

**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  
15.04.06 Мехатроника и робототехника,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Программно-аппаратное обеспечение роботов и робототехнических систем**

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Роботы и робототехнические системы

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: 6216  
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей  
Николаевич  
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-2** - Способен применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации в области машиностроения;

**ОПК-4** - Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов;

**ОПК-11** - Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем ;

**ПК-1** - Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;

**ПК-2** - Способен использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

**ПК-3** - Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных техно-логий;

**ПК-4** - Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области мехатроники и робототехники, средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск;

**ПК-6** - Готов к составлению аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок.

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

**Знать:**

- теорию об эксплуатации промышленных роботов;
- систему технического обслуживания и ремонтов промышленных роботов.

**Уметь:**

- составлять математические модели промышленных роботов, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули;
- использовать программные пакеты для моделирования и программирования;
- разрабатывать макеты для вычислительных экспериментов управляющих, информационных и исполнительных модулей промышленных роботов.

**Владеть:**

- навыками моделирования роботизированных комплексов;
- навыками исследования с применением современных информационных технологий.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 14 з.е. (504 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	№3	№4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	124	48	48	28
В том числе:				
Занятия лекционного типа	62	16	32	14
Занятия семинарского типа	62	32	16	14

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 380 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	Базовое программирование на языке Python. Рассматриваемые вопросы: - Основные программные конструкции; - Разбор примеров.
2	Научные вычисления на языке Python. Часть 1. Рассматриваемые вопросы: - Обзор основных библиотек для научных вычислений; - Разбор примеров.
3	Научные вычисления на языке Python. Часть 2. Рассматриваемые вопросы: - Разбор примеров.
4	Искусственные нейронные сети на языке Python. Часть 1.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - Введение в теорию искусственных нейронных сетей; - Разбор примеров.
5	Искусственные нейронные сети на языке Python. Часть 2. Рассматриваемые вопросы: - Разбор примеров.
6	Базы данных на языке Python. Часть 1. Рассматриваемые вопросы: - Введение в базы данных; - Обзор библиотек; - Разбор примеров.
7	Базы данных на языке Python. Часть 2. Рассматриваемые вопросы: - Разбор примеров.
8	Приложения на языке Python. Рассматриваемые вопросы: - Введение в приложения; - Обзор библиотек; - Разбор примеров.
9	Графические интерфейсы на языке Python. Часть 1. Рассматриваемые вопросы: - Введение в графические интерфейсы пользователя; - Обзор библиотек; - Разбор примеров.
10	Графические интерфейсы на языке Python. Часть 2. Рассматриваемые вопросы: - Разбор примеров.
11	Компьютерное зрение на языке Python. Рассматриваемые вопросы: - Введение в компьютерное зрение; - Обзор библиотек; - Разбор примеров.
12	Введение в программирование на C++ плат Arduino. Рассматриваемые вопросы: - Введение в программирование микроконтроллерных плат. - Монитор порта; - Типы данных. Переменные.
13	Прием данных от датчика расстояния. Рассматриваемые вопросы: - Широко-импульсная модуляция - Множественный выбор. Конечный автомат - Массивы - Многопоточность. Таймеры.
14	Подавление дребезга. Рассматриваемые вопросы: - Аппаратное и программное подавление дребезга - Функции. Процедуры - Объекты и классы.
15	Связь между платами Arduino.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Связь двух плат Arduino по UART</li> <li>- Связь двух плат Arduino по I2C.</li> </ul>
16	<p>Управление приводами.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Управление сервоприводом через команды монитора порта</li> <li>- Управление униполярным шаговым двигателем</li> <li>- Управление биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.</li> </ul>
17	<p>Программирование на KFD/KRL. Программирование движений рабочего органа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- траектории движения центральной точки инструмента на языке KFD/KRL.</li> </ul>
18	<p>Программирование на KFD/KRL. Условный оператор и оператор множественного выбора.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд условного оператора и оператора множественного выбора на языке KFD/KRL.</li> </ul>
19	<p>Программирование на KFD/KRL. Циклы и ожидания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд циклов и ожидания на языке KFD/KRL.</li> </ul>
20	<p>Программирование на KFD/KRL. Входы и выходы системы управления KRC4.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд циклов и ожидания на языке KFD/KRL.</li> </ul>
21	<p>Программирование на KFD/KRL. Подпрограммы, функции и прерывания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор подпрограмм, функций и прерываний на языке KFD/KRL.</li> </ul>
22	<p>Программирование на KFD/KRL. Сообщения, таймеры, флаги.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор сообщений, таймеров, флагов на языке KFD/KRL.</li> </ul>
23	<p>Ввод в эксплуатацию роботов АВВ.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- юстировка робота;</li> <li>- калибровка инструмента;</li> <li>- калибровка базы.</li> </ul>
24	<p>Программирование на RAPID. Программирование движений рабочего органа.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- траектории движения центральной точки инструмента на языке RAPID.</li> </ul>
25	<p>Программирование на RAPID. Условный оператор и оператор множественного выбора.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд условного оператора и оператора множественного выбора на языке RAPID.</li> </ul>
26	<p>Программирование на RAPID. Циклы и ожидания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд циклов и ожидания на языке RAPID.</li> </ul>
27	<p>Программирование на RAPID. Входы и выходы системы управления IRC5.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор команд входов и выходов системы управления IRC5 на языке RAPID.</li> </ul>
28	<p>Программирование на RAPID. Подпрограммы, функции и прерывания.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разбор подпрограмм, функций и прерываний на языке RAPID.</li> </ul>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
29	Программирование на RAPID. Сообщения, таймеры, флаги. Рассматриваемые вопросы: - разбор сообщений, таймеров, флагов на языке RAPID.

## 4.2. Занятия семинарского типа.

### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	В результате выполнения лабораторной работы В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью Python.
2	Описание системы дифференциальных уравнений в Python. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются правила составления программы для решения дифференциальных уравнений.
3	Моделирование процессов в одномассовой системе. В результате выполнения лабораторной работы строится математическая модель для одномассовой механической системы и исследуется с помощью Python.
4	Математическое моделирование процессов в двухмассовой механической системе. В результате выполнения лабораторной работы строится модель двухмассовой МС и исследуется с помощью Python.
5	Составление уравнений динамики для механической системы. В результате выполнения лабораторной работы составляется модель для заданной преподавателем МС и исследуется в Python.
6	Математическое моделирование процессов в механической системе. В результате выполнения лабораторной работы движение МС моделируется и исследуется в Python.
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 и переменного тока.
9	Этапы математического моделирования на примере моделирования движения звена манипулятора. В результате выполнения лабораторной работы студенты составляют математическую модель.
10	Точные и численные методы решения математических задач и их использование при моделировании. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются различные методы решения задач с помощью Python.
11	Прямые и обратные задачи моделирования. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются решения прямых и обратных задач моделирования.
12	Составление математической модели с применением фундаментальных законов. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается составление математических моделей с применением законов сохранения энергии, материи, импульса.
13	Составление математической модели с применением вариационных принципов. Составление математической модели с применением вариационных принципов.
14	Составление математической модели с применением аналогий.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	В результате выполнения лабораторной работы рассматривается составление математических моделей с применением аналогий.
15	Математическое моделирование физических процессов. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются математические модели различных по приводу физических процессов.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Базовое программирование на языке Python. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки в базовом программировании на языке Python.
2	Научные вычисления в Numpy. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки при работе с массивами и матричными преобразованиями.
3	Научные вычисления в Matplotlib. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки при работе с графиками.
4	Научные вычисления в Scipy. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки при работе с анализом данных.
5	Основные нейронные сети в Keras. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки в создании, редактировании, обучении нейронных сетей в Keras.
6	Сверточные нейронные сети в Keras. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки в создании, редактировании, обучении сверточных нейронных сетей в Keras.
7	Базы данных в SQLite. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки при работе с базами данных.
8	Приложения в Flask. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки в создании, редактировании приложений.
9	Графические интерфейсы в Tkinter. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки в создании, редактировании графических интерфейсов.
10	Компьютерное зрение в Open CV. В результате выполнения практического задания приобретаются навыки при работе с изображениями и видеопотоком.
11	Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Arduino/STM32). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения методов для управления сервоприводом с помощью библиотеки.
12	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения методов вывода показаний датчиков на LCD-дисплей.
13	Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.
14	Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32).

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения функций для рациональной организации программы и таймеров для реализации многозадачности.
15	Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Raspberry Pi). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.
16	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования характеристик H-моста.
17	Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.
18	Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi). В результате выполнения практического задания рассматриваются вопросы применения схем замещения.
19	Программирование на RAPID. Программирование движений рабочего органа. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для создания траекторий перемещения рабочего органа промышленного робота.
20	Программирование на RAPID. Условный оператор и оператор множественного выбора. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для создания программ с элементами выбора управляющих воздействий на основе определенных условий.
21	Программирование на RAPID. Циклы и ожидания. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для формирования циклов и задержки времени для формирования повторяющихся действий.
22	Программирование на RAPID. Входы и выходы системы управления KRC4. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для управления выходными сигналами, управляющими нагрузкой (распределитель, частотный преобразователь), на основе состояний входных сигналов от датчиков и кнопок.
23	Программирование на RAPID. Подпрограммы, функции и прерывания. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для создания функций и прерываний, необходимые для организации сложных программ на основе деления ее на отдельные блоки кода.
24	Программирование на RAPID. Сообщения, таймеры, флаги. В результате выполнения практического задания рассматриваются команды для формирования сообщений обратной связи, флагов - для хранения и изменения состояний логических сигналов, таймеров - для создания генераторов импульсов.

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Вариант 1 «Разработка программного управления станка для резки панелей»

Вариант 2 «Разработка программного управления портального робота»

Вариант 3 «Разработка программного управления конвейерной линией»

Вариант 4 «Разработка программного управления технологическим процессом»

Вариант 5 «Разработка программного управления следящей системы»

Вариант 6 «Разработка программного управления насосами»

Вариант 7 «Разработка программного управления установкой для получения жидкости»

Вариант 8 «Разработка программного управления бетономешалкой»

Вариант 9 «Разработка программного управления подъемником»

Вариант 10 «Разработка программного управления роботизированной тележки с бункером»

Вариант 11 «Разработка программного управления экскаватором-драглайном»

Вариант 12 «Разработка программного управления гидравлическим одноковшовым экскаватором»

Вариант 13 «Разработка программного управления эскалатора»

Вариант 14 «Разработка программного управления мостового крана»

Вариант 15 «Разработка программного управления вилочного электропогрузчика»

Вариант 16 «Разработка программного управления рольгангом»

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Маликов, Р. Ф. Основы математического моделирования : учебное пособие / Р. Ф. Маликов. — Москва : Горячая линия-Телеком, 2010. — 368 с. — ISBN 978-5-9912-0123-0.	<a href="https://e.lanbook.com/book/5169">https://e.lanbook.com/book/5169</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Плотников, С. А. Математическое моделирование систем управления : учебное пособие / С. А. Плотников, Д. М. Семенов, А. Л. Фрадков. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2021. — 193 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/283607">https://e.lanbook.com/book/283607</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.

3	Крыжановский, Г. А. Моделирование транспортных процессов : учебное пособие / Г. А. Крыжановский. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2014. — 262 с.	<a href="https://e.lanbook.com/book/145484">https://e.lanbook.com/book/145484</a> (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
4	Савич, Е. Л. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский. — Минск : РИПО, 2019. — 425 с. — ISBN 978-985-503-959-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/154191">https://e.lanbook.com/book/154191</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
5	Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2.	<a href="https://e.lanbook.com/book/212213">https://e.lanbook.com/book/212213</a> (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
6	Ильичева, В. В. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / В. В. Ильичева. — Ростов-на-Дону : РГУПС, 2020. — 92 с. — ISBN 978-5-88814-894-5.	<a href="https://e.lanbook.com/book/147356">https://e.lanbook.com/book/147356</a> (дата обращения: 12.04.2023). - 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>).

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

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

Электронно-библиотечная система [ibooks.ru](http://ibooks.ru) (<http://ibooks.ru/>).

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

Microsoft Project.

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.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа во 2, 3, 4 семестрах.

Экзамен во 2, 3, 4 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»

А.В. Мишин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин