами:

Microsoft Office не ниже Microsoft Office 2007 (2013), пакет прикладных

программ MATLAB.

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

Для проведения аудиторных занятий и самостоятельной работы требуется: 1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET и INTRANET.

2. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой и интерактивной доской.

3. Компьютерный класс с кондиционером. Рабочие места студентов в компьютерном классе, подключённые к сетям INTERNET и INTRANET Для проведения практических занятий: компьютерный класс; кондиционер; компьютеры с минимальными требованиями – Pentium 4, ОЗУ 4 ГБ, HDD 100 ГБ, USB 2.0.

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, к.н. кафедры «Управление и защита информации»

Балакина Екатерина  
Петровна

## Лист согласования

Заведующий кафедрой УиЗИ

Л.А. Баранов

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин