

**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: 01.06.2022

### 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:

#### **Владеть:**

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

#### **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.

### 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):	92	44	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	30	14	16
Занятия семинарского типа	62	30	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 88 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	<p>Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов вывода показаний датчиков на LCD-дисплей.</p>
3	<p>Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.</p>
4	<p>Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения функций для рациональной организации программы и таймеров для реализации многозадачности.</p>
5	<p>Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Raspberry Pi).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.</p>
6	<p>Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик H-моста.</p>
7	<p>Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.</p>
8	<p>Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi).</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения схем замещения.</p>
9	<p>Программирование ПЛК. Реверсивный счетчик и детектор фронтов.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение реверсивного счетчика и детектора фронтов при программировании ПЛК.</p>
10	<p>Управление освещением в производственном помещении.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип написания и отладки программы для реализации автоматического управления освещением в производственном помещении.</p>
11	<p>Программирование ПЛК. Генератор периодических импульсов.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение генератора периодических импульсов при программировании ПЛК.</p>
12	<p>Программирование ПЛК. Сравнение ST, CFC, FBD.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается сравнение языков программирования ST, CFC, FBD на примере написания программы для реализации автоматического управления.</p>
13	<p>Программирование ПЛК. Программное управление конвейерной системой на основе структуры приложения.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается концепция структуры приложения при написании программы для реализации автоматического управления конвейерной системой.</p>
14	<p>Программирование ПЛК. Визуализация программы.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается способ отладки программ на основе использования визуализации с учетом привязки графических элементов мнемосхемы к переменным программы.</p>

№ 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	Т.А. Павловская С/С++. Программирование на языке высокого уровня: Однотомное издание, СПб.: Питер, 2007 - 461 с.	НТБ (уч.4)
2	Г. Россум, Ф.Л.Дж. Дрейк, Д.С. Откидач. Язык программирования Python:	НТБ (ЭЭ)

	Однотомное издание, 2001 - 454 с.	
3	<p>Сорокин П. А., Власов Я. С. Электрические приводы роботов : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта [при обучении по специальности "Роботы и робототехнические системы"] / П.А. Сорокин, Я.С. Власов; ФГБ ОУ ВПО "Моск. гос. ун-т путей сообщ.", Каф. "Путевые, строит. машины и робототех</p>	<p><a href="https://rusist.info/book/1943288">https://rusist.info/book/1943288</a></p>

	Н. комплекс Ы". - Москва : МИИТ, 2011. - 215 с.	
4	Преобразователи частоты - просто о сложном Danfoss Drives A/S ЗАО «Данфосс», 2006 - 160 с.	<a href="http://danfoss-drives.ru/files/filesDanfossDrives/danfoss_frequency_converters_simply_about_difficult.pdf">http://danfoss-drives.ru/files/filesDanfossDrives/danfoss_frequency_converters_simply_about_difficult.pdf</a>
5	Хоровиц, П., Хилл У. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл . - Бином-пресс, 2009 - 706 с.	<a href="https://miphworld.ru/wp-content/uploads/Books/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0/Khorovits_P_Khill_U_-_Iskusstvo_skhemotekhniki_-_2014.pdf">https://miphworld.ru/wp-content/uploads/Books/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0/Khorovits_P_Khill_U_-_Iskusstvo_skhemotekhniki_-_2014.pdf</a>

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 семестре.

Экзамен в 7 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  
«Наземные транспортно-  
технологические средства»

Мишин Алексей  
Владимирович

## Лист согласования

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин