

**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)**

**Системы автоматического управления робототехнических комплексов и  
мехатронных 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: 6216  
Подписал: заведующий кафедрой Неклюдов Алексей  
Николаевич  
Дата: 01.06.2023

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

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- подготовка студентов к инженерной деятельности по разработке алгоритмов управления робототехнических и мехатронных систем, их аппаратной и программной реализации на микропроцессорной элементной базе.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение навыками программирования микроконтроллерных устройств систем автоматического управления робототехнических комплексов;

- формирование представлений у студентов о вариантах совершенствования систем автоматического управления робототехнических комплексов.

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

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

**ПК-2** - Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления .

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

### **Знать:**

- способы комплексной настройки мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления.

### **Уметь:**

- определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

### **Владеть:**

- навыками комплексной настройки мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение контроллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления.

## 3. Объем дисциплины (модуля).

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

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 84 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	Введение. Общие сведения о системах управления роботами. Рассматриваемые вопросы: - функциональная схема системы управления роботов.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	Математические модели манипуляторов роботов и задачи управления движением. Рассматриваемые вопросы: - учет упругости звеньев манипулятор, математическое описание приводов; - классификация способов управления роботами.
3	Планирование траекторий движения робота в пространстве обобщенных координат. Рассматриваемые вопросы: - резонансные цикловые приводы и манипуляторы; - совместное дискретное позиционное управление приводами манипулятора.
4	Управление по вектору положения и по вектору скорости. Рассматриваемые вопросы: - непрерывное управление отдельным приводами; - робастные системы непрерывного управления приводами.
5	Планирование движения промышленного робота в рабочем пространстве. Рассматриваемые вопросы: - совместное непрерывное (контурное) управление приводами манипулятора.
6	Динамическое управление движением робота. Рассматриваемые вопросы: - системы управления манипулятором совместно по положению и силе (моменту).
7	Способы динамического управления в задачах сборки и механообработки. Рассматриваемые вопросы: - тактильные датчики и матрицы; - системы технического зрения и их элементы.
8	Самонастраивающиеся системы управления. Рассматриваемые вопросы: - устройства сопряжения внешних устройств с управляющим контроллером; - параллельная и последовательная передача информации; - виды помех и обеспечение помехоустойчивости при передаче информации.
9	Микропроцессорная реализация алгоритмов управления роботами. Рассматриваемые вопросы: - работа АИН при (2/3) – коммутации силовых тиристоров.
10	Математическое описание сложной РТС как сети конечных автоматов. Рассматриваемые вопросы: - особенности электрического привода переменного тока с трехфазным асинхронным электродвигателем.
11	Логический уровень системы управления многокомпонентной РТС. Рассматриваемые вопросы: - регулируемый электропривод с обратной связью по скорости и току.
12	Программное обеспечение РТС. Рассматриваемые вопросы: - система импульсно–фазового управления.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Arduino/STM32). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	методов для управления сервоприводом с помощью библиотеки.
2	<b>Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов вывода показаний датчиков на LCD-дисплей.
3	<b>Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.
4	<b>Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения функций для рациональной организации программы и таймеров для реализации многозадачности.
5	<b>Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Raspberry Pi).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.
6	<b>Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик H-моста.
7	<b>Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.
8	<b>Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi).</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения схем замещения.
9	<b>Программирование ПЛК. Реверсивный счетчик и детектор фронтов.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение реверсивного счетчика и детектора фронтов при программировании ПЛК.
10	<b>Управление освещением в производственном помещении.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип написания и отладки программы для реализации автоматического управления освещением в производственном помещении.
11	<b>Программирование ПЛК. Генератор периодических импульсов.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение генератора периодических импульсов при программировании ПЛК.
12	<b>Программирование ПЛК. Сравнение ST, CFC, FBD.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается сравнение языков программирования ST, CFC, FBD на примере написания программы для реализации автоматического управления.
13	<b>Программирование ПЛК. Программное управление конвейерной системой на основе структуры приложения.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается концепция структуры приложения при написании программы для реализации автоматического управления конвейерной системой.
14	<b>Программирование ПЛК. Визуализация программы.</b> В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается способ отладки программ на основе использования визуализации с учетом привязки графических элементов мнемосхемы к переменным программы.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
15	Программирование ПЛК. ПИД-регулятор. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение ПИД-регулятора при программировании ПЛК.
16	Программирование промышленных роботов. В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы: - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора; - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления робота; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.

### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Изучение работы АЦП и компаратора в микроконтроллерах. В результате выполнения практического задания изучаются аналоговые электронные устройства (АЦП, компараторы).
2	Изучение работы с таймеров/счетчиков. В результате выполнения практического задания изучаются таймеры/счетчики микроконтроллеров.
3	Динамическая индикация и графические знакосинтезирующие дисплеи. В результате выполнения практического задания изучаются варианты вывода значений параметров.
4	Интерфейсы передачи данных. В результате выполнения практического задания изучаются технологии передачи данных (I2C, UART, SPI, токовая петля).
5	Устройства защиты и типовые устройства, работающие с микроконтроллеров. В результате выполнения практического задания изучаются варианты защиты микроконтроллеров.
6	Изучение системы управления шаговым приводом робота. В результате выполнения практического задания изучается система управления приводами робота.
7	Изучение системы управления сервоприводом робота. В результате выполнения практического задания изучается система управления приводом робота.
8	Программирование и настройка ПИД регулятора сервопривода робота. В результате выполнения практического задания изучаются методы настройки регуляторов.
9	Микроконтроллеры семейства AVR (Atmel). В результате выполнения практического задания изучается архитектура микроконтроллеров.
10	Обработка прерываний в микроконтроллерах, внешние прерывания. В результате выполнения практического задания изучается организация в программе прерываний.
11	Оптические датчики. В результате выполнения практического задания изучаются оптические датчики (принцип работы, подключение, обработка сигналов микроконтроллером).
12	Датчики магнитного поля, индуктивные и емкостные датчики. В результате выполнения практического задания изучаются бесконтактные датчики (принцип работы, подключение, обработка сигналов микроконтроллером).
13	Ультразвуковые датчики. В результате выполнения практического задания изучаются ультразвуковые датчики (принцип работы, подключение, обработка сигналов микроконтроллером).

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение основных программных конструкций Python (закрепление материала).
2	Изучение основных программных конструкций C++ (закрепление материала).
3	Изучение основных программных конструкций языков МЭК61131-3 (закрепление материала).
4	Изучение основных программных конструкций KRL (закрепление материала).
5	Изучение основных программных конструкций Rapid (закрепление материала).
6	Подготовка к промежуточной аттестации.
7	Подготовка к текущему контролю.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Герман-Галкин С. Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech / С.Г. Галкин, Б.А. Карташов, С.Н. Литвинов. - Москва : ДМК Пресс, 2021. - 494 с.	URL: <a href="https://ibooks.ru/bookshelf/372272/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/372272/reading</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Пупков К.А. Нестационарные системы автоматического управления: анализ, синтез и оптимизация / К.А. Пупков, Н.Д. Егупов. - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. - 632 с. - ISBN 978-5-7038-2781-9.	URL: <a href="https://ibooks.ru/bookshelf/364097/reading">https://ibooks.ru/bookshelf/364097/reading</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
3	Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB : учебное пособие для вузов / А. Ю. Ощепков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5-8114-8544-4.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/177027">https://e.lanbook.com/book/177027</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
4	Волков, М. А. Управление техническими и технологическими системами : учебное пособие / М. А. Волков, А. Ю. Постыляков, Д. В. Исаков. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 252 с. — ISBN 978-5-9729-0787-8.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/281252">https://e.lanbook.com/book/281252</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
5	Федотов, А. В. Компьютерное управление в производственных системах : учебное пособие для вузов / А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 620 с. — ISBN 978-	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/171424">https://e.lanbook.com/book/171424</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.

	5-8114-8065-4.	
6	Гаврилов, А. Н. Средства и системы управления технологическими процессами : учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю. В. Пятаков. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-4584-4.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/206903">https://e.lanbook.com/book/206903</a> (дата обращения: 21.04.2023). - 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/>)

Общие информационные, справочные и поисковые «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru/>)

«Гарант» (<http://www.garant.ru/>)

Главная книга (<https://glavkniga.ru/>)

Электронно-библиотечная система издательства (<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).

Visual Studio Code (PlatformIO); PyCharm, Logo!Soft Comfort; CoDeSys; RoboDk; RobotStudio; CoppeliaSim.

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

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

2. Программное обеспечение для создания электрических схем.

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

4. Специализированная аудитория для выполнения лабораторных работ.

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»

А.В. Мишин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин