

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 магистратуры
по направлению подготовки
15.04.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Системы автоматического управления и регулирования роботов и
робототехнических систем**

Направление подготовки: 15.04.06 Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль): Роботы и робототехнические системы

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:

- усвоение студентами основ теории автоматического регулирования и управления;
- овладение методологией теории регулирования и управления;
- овладение общими принципами построения математических моделей объектов, методами анализа и синтеза систем автоматического управления (САУ) и регулирования (САР).

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- приобрести знания по общим принципам и тенденциям развития современных систем управления технологическими и производственными процессами;
- освоение основ построения и методов проектирования систем управления;
- ознакомление с современными техническими средствами управления и управляющей вычислительной техникой.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-11 - Способен организовывать разработку и применение алгоритмов и современных цифровых программных методов расчетов и проектирования отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием, разрабатывать цифровые алгоритмы и программы управления робототехнических систем ;

ОПК-12 - Способен организовывать монтаж, наладку, настройку и сдачу в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей ;

ПК-1 - Способен составлять математические модели мехатронных и робототехнических систем, их подсистем, включая исполнительные, информационно-сенсорные и управляющие модули, с применением методов формальной логики, методов конечных автоматов, сетей Петри, методов искусственного интеллекта, нечеткой логики, генетических алгоритмов, искусственных нейронных и нейро-нечетких сетей;

ПК-2 - Способен использовать имеющиеся программные пакеты и, при необходимости, разрабатывать новое программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования;

ПК-3 - Способен разрабатывать экспериментальные макеты управляющих, информационных и исполнительных модулей мехатронных и робототехнических систем и проводить их исследование с применением современных информационных техно-логий;

ПК-5 - Способен разрабатывать методики проведения экспериментов и проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем, обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;

ПК-10 - Готов к выполнению настройки, наладки, сопровождению эксплуатации оборудования мехатронных и робототехнических систем;

ПК-11 - Готов осуществлять контроль, обслуживание и обеспечение надежности и безопасности оборудования мехатронных и робототехнических систем.

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

Знать:

знать основные принципы построения систем автоматического управления роботами;

знать математические модели и методы анализа систем управления робототехническими системами;

знать классификацию и особенности различных типов регуляторов;

знать методы синтеза систем управления для стабилизации и слежения;

знать принципы построения систем многоконтурного и адаптивного управления;

знать особенности управления многозвенными и многосуставными роботами;

знать методы анализа устойчивости и качества систем управления роботами;

знать современные программные средства моделирования систем автоматического управления.

Уметь:

уметь разрабатывать структурные схемы систем автоматического управления роботами;

уметь составлять математические модели динамики робототехнических систем;

уметь синтезировать параметры регуляторов для систем стабилизации и слежения;

уметь анализировать устойчивость и качество систем управления;

уметь проектировать системы управления для роботов с различными кинематическими схемами;

уметь настраивать и оптимизировать параметры систем регулирования;

уметь использовать программные комплексы для моделирования систем управления;

уметь проводить экспериментальные исследования систем автоматического управления.

Владеть:

владеть методами математического моделирования динамики робототехнических систем;

владеть методиками синтеза систем автоматического управления;

владеть навыками настройки и оптимизации параметров регуляторов;

владеть методами анализа устойчивости и качества систем управления;

владеть современными программными средствами моделирования систем управления;

владеть практическими навыками проектирования систем регулирования для роботов;

владеть методами экспериментального исследования систем автоматического управления;

владеть технологиями внедрения и отладки систем управления на реальных роботах.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 11 з.е. (396 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	80	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	48	16

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 268 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 роботов. Рассматриваемые вопросы: - функциональная схема системы управления роботов.
2	Математические модели роботов и задачи управления движением. Рассматриваемые вопросы: - учет упругости звеньев манипулятора. Математическое описание приводов; - классификация способов управления.
3	Планирование траекторий движения 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
6	Динамическое управление движением манипулятора. 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 тириستоров.
10	Математическое описание привода РТС. Рассматриваемые вопросы: - особенности электрического привода РТС.
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.
13	Элементы информационных систем. Первичные измерительные преобразователи. Рассматриваемые вопросы: - основы теории погрешностей.
14	Информационные датчики и системы. Рассматриваемые вопросы: - оптоэлектронные измерения.
15	Силомоментные датчики. Рассматриваемые вопросы: - силомоментные системы очувствления.
16	Тактильные системы очувствления. Рассматриваемые вопросы: - назначение СТЗ. Принцип действия.
17	Системы технического зрения. Рассматриваемые вопросы: - назначение СТЗ. Принцип действия.
18	Локационные системы очувствления. Рассматриваемые вопросы: - классификация и примеры локационных систем.
19	Организация взаимосвязи информационной системы с распределенной системой управления. Рассматриваемые вопросы: - структурированные кабельные системы.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
20	Микропроцессорная обработка данных. Рассматриваемые вопросы: - точечные и интервальные оценки результатов наблюдения.

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 методов для управления сервоприводом с помощью библиотеки.
2	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Arduino/STM32). 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). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения методов управления униполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки.
4	Функции. Многозадачность на таймерах (Arduino/STM32). 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). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик операционного усилителя.
6	Вывод показаний датчиков на LCD-дисплей (Raspberry Pi). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик Н-моста.
7	Управление униполярным/биполярным шаговым двигателем с помощью библиотеки и без нее (Raspberry Pi). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы исследования характеристик выпрямителя.
8	Функции. Многозадачность на таймерах (Raspberry Pi). В результате выполнения задания лабораторной работы рассматриваются вопросы применения схем замещения.

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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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 микроконтроллером. В результате выполнения практического задания изучаются варианты защиты микроконтроллеров.
6	Изучение системы управления шаговым приводом. В результате выполнения практического задания изучается система управления приводами НТТК.
7	Изучение системы управления сервоприводом. В результате выполнения практического задания изучается система управления приводом НТТК.
8	Программирование и настройка ПИД регулятора сервопривода. 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).
14	Программирование ПЛК. Реверсивный счетчик и детектор фронтов. В результате выполнения практического задания рассматриваются принцип работы и практическое применение реверсивного счетчика и детектора фронтов при программировании ПЛК.
15	Управление освещением в производственном помещении. В результате выполнения практического задания работы рассматриваются принцип написания и отладки программы для реализации автоматического управления освещением в производственном помещении.
16	Программирование ПЛК. Генератор периодических импульсов. В результате выполнения практического задания рассматриваются принцип работы и практическое применение генератора периодических импульсов при программировании ПЛК.
17	Программирование ПЛК. Сравнение ST, CFC, FBD. В результате выполнения практического задания рассматривается сравнение языков программирования ST, CFC, FBD на примере написания программы для реализации автоматического управления.
18	Программирование ПЛК. Программное управление конвейерной системой на основе структуры приложения. В результате выполнения практического задания рассматривается концепция структуры приложения при написании программы для реализации автоматического управления конвейерной системой.
19	Программирование ПЛК. Визуализация программы. В результате выполнения практического задания рассматривается способ отладки программ на основе использования визуализации с учетом привязки графических элементов мнемосхемы к переменным программы.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
20	Программирование ПЛК. ПИД-регулятор. В результате выполнения практического задания рассматриваются принцип работы и практическое применение ПИД-регулятора при программировании ПЛК.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Текущая подготовка к практическим занятиям.
2	Изучение дополнительной литературы.
3	Выполнение курсового проекта.
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем видов работ

2. Примерный перечень тем курсовых работ

Вариант 1 "Разработка системы обработки данных от гироскопа"

Вариант 2 "Разработка системы обработки данных от акселерометра"

Вариант 3 "Разработка системы обработки данных от тензодатчика"

Вариант 4 "Разработка системы обработки данных от датчика расстояния"

Вариант 5 "Разработка системы обработки данных от камеры технического зрения"

Вариант 6 "Разработка системы классификации изображений"

Вариант 7 "Разработка системы прогнозирования отказов"

Вариант 8 "Разработка системы обработки данных от комплекса датчиков"

Вариант 9 "Разработка системы обработки данных от силомоментного датчика промышленного робота"

Вариант 10 "Разработка системы радиосвязи для мобильных роботов"

1. Примерный перечень тем курсовых проектов

Вариант 1 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для покраски подвижного состава"

Вариант 2 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для резки элементов подвижного состава"

Вариант 3 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для ремонта элементов железнодорожного пути"

Вариант 4 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для ремонта элементов подвижного состава"

Вариант 5 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для неразрушающего контроля элементов подвижного состава"

Вариант 6 "Разработка системы управления с компьютерным зрением"

Вариант 7 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для классификации объектов"

Вариант 8 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для сортировки объектов"

Вариант 9 "Разработка системы управления для распознавания дефектов объектов"

Вариант 10 "Разработка системы управления роботизированной ячейки для герметизации швов"

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 441 с.	URL: https://urait.ru/bcode/491183 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
2	Жмудь, В. А. Моделирование замкнутых систем автоматического управления : учебное пособие для вузов / В. А. Жмудь. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 128 с.	URL: https://urait.ru/bcode/492073 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
3	Антимиров, В. М. Системы автоматического управления : учебное пособие для вузов / В. М. Антимиров ; под научной редакцией В. В. Телицина. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 91 с.	URL: https://urait.ru/bcode/492240 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
4	Шойко, В. П. Автоматическое регулирование в электрических системах : учебное пособие / В. П. Шойко. — 2-е изд. — Новосибирск : НГТУ, 2017. — 195 с. — ISBN 978-5-7782-3371-3.	URL: https://e.lanbook.com/book/118159 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
5	Карпов, А. Г. Цифровые системы автоматического регулирования : учебное пособие / А. Г. Карпов.	URL: https://e.lanbook.com/book/110296

	— Москва : ТУСУР, 2015. — 216 с. — ISBN 978-5-86889-716-0.	(дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
6	Озеркин, Д. В. Основы автоматики и системы автоматического управления : учебное пособие / Д. В. Озеркин. — Москва : ТУСУР, 2012. — 179 с.	URL: https://e.lanbook.com/book/10906 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.
7	Управление наземными транспортно-технологическими средствами: учебник /В.В. Шаповалов и др. — ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018. — 263 с.	URL: http://umczdt.ru/books/40/18736 (дата обращения: 12.04.2023). - 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/>).

Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<http://e.lanbook.com/>).

Электронно-библиотечная система ibooks.ru (<http://ibooks.ru/>).

Электронно-библиотечная система Znanium (<http://znanium.ru/>).

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Microsoft Internet Explorer (или другой браузер).

Операционная система Microsoft Windows.

Microsoft Office.

Microsoft Project.

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

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

2. Программное обеспечение для создания текстовых и графических документов, презентаций.

3. Специализированная лекционная аудитория с мультимедиа аппаратурой.

4. Компьютерный класс для проведения практических занятий.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа во 2 семестре.

Курсовой проект в 3 семестре.

Экзамен во 2, 3 семестрах.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, к.н. кафедры «Наземные
транспортно-технологические
средства»

А.И. Пушкин

доцент, доцент, к.н. кафедры
«Наземные транспортно-
технологические средства»

А.В. Мишин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

А.Н. Неклюдов

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин