

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: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел
Александрович
Дата: 01.06.2025

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:

- методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- алгоритмы и программные средства расчетов и проектирования мехатронных и робототехнических систем;
- основные положения, законы и методы математики при формировании моделей и методов исследований мехатронных и робототехнических систем;
- требования к составлению математических моделей, их подсистем с применением формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта;
- программные пакеты и требования к разрабатываемому новому программному обеспечению;
- методы создания макетов мехатронных и робототехнических систем;
- методы разработки методики проведения экспериментов мехатронных и робототехнических систем;
- состав исследований для мехатронных и робототехнических систем.

Уметь:

- применять методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- применять алгоритмы и программные средства расчетов и проектирования мехатронных и робототехнических систем;
- применять основные положения, законы и методы математики при формировании моделей и методов исследований мехатронных и робототехнических систем;

- составлять математические модели, их подсистемы с применением формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта;
- использовать имеющиеся программные пакеты и разрабатывать новое программное обеспечение;
- разрабатывать макеты мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование;
- разрабатывать методики проведения экспериментов мехатронных и робототехнических систем и проводить эксперименты;
- проводить теоретические и экспериментальные исследования мехатронных и робототехнических систем.

Владеть:

- навыками математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- навыками применения алгоритмов и программных средств расчетов и проектирования мехатронных и робототехнических систем;
- навыками использования основных положений, законов и методов математики при формировании моделей и методов исследований мехатронных и робототехнических систем;
- навыками к составлению математических моделей, их подсистем с применением формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта;
- навыками использования имеющихся программных пакетов и разработки нового программного обеспечения;
- навыками разработки макетов мехатронных и робототехнических систем и проведения их исследований;
- навыками разработки методики проведения экспериментов мехатронных и робототехнических систем и проведения экспериментов;
- навыками проведения теоретических и экспериментальных исследований мехатронных и робототехнических систем.

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. Рассматриваемые вопросы: - Введение в теорию искусственных нейронных сетей; - Разбор примеров.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
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. Рассматриваемые вопросы: - Связь двух плат Arduino по UART - Связь двух плат Arduino по I2C.

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

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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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). 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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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

Семестр 2

Курсовая работу на тему "Сбора и обработка данных от датчиков (по вариантам вводных данных)"

Вариант 1 "... от гироскопа"

Вариант 2 "... от акселерометра"

Вариант 3 "... от тензодатчика"

Вариант 4 "... от датчика расстояния"

Вариант 5 "... от бинокулярной системы технического зрения"

Вариант 6 "... от лидара"

Вариант 7 "... от радара"

Вариант 8 "... от монокулярной системы технического зрения"

Вариант 9 "... от силомоментного датчика"

Вариант 10 "... от многокурсовой системы технического зрения"

Семестр 3

Курсовая работу по вариантам.

Вариант 1 «Разработка программного управления порталного робота»

Вариант 2 «Разработка программного управления конвейерной линией»

Вариант 3 «Разработка программного управления технологическим процессом»

Вариант 4 «Разработка программы управления следящей системы»

Вариант 5 «Разработка программы управления роботизированной тележки с бункером»

Вариант 6 «Разработка программы управления для мобильного робота»

Вариант 7 «Разработка программы управления для группы мобильных роботов»

Вариант 8 «Разработка программы управления для группы из мобильного робота и стационарного робота»

Вариант 9 «Разработка программы управления для БПЛА»

Вариант 10 «Разработка программы управления для группы из БПЛА и мобильного робота»

Семестр 4

Курсовая работу на тему "Программирование роботизированной ячейки (по вариантам вводных данных)"

Вариант 1 "... для покраски подвижного состава"

Вариант 2 "... для резки элементов подвижного состава"

Вариант 3 "... для ремонта элементов железнодорожного пути"

Вариант 4 "... для ремонта элементов подвижного состава"

Вариант 5 "... для неразрушающего контроля элементов подвижного состава"

Вариант 6 "... для обслуживания подвижного состава"

Вариант 7 "... для классификации объектов"

Вариант 8 "... для сортировки объектов"

Вариант 9 "... для распознавания дефектов объектов"

Вариант 10 "... для герметизации швов"

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.	https://e.lanbook.com/book/5169 (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Крыжановский, Г. А. Моделирование транспортных процессов : учебное пособие / Г. А. Крыжановский. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2014. — 262 с.	https://e.lanbook.com/book/145484 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
3	Петров, А. В. Моделирование процессов и систем : учебное пособие / А. В. Петров. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-1886-2.	https://e.lanbook.com/book/212213 (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 Znanium (<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

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин