

**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)**

**Прикладное программирование и ПО мехатронных и робототехнических комплексов**

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:

- разработка специального программного обеспечения для решения задач проектирования систем, конструирования механических и мехатронных модулей, управления и обработки информации;
- разработка программного обеспечения для проведения опытов и экспериментов с сервоприводами, мехатронными и электронными модулями роботов и робототехническими системами;
- участие в программировании, отладке, регулировке, настройке мехатронных и робототехнических систем и их подсистем в процессе их эксплуатации.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- овладение навыками программирования мехатронных и робототехнических комплексов;
- формирование представлений у студентов о вариантах совершенствования программного управления мехатронных и 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 ;

**УК-2** - Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений.

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 7 з.е. (252 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
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	48	80
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	32
Занятия семинарского типа	80	32	48

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 124 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	<b>Обзор языков программирования для мехатронных и робототехнических систем.</b> Рассматриваемые вопросы: - языки программирования мехатронных и робототехнических систем; - примеры написания программ; - особенности программирования мехатронных и робототехнических систем.
2	<b>C++ в мехатронике и робототехнике (Arduino/STM32).</b> Рассматриваемые вопросы: - основные программные конструкции; - библиотеки; - среды разработок.
3	<b>Пользовательские функции для управления сервоприводом</b> Рассматриваемые вопросы: - конструкции сервоприводов - управление сервоприводом с помощью библиотеки - общие сведения про функции - программирование с помощью функций - управление сервоприводом без библиотеки
4	<b>Обработка сигналов кнопки (датчика)</b> Рассматриваемые вопросы: - способы подавления дребезга - применение способов подавления дребезга
5	<b>Многозадачность</b> Рассматриваемые вопросы: - общие сведения про «время» в программировании - создание параллельности в программе - таймеры
6	<b>Широтно-импульсная модуляция</b> Рассматриваемые вопросы: - виды модуляции сигналов - применение ШИМ - программное управление с помощью ШИМ
7	<b>Шаговые двигатели</b> Рассматриваемые вопросы: - виды шаговых двигателей - подключение шаговых двигателей - управление униполярным шаговым двигателем - управление биполярным шаговым двигателем
8	<b>Массивы</b> Рассматриваемые вопросы: - общие сведения про массивы - примеры применения массивов - программирование с помощью массивов
9	<b>Множественный выбор</b> Рассматриваемые вопросы: - общие сведения о конечных автоматах - программирование с помощью множественного выбора

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
10	<b>Прерывания</b> Рассматриваемые вопросы: - общие сведения о прерываниях - примеры применения прерываний - программирование с помощью прерываний
11	<b>Объектно-ориентированное программирование на C++.</b> Рассматриваемые вопросы: - элементы ООП; - основные понятия (абстракция, декомпозиция, объекты, классы, инкапсуляция, полиморфизм); - отношения между классами.
12	<b>Python в мехатронике и робототехнике (Raspberry Pi).</b> Рассматриваемые вопросы: - основные программные конструкции; - модули; - среды разработок программ.
13	<b>Объектно-ориентированное программирование на Python.</b> Рассматриваемые вопросы: - элементы ООП; - основные понятия (абстракция, декомпозиция, объекты, классы, инкапсуляция, полиморфизм); - отношения между классами.
14	<b>Язык программирования KRL и ПЛК. Введение</b> Рассматриваемые вопросы: - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора
15	<b>Язык программирования KRL и ПЛК.</b> Рассматриваемые вопросы: - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления KRC4; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
16	<b>Язык программирования Rapid и ПЛК. Введение</b> Рассматриваемые вопросы: - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора.
17	<b>Язык программирования Rapid и ПЛК.</b> Рассматриваемые вопросы: - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления IRC5; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
18	<b>Ввод в эксплуатацию роботизированных ячеек</b> Рассматриваемые вопросы: - юстировка робота; - калибровка инструмента; - калибровка базы; - настройка периферийного оборудования.
19	<b>Способы обучения промышленного робота</b> Рассматриваемые вопросы:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- обучение «playback»; - обучение «teach-in»; - симуляция работы роботизированной ячейки в графической среде разработки.
20	Программирование роботизированной сварочной ячейки. Рассматриваемые вопросы: - обзор устройств, подключаемых к промышленному роботу; - обзор видов сварки; - создание программы для сварки изделий.
21	Программирование промышленного робота для фрезерования. Рассматриваемые вопросы: - обзор устройств, подключаемых к промышленному роботу; - обзор технологий фрезерования; - создание программы.
22	Программирование промышленного робота для паллетирования. Рассматриваемые вопросы: - обзор устройств, подключаемых к промышленному роботу; - обзор технологий складирования; - создание программы.
23	Программирование промышленного робота для нанесения герметика/клея. Рассматриваемые вопросы: - обзор устройств, подключаемых к промышленному роботу; - обзор технологий нанесения герметика/клея; - создание программы.
24	Программирование промышленного робота для покраски. Рассматриваемые вопросы: - обзор устройств, подключаемых к промышленному роботу; - обзор технологий покраски; - создание программы.

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Arduino/STM32). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения методов для управления сервоприводом с помощью библиотеки.
2	Применение функций для управления сервоприводом В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения функций
3	Обработка сигнала кнопки (датчика) В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения программной обработки сигнала кнопки (датчика)
4	Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения функций для рациональной организации программы и таймеров для реализации многозадачности.
5	Широтно-импульсная модуляция В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	ШИМ для управления нагрузкой
6	Управление униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.
7	Управление биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Arduino/STM32). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.
8	Массивы В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения массивов для создания программ
9	Множественный выбор В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения конечных автоматов для создания программ
10	Прерывания В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения прерываний для создания программ
11	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения методов вывода показаний датчиков на LCD-дисплей.
12	Управление сервоприводом с помощью библиотеки (Raspberry Pi). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.
13	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы исследования характеристик H-моста.
14	Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.
15	Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi). В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются вопросы применения схем замещения.
16	Программирование ПЛК. Реверсивный счетчик и детектор фронтов. В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются принцип работы и практическое применение реверсивного счетчика и детектора фронтов при программировании ПЛК.
17	Управление освещением в производственном помещении. В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются принцип написания и отладки программы для реализации автоматического управления освещением в производственном помещении.
18	Программирование ПЛК. Генератор периодических импульсов. В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются принцип работы и практическое применение генератора периодических импульсов при программировании ПЛК.
19	Программирование ПЛК. Сравнение ST, CFC, FBD. В результате выполнения задания практического занятия рассматривается сравнение языков программирования ST, CFC, FBD на примере написания программы для реализации автоматического управления.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
20	<p>Программирование ПЛК. Программное управление конвейерной системой на основе структуры приложения.</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматривается концепция структуры приложения при написании программы для реализации автоматического управления конвейерной системой.</p>
21	<p>Программирование ПЛК. Визуализация программы.</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ отладки программ на основе использования визуализации с учетом привязки графических элементов мнемосхемы к переменным программы.</p>
22	<p>Программирование ПЛК. ПИД-регулятор.</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются принцип работы и практическое применение ПИД-регулятора при программировании ПЛК.</p>
23	<p>Программирование промышленных роботов.</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия 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>
24	<p>Введение в промышленную робототехнику на примере робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются</p>
25	<p>Основные компоненты промышленного робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются современные компоненты роботов</p>
26	<p>Основы управления роботом KUKA с помощью пульта</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматривается управление роботом в режимах T1, T2, AUT</p>
27	<p>Управление роботом KUKA в универсальной системе координат</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются системы координат роботов</p>
28	<p>Юстировка робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматривается юстировка робота и способ ее проведения</p>
29	<p>Калибровка инструмента и управление роботом KUKA в системе координат инструмента</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются способы калибровки инструмента и базы</p>
30	<p>Сингулярные положения робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются условия, при которых возникают сингулярные положения, и способы их устранения</p>
31	<p>Программирование сложных траекторий для робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются методы программирования сложных траекторий с помощью сплайнов</p>
32	<p>Программирование движений с помощью функций для робота KUKA</p> <p>В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью функций</p>
33	<p>Программирование движений с помощью циклов для робота KUKA</p>



№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью циклов
34	Основы управления роботом АВВ с помощью пульта В результате выполнения задания практического занятия рассматривается управление роботом в режимах T1, T2, AUT
35	Юстировка робота АВВ В результате выполнения задания практического занятия рассматривается юстировка робота и способ ее проведения
36	Калибровка инструмента и управление роботом АВВ в системе координат инструмента В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются способы калибровки инструмента и базы
37	Сингулярные положения робота АВВ В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются условия, при которых возникают сингулярные положения, и способы их устранения
38	Программирование сложных траекторий для робота АВВ В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются методы программирования сложных траекторий с помощью сплайнов
39	Программирование движений с помощью функций для робота АВВ В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью функций
40	Программирование движений с помощью циклов для робота АВВ В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью циклов

#### 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	Выполнение курсовой работы.
7	Подготовка к промежуточной аттестации.
8	Подготовка к текущему контролю.

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Курсовая работа состоит из двух частей:

- разработка программы для ПЛК;
- разработка разработка программы для роботизированной ячейки.

#### Варианты первой части:

- разработка программного управления станка для резки панелей;
- разработка программного управления портального робота;
- разработка программного управления конвейерной линией;
- разработка программного управления технологическим процессом;
- разработка программного управления следящей системы;
- разработка программного управления установкой для получения жидкости;
- разработка программного управления подъемником для промышленного робота;
- разработка программного управления роботизированной тележки с бункером;
- разработка программного управления рольгангом.

#### Варианты второй части:

- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки дуговой сварки;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки контактной сварки;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки паллетирования;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки нанесения геметика;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки покраски;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки фрезерования;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки резки.
- разработка прикладной программы для роботизированной обслуживания станка;
- разработка прикладной программы для роботизированной ячейки наплаки.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Шейна, Т. Ю. Основы программирования / Т. Ю. Шейна. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 292 с. — ISBN 978-5-507-46834-8.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/321221">https://e.lanbook.com/book/321221</a> (дата обращения: 21.04.2023). - Текст: электронный.
2	Кривцов, А. Н. Технологии программирования. Технология программирования на C/C++ : учебное пособие / А. Н. Кривцов. — Санкт-Петербург : СПбГУТ им. М.А. Бонч-Бруевича, 2021. — 274 с.	URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/279680">https://e.lanbook.com/book/279680</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	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.
5	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.

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:

Экзамен во 2 семестре.

Зачет в 3 семестре.

Курсовая работа в 3 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»

А.В. Мишин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС  
Председатель учебно-методической  
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин