

**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 бакалавриата  
по направлению подготовки  
15.03.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Компьютерное моделирование робототехнических систем**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Автоматизация и роботизация  
технологических процессов

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: 610876  
Подписал: И.о. заведующего кафедрой Григорьев Павел  
Александрович  
Дата: 01.06.2024

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование умения находить адекватную замену процесса в РТС соответствующей математической моделью;
- исследование математических моделей РТС методами вычислительной математики с привлечением средств современной вычислительной техники.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение знаниями о методах составления математических моделей РТС;
- овладение знаниями об исследовании математических моделей на ЭВМ с помощью прикладных программ.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ОПК-4** - Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.;

**ОПК-6** - Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий.;

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

### **Знать:**

- методы математического моделирования, применяемые в области расчета и исследования робототехнических комплексов;
- методику составления математических моделей.

### **Уметь:**

- разрабатывать математические модели и оценивать их адекватность и точность;
- применять методы математического моделирования и готовые математические модели для решения прикладных задач;
- использовать информационные технологии при исследовании математических моделей.

### **Владеть:**

- навыками разработки математических моделей процессов и явлений

робототехнических комплексов;

- навыками разработки новых или использования существующих методов решения получающихся математических задач;

- навыками разработки алгоритмов решения и их программной реализации;

- навыками решения задач с использованием современной вычислительной техники и анализа получающихся результатов.

### 3. Объем дисциплины (модуля).

#### 3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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	
		№6	№7
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	96	48	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	32	16	16
Занятия семинарского типа	64	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 48 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	<b>Общие положения моделирования.</b> Рассматриваемые вопросы: - моделирование как метод научного познания; - основные понятия и определения; - область применения математических моделей; - роль и место моделирования в проектировании РТС.
2	<b>Адекватность и эффективность моделей. Классификация моделей.</b> Рассматриваемые вопросы: - адекватность модели; - процесс построения модели; - теория подобия; - факторы, влияющие на адекватность модели; - классификация моделей.
3	<b>Основные этапы математического моделирования.</b> Рассматриваемые вопросы: - основные понятия математического моделирования; - классификация математических моделей; - использование прикладных программ для создания моделей; - этапы математического моделирования.
4	<b>Разновидности задач моделирования. Методы математического программирования.</b> Рассматриваемые вопросы: - прямые и обратные задачи моделирования и примеры; - детерминированные и стохастические задачи и примеры этих задач; - линейные и нелинейные задачи; - классификация методов математического программирования.
5	<b>Линейное программирование.</b> Рассматриваемые вопросы: - основные понятия линейного программирования; - примеры решения задач линейного программирования
6	<b>Нелинейное программирование.</b> Рассматриваемые вопросы: - виды нелинейных моделей; - математическое описание нелинейных моделей; - примеры решения задач нелинейного программирования для РТК.
7	<b>Математические модели в виде дифференциальных уравнений.</b> Рассматриваемые вопросы: - математическое описание модели в виде дифференциальных уравнений; - способы исследования модели в виде дифференциальных уравнений; - пример решения для одномассовой механической системы; - модели, заданные в виде уравнений в частных производных.
8	<b>Стохастические модели.</b> Рассматриваемые вопросы: - основные понятия теории вероятностей; - примеры стохастических моделей; - обработка опытных данных.
9	<b>Искусственный интеллект и его использование в РТС.</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- история возникновения и развития искусственного интеллекта;</li> <li>- системы технического зрения;</li> <li>- распознавание и анализ изображений;</li> <li>- искусственные нейронные сети.</li> </ul>
10	<p><b>Основные задачи динамики механических систем и способы их решения.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие сведения о динамике механических систем (МС);</li> <li>- классификация МС;</li> <li>- основные задачи динамики МС;</li> <li>- способы решения основных задач динамики МС.</li> </ul>
11	<p><b>Построение расчетных схем механических систем и общие принципы их расчета.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обозначения на эквивалентных схемах МС;</li> <li>- основные законы динамики;</li> <li>- классификация сил;</li> <li>- принцип Даламбера;</li> <li>- уравнения Лагранжа.</li> </ul>
12	<p><b>Приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правила нахождения приведенных сил и моментов сил;</li> <li>- правила нахождения приведенных масс и моментов инерции;</li> <li>- приведение жесткостей;</li> <li>- приведенные массы, моменты инерции, силы и моменты сил МС, приведенные жесткости на примере механической системы качания руки робота.</li> </ul>
13	<p><b>Уравнения движения жестких механических систем.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнения движения для ненагруженных механизмов;</li> <li>- составление уравнений движения при нагружении механизмов;</li> <li>- примеры составления уравнений движения для электрических приводов роботов.</li> </ul>
14	<p><b>Динамические процессы ненагруженных механизмов, при нагружении и после разгона.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнения движения для ненагруженных механизмов;</li> <li>- составление уравнений движения при нагружении механизмов;</li> <li>- примеры составления уравнений движения для электрических приводов роботов.</li> </ul>
15	<p><b>Основы расчета динамики робототехнических систем с присоединенной массой и с гибкими звеньями.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности динамики машин с гибкими звеньями.</li> <li>- пример составления уравнений движения для конвейера.</li> </ul>
16	<p><b>Динамические расчеты МС с гидравлическими, пневматическими и электрическими связями.</b></p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- особенности составления уравнений динамики для механических систем с гидравлическими связями;</li> <li>- особенности составления уравнений динамики для механических систем с пневматическими связями;</li> <li>- особенности составления уравнений динамики для механических систем с электрическими связями.</li> </ul>

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

## Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы Mathcad.
2	Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.
3	Моделирование процессов в одномассовой системе. В результате выполнения лабораторной работы математическая модель для одномассовой механической системы исследуется в среде MathCAD.
4	Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения лабораторной работы модель двухмассовой МС исследуется в MathCAD.
5	Составление уравнений динамики для механической системы. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в MathCAD.
6	Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения лабораторной работы движение МС моделируется и исследуется в MathCAD.
7	Моделирование работы МС с гидравлическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа гидравлического привода.
8	Моделирование работы МС с электрическими связями. В результате выполнения лабораторной работы моделируется работа электрического привода постоянного тока.

## Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Этапы математического моделирования на примере моделирования движения кривошипно-шатунного механизма. В результате выполнения практического занятия студенты составляют математическую модель кривошипно-шатунного механизма и исследуют ее на ЭВМ в программе Excel.
2	Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании. В результате выполнения практического занятия рассматриваются различные методы решения задач с помощью программы Mathcad.
3	Прямые и обратные задачи моделирования. В результате выполнения практического занятия рассматривается применение ЭВМ для решения прямых и обратных задач моделирования.
4	Составление математической модели с применением фундаментальных законов природы. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических моделей с применением законов сохранения энергии, материи, импульса.
5	Составление математической модели с применением вариационных принципов. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических моделей для механической системы с применением принципа Гамильтона .
6	Составление математической модели с применением аналогий. В результате выполнения практического занятия рассматривается составление математических

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	моделей с применением аналогий.
7	<p>Математическое моделирование физических процессов.</p> <p>В результате выполнения практического задания рассматриваются математические модели различных по приводу физических процессов.</p>
8	<p>Линейное программирование.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты решают линейную задачу оптимизации с помощью Excel.</p>
9	<p>Нелинейное программирование.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматривается решение задачи нелинейного программирования в Mathcad.</p>
10	<p>Модель в виде обыкновенных дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматривается составление уравнений динамики для механической системы и аналитические способы решения этих уравнений.</p>
11	<p>Модели в виде дифференциальных уравнений в частных производных.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются модели в частных производных на примере теплопередачи.</p>
12	<p>Вероятностные модели. Статистические характеристики.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты находят статистические характеристики вероятностной модели.</p>
13	<p>Аппроксимация функций.</p> <p>В результате выполнения практического занятия для набора данных находят аппроксимирующие функции различных видов.</p>
14	<p>Универсальность математических моделей.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты рассматривают процессы колебаний в объектах различной природы и убеждаются в том, что несмотря на разную сущность объектов, им соответствуют изоморфные математические модели.</p>
15	<p>Искусственные нейронные сети.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются способы построения нейронных сетей.</p>
16	<p>Современные способы исследования математических моделей в виде дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты знакомятся с современными программными продуктами, которые позволяют решать дифференциальные уравнения.</p>
17	<p>Составление программы вычисления функции в Mathcad.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу в среде Mathcad.</p>
18	<p>Составление программы построения графиков в различных системах координат.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют программу для построения различных типов графиков.</p>
19	<p>Описание системы дифференциальных уравнений в виде матрицы в MathCAD.</p> <p>В результате выполнения практического занятия рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.</p>
20	<p>Применение иерархического подхода к составлению модели механической системы РТС.</p> <p>В результате выполнения практического занятия студенты составляют для механической системы одномассовую и двухмассовую модели.</p>
21	<p>Решение системы дифференциальных уравнений.</p> <p>В результате выполнения практического занятия составляется математическая модель для одномассовой механической системы и исследуется в среде MathCAD.</p>

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
22	Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения практического занятия составляется модель для двухмассовой МС и исследуется в MathCAD.
23	Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения практического занятия составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в MathCAD.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Изучение дополнительной литературы
3	Подготовка к промежуточной аттестации.
4	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 125 с.	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/558307">https://urait.ru/bcode/558307</a> (дата обращения: 07.04.2024). - Текст: электронный.
2	Язев, В. А. Численные методы в Mathcad : учебное пособие для вузов / В. А. Язев, И. Лукьяненко, С.. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 116 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/200381">https://e.lanbook.com/book/200381</a> (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный.
3	Воскобойников, Ю. Е. Статистический анализ экспериментальных данных в пакетах MathCAD и Excel: учебное пособие для вузов / Ю. Е. Воскобойников. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 212с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/179025">https://e.lanbook.com/book/179025</a> (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный.
4	Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 450 с.	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/489154">https://urait.ru/bcode/489154</a> (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный.
5	Охорзин, В. А. Прикладная математика в системе MATHCAD: учебное пособие / В. А. Охорзин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 352 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/167771">https://e.lanbook.com/book/167771</a> (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный.
6	Советов, Б. Я. Моделирование систем : учебник для	URL: <a href="https://urait.ru/bcode/488217">https://urait.ru/bcode/488217</a> (дата обращения: 07.04.2023). -



	академического бакалавриата / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. — 7-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 343 с.	Текст: электронный.
7	Доев, В. С. Сборник заданий по теоретической механике на базе MATHCAD: учебное пособие для спо / В. С. Доев, Ф. А. Доронин. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 588 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/152468 (дата обращения: 07.04.2023). - Текст: электронный.

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>).

Электронно-библиотечная система Elibrary.ru (<http://elibrary.ru/>).

Электронно-библиотечная система Cyberleninka.ru (<https://cyberleninka.ru/>).

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

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

Электронно-библиотечная система Znanium (<http://znanium.ru/>).

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

Microsoft Office (Word, Excel); MathCAD.

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

1. Рабочее место преподавателя с персональным компьютером, подключённым к сетям INTERNET.

2. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

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

4. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

5. Компьютерный класс с предустановленным ПО.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 6, 7 семестрах.

#### 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  
«Наземные транспортно-  
технологические средства»

Н.А. Зайцева

Согласовано:

и.о. заведующего кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

П.А. Григорьев

С.В. Володин