

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: 01.06.2024

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	<p>Обзор языков программирования для мехатронных и робототехнических систем.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - языки программирования мехатронных и робототехнических систем; - примеры написания программ; - особенности программирования мехатронных и робототехнических систем.
2	<p>C++ в мехатронике и робототехнике (Arduino/STM32).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные программные конструкции; - библиотеки; - среды разработок.
3	<p>Пользовательские функции для управления сервоприводом</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструкции сервоприводов - управление сервоприводом с помощью библиотеки - общие сведения про функции - программирование с помощью функций - управление сервоприводом без библиотеки
4	<p>Обработка сигналов кнопки (датчика)</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способы подавления дребезга - применение способов подавления дребезга
5	<p>Многозадачность</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения про «время» в программировании - создание параллельности в программе - таймеры
6	<p>Широтно-импульсная модуляция</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды модуляции сигналов - применение ШИМ - программное управление с помощью ШИМ
7	<p>Шаговые двигатели</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виды шаговых двигателей - подключение шаговых двигателей - управление униполярным шаговым двигателем - управление биполярным шаговым двигателем
8	<p>Массивы</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения про массивы - примеры применения массивов - программирование с помощью массивов
9	<p>Множественный выбор</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие сведения о конечных автоматах - программирование с помощью множественного выбора
10	<p>Прерывания</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	<ul style="list-style-type: none"> - общие сведения о прерываниях - примеры применения прерываний - программирование с помощью прерываний
11	<p>Объектно-ориентированное программирование на C++.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - элементы ООП; - основные понятия (абстракция, декомпозиция, объекты, классы, инкапсуляция, полиморфизм); - отношения между классами.
12	<p>Python в мехатронике и робототехнике (Raspberry Pi).</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные программные конструкции; - модули; - среды разработок программ.
13	<p>Объектно-ориентированное программирование на Python.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - элементы ООП; - основные понятия (абстракция, декомпозиция, объекты, классы, инкапсуляция, полиморфизм); - отношения между классами.
14	<p>Язык программирования KRL и ПЛК. Введение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора
15	<p>Язык программирования KRL и ПЛК.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления KRC4; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
16	<p>Язык программирования Rapid и ПЛК. Введение</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - программные конструкции языков стандарта МЭК 61131-3; - программирование движений рабочего органа; - условный оператор и оператор множественного выбора.
17	<p>Язык программирования Rapid и ПЛК.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - циклы и ожидания; - входы и выходы системы управления IRC5; - подпрограммы, функции и прерывания; - сообщения, таймеры, флаги.
18	<p>Ввод в эксплуатацию роботизированных ячеек</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - юстировка робота; - калибровка инструмента; - калибровка базы; - настройка периферийного оборудования.
19	<p>Способы обучения промышленного робота</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - обучение «playback»; - обучение «teach-in»,

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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 ШИМ для управления нагрузкой

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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	<p>структуры приложения. 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. 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. В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются принцип работы и практическое применение ПИД-регулятора при программировании ПЛК.</p>
23	<p>Программирование промышленных роботов. В результате выполнения задания практического занятия 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.</p>
24	<p>Введение в промышленную робототехнику на примере робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются</p>
25	<p>Основные компоненты промышленного робота KUKA В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются современные компоненты роботов</p>
26	<p>Основы управления роботом KUKA с помощью пульта В результате выполнения задания практического занятия рассматривается управление роботом в режимах T1, T2, AUT</p>
27	<p>Управление роботом KUKA в универсальной системе координат В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются системы координат роботов</p>
28	<p>Юстировка робота KUKA 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 В результате выполнения задания практического занятия рассматриваются способы калибровки инструмента и базы</p>
30	<p>Сингулярные положения робота KUKA 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 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 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 В результате выполнения задания практического занятия рассматривается способ создания программ для робота с помощью циклов</p>

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

№	Библиографическое описание	Место доступа
---	----------------------------	---------------

п/п		
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: https://e.lanbook.com/book/321221 (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: https://e.lanbook.com/book/279680 (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: https://e.lanbook.com/book/180057 (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: https://e.lanbook.com/book/314879 (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: https://e.lanbook.com/book/147515 (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/>)

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