

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

### 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.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- функциональная схема системы управления роботов.  |
| 2     | Математические модели манипуляторов роботов и задачи управления движением.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- учет упругости звеньев манипулятор, математическое описание приводов; |

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

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|----------|---|
| 1        | Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Arduino/STM32).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов для управления сервоприводом с помощью библиотеки. |
| 2        | Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32).  |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|----------|---|
|          | В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов вывода показаний датчиков на LCD-дисплей.  |
| 3        | Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.                          |
| 4        | Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения функций для рациональной организации программы и таймеров для реализации многозадачности.   |
| 5        | Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Raspberry Pi).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.  |
| 6        | Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик H-моста.  |
| 7        | Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.  |
| 8        | Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi).<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения схем замещения.  |
| 9        | Программирование ПЛК. Реверсивный счетчик и детектор фронтов.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение реверсивного счетчика и детектора фронтов при программировании ПЛК.   |
| 10       | Управление освещением в производственном помещении.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип написания и отладки программы для реализации автоматического управления освещением в производственном помещении.   |
| 11       | Программирование ПЛК. Генератор периодических импульсов.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение генератора периодических импульсов при программировании ПЛК.   |
| 12       | Программирование ПЛК. Сравнение ST, CFC, FBD.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается сравнение языков программирования ST, CFC, FBD на примере написания программы для реализации автоматического управления.   |
| 13       | Программирование ПЛК. Программное управление конвейерной системой на основе структуры приложения.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается концепция структуры приложения при написании программы для реализации автоматического управления конвейерной системой. |
| 14       | Программирование ПЛК. Визуализация программы.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматривается способ отладки программ на основе использования визуализации с учетом привязки графических элементов мнемосхемы к переменным программы.                                    |
| 15       | Программирование ПЛК. ПИД-регулятор.<br>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются принцип работы и практическое применение ПИД-регулятора при программировании ПЛК.   |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание   |
|----------|--|
| 16       | <p>Программирование промышленных роботов.</p> <p>В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- программирование движений рабочего органа;</li> <li>- условный оператор и оператор множественного выбора;</li> <li>- циклы и ожидания;</li> <li>- входы и выходы системы управления робота;</li> <li>- подпрограммы, функции и прерывания;</li> <li>- сообщения, таймеры, флаги.</li> </ul> |

### Практические занятия

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

### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы                                  |
|-------|---|
| 1     | Изучение электронных материалов курса и учебной литературы. |
| 2     | Текущая подготовка к лабораторным и практическим занятиям.  |
| 3     | Изучение дополнительной литературы.                         |
| 4     | Подготовка к промежуточной аттестации.                      |
| 5     | Подготовка к текущему контролю.                             |

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

| № п/п | Библиографическое описание  | Место доступа  |
|-------|---|--|
| 1     | Стейпл, Д. Устройство и программирование автономных роботов. Проекты на Python и Raspberry Pi / Д. Стейпл ; научный редактор В. С. Яценк ; перевод с английского Е. В. Шевчук. — Москва : ДМК Пресс, 2022. — 520 с. — ISBN 978-5-97060-989-7. | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/314879">https://e.lanbook.com/book/314879</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.               |
| 2     | Гофман, П. М. Инструменты программирования промышленных контроллеров. CoDeSys : учебное пособие / П. М. Гофман, П. А. Кузнецов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 94 с.   | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/147515">https://e.lanbook.com/book/147515</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.               |
| 3     | Кривцов, А. Н. Алгоритмизация и программирование. Основы программирования на C/C++ : учебное пособие / А. Н. Кривцов, С. В. Хорошенко. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2020. — 202 с.                                      | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/180057">https://e.lanbook.com/book/180057</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.               |
| 4     | 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 978-5-8114-8065-4.                          | URL: <a href="https://reader.lanbook.com/book/171424#2">https://reader.lanbook.com/book/171424#2</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный. |
| 5     | Гаврилов, А.Н. Теория автоматического управления технологическими объектами (линейные системы): учебное пособие / А. Н. Гаврилов, Ю.П. Барметов, А.А.   | URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/76258">https://e.lanbook.com/book/76258</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.                 |

|   |  |
|---|--|
| Хвостов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 243 с. — ISBN 978-5-00032-176-8. |  |
|---|--|

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:

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

П.А. Григорьев

С.В. Володин