

**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: 01.06.2025

## 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» 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:

**Знать:**

- современные средства и методы компьютерного моделирования
- основные задачи управления в технических системах

**Уметь:**

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

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

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

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

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

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

**Владеть:**

- навыками анализа профессиональной области научных исследований и формулирует цели и задачи.

- навыками анализа проблемной ситуации как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними.

- навыками выбора способа формального описания задачи.

- навыками выбора и обосновывания критерии качества управления.

**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     | <p>Определение и назначение моделирования</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что такое модель?</li> <li>- Классификация моделей.</li> <li>- Классификация математических моделей.</li> <li>- Этапы построения математической модели.</li> <li>- Обследование объекта моделирования.</li> <li>- Концептуальная постановка задачи моделирования.</li> <li>- Математическая постановка задачи моделирования</li> <li>- Выбор и обоснование метода решения задач.</li> <li>- Реализация математической модели в виде программы для ЭВМ.</li> <li>- Проверка адекватности модели.</li> <li>- Практическое использование построенной модели в виде программы для ЭВМ.</li> </ul> |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2        | <p>Структурные модели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Что такое структурная модель?</li> <li>- Способы построения структурных моделей.</li> <li>- Примеры структурных моделей.</li> <li>- Моделирование в условиях неопределенности.</li> <li>- Причины появления неопределенностей и их виды.</li> <li>- Моделирование в условиях неопределённости позиции теории нечетких множеств</li> <li>- Моделирование в условиях стохастической неопределенности.</li> <li>- Моделирование Марковских случайных процессов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3        | <p>Статический анализ конструкций.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Модель спроса-предложения.</li> <li>- Динамика популяций.</li> <li>- Модель конкуренции двух популяций.</li> <li>- Гармонический осциллятор.</li> <li>- Линейные и нелинейные модели Закон Гука и границы линейности.</li> <li>- Сплошные среды и уравнения математической физики.</li> <li>- Линейные управления и принцип суперпозиции.</li> <li>- Построение сплошносредных моделей</li> <li>- Вывод волнового уравнения.</li> <li>- Примеры математических моделей</li> <li>- Решение волнового уравнения методом Фурье и методом Даламбера.</li> <li>- Уравнения Максвелла.</li> <li>- Классификация квазилинейных систем.</li> <li>- Связь непрерывного и дискретного га примере уравнения колебаний струны и уравнения Шредингера.</li> <li>- Использование феноменологии при построении математических моделей.</li> <li>- Анализ подобия и размерности.</li> <li>- Автомодельность.</li> </ul> |
| 4        | <p>Самоорганизация и структуры в нелинейных средах</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Нелинейные волны в сплошных среда.</li> <li>- Иерархические модели турбулентности и многомасштабные функциональные базисы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 5        | <p>Вейвлеты.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Вейвлет-анализ временных колебаний.</li> <li>- Фракталы и их применение.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6        | <p>Нелинейные модели ДНК.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Моделирование с использованием имитационного подхода.</li> <li>- Особенности моделей, использующих имитационный подход.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 7        | <p>Имитатор системы массового обслуживания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Клеточные автоматы.</li> <li>- Моделирование с использованием имитационного подхода.</li> <li>- Особенности моделей, использующих имитационный подход.</li> <li>- Моделирование дислокаций в металле.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | <p><b>Моделирование управления движением.</b></p> <p>В результате выполнения работы студент отрабатывает изучает модель движения в заданном направлении и модели движения с ограничением на производные, модели ракеты, движение спутника, модели ракетного двигателя, массу системы ракета-спутник, модели идеальной конструкции и отрабатывает умение моделирования маневрирования автомобилем.</p>                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2        | <p><b>Моделирование истечения жидкости из емкости.</b></p> <p>В результате выполнения работы студент изучает теорию свободных струй Гельмгольца – Кирхгофа, анализирует расчет времени опорожнения жесткой емкости произвольной формы, изучает модели 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 и их структуры, перечисление структур, энергия резонанса, порядки связей, межъядерные расстояния и нулевые собственные значения.</p> |
| 3        | <p><b>Основная физическая модель.</b></p> <p>В результате выполнения работы студент изучает математические модели, учет теплопроводности, модели популяций, одновидовые модели, модели для двух видов, находит решение методом малого параметра, отрабатывает умение исследовать напряжение конструкций и начала метода конечных элементов, получает навыки решения дискретных задач и задач о плоском напряженном состоянии и первый конечный элемент.</p>                                                                                                                                                                                |
| 4        | <p><b>Уравнение состояния.</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент изучает внешние источники, отрабатывает умение в исследовании систем 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».</p>                                                                                                                                                                 |
| 5        | <p><b>Математическая модель страхования автомобилей.</b></p> <p>В результате работы студент отрабатывает умение работы с приложением теории игр.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 6        | <p><b>Сетевые модели.</b></p> <p>В результате выполнения лабораторной работы студент изучает сетевые модели городских структур.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 7        | <p><b>Структурная устойчивость математических моделей.</b></p> <p>В результате выполнения работы студент изучает структурную устойчивость математической модели и значение методов теории катастроф.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы             |
|----------|----------------------------------------|
| 1        | Изучение дополнительной литературы.    |
| 2        | Подготовка к лабораторным работам.     |
| 3        | Выполнение курсовой работы.            |
| 4        | Выполнение курсового проекта.          |
| 5        | Подготовка к промежуточной аттестации. |
| 6        | 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     | chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://simulation.su/uploads/files/default/2001-uchebnik-sovetov-yakovlev-1.pdf (дата обращения: 19.04.2023). Текст: электронный. |
| 1     | Моделирование систем. Практикум Б.Я. Советов, С.А. Яковлев Однотомное издание Вышш. 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).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (<https://www.miiit.ru/>).

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miiit.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) (<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