

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
23.04.02 Наземные транспортно-технологические
комплексы,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Системы автоматического управления и регулирования НТТК

Направление подготовки: 23.04.02 Наземные транспортно-
технологические комплексы

Направленность (профиль): Наземные транспортные комплексы

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):

ПК-2 - Способен осуществлять планирование, постановку и проведение теоретических и экспериментальных научных исследований по поиску и проверке новых идей совершенствования наземных транспортно-технологических машин, их технологического оборудования и со-здания комплексов на их базе;

ПК-3 - Способен анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию технологических процессов транспортного производства, решать вопросы реализации результатов исследований и разработок, готовить научные публикации;

ПК-4 - Способен анализировать и рассчитывать основные элементы конструкции и экспериментальным путем выбирать тип транспортно-технологических машин под конкретные задачи;

ПК-7 - Способен к разработке конструкции, конструкторской документации, проведению динамических, геометрических, прочностных расчетов и расчетов надежности узлов, агрегатов и систем.

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

Знать:

- фундаментальные понятия: управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость;
- различные понятия устойчивости (устойчивость по Ляпунову, асимптотическая устойчивость, асимптотическая устойчивость в целом, абсолютная устойчивость, орбитальная устойчивость);
- формулировки определений, теорем и критериев.

Уметь:

- описывать математические модели в пространстве состояний;
- строить по фазовой траектории временные характеристики и наоборот;
- формулировать задачи оптимального управления;
- определять подходы к решению различных нелинейных задач.

Владеть:

- методами исследования устойчивости нелинейных систем;
- методом анализа фазовой плоскости анализа и синтеза нелинейных систем;
- методом осуществления гармонической линеаризации исследования автоколебаний;
- методом построения функций Ляпунова;
- методами построения оптимальных систем.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 10 з.е. (360 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):	112	64	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	16	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 248 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 НТТК. Рассматриваемые вопросы: - функциональная схема системы управления НТТК.
2	Математические модели НТТК 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.
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;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- 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 привода НТТК. Рассматриваемые вопросы: - особенности электрического привода НТТК.
11	Логический уровень системы управления многокомпонентной НТТК. Рассматриваемые вопросы: - регулируемый электропривод с обратной связью по скорости и току.
12	Программное обеспечение НТТК. 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.
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 H-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 таймерами/счетчиками. В результате выполнения практического задания изучаются таймеры/счетчики микроконтроллеров.
3	Динамическая индикация и графические знаковосинтезирующие 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 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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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.
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

1. Примерный перечень тем курсовых проектов

Курсовая работа направлена на самостоятельное изучение основных приемов построения автоматизированных систем управления НТТК. Цель работы: оптимизация типичной линейной системы автоматического управления (САУ) с использованием программного пакета моделирования систем VisSim. В задачи работы входит:

- анализ задания и исходных данных;
- описание принципа действия САУ;
- построение структурно-аналитической модели САУ;
- оценка устойчивости и стабилизация САУ;
- оптимизация модели;
- оценка качества модели.

Варианты:

1 Оптимизация системы управления движением грузового автомобиля.

Задача: Разработать модель управления движением грузового автомобиля, оценить устойчивость системы и оптимизировать параметры для повышения безопасности и снижения времени в пути.

2 Моделирование системы автоматического управления распределением грузов на складе.

Задача: Создать модель управления распределением грузов, оценить устойчивость системы и оптимизировать процессы для повышения эффективности работы склада.

3 Система управления движением поездов на железнодорожном узле.

Задача: Построить модель управления движением поездов, провести анализ устойчивости и оптимизировать расписание для минимизации задержек и повышения пропускной способности.

4 Оптимизация системы управления дорожным движением в городском районе.

Задача: Моделировать систему управления светофорами и дорожными потоками, оценить устойчивость и оптимизировать для снижения заторов и повышения безопасности.

5 Управление подачей топлива в автозаправочной станции.

Задача: Разработать модель управления подачей топлива, провести анализ устойчивости и оптимизировать систему для повышения эффективности обслуживания клиентов.

6 Оптимизация системы управления маршрутами общественного транспорта.

Задача: Создать модель управления маршрутами автобусов или трамваев, оценить устойчивость и оптимизировать маршруты для повышения доступности и сокращения времени ожидания.

7 Моделирование системы автоматического управления погрузкой и разгрузкой на терминале.

Задача: Построить модель управления процессами погрузки и разгрузки, оценить устойчивость и оптимизировать операции для сокращения времени обработки грузов.

8 Оптимизация системы управления движением легкового автомобиля с учетом условий дорожного движения.

Задача: Разработать модель управления движением легкового автомобиля, провести анализ устойчивости и оптимизировать параметры для повышения комфорта и безопасности.

9 Система автоматического управления парковкой автомобилей.

Задача: Создать модель управления парковкой, оценить устойчивость системы и оптимизировать для повышения эффективности использования парковочных мест.

10 Управление логистикой доставки товаров в городских условиях.

Задача: Моделировать систему управления логистическими процессами, оценить устойчивость и оптимизировать маршруты доставки для повышения скорости и снижения затрат.

2. Примерный перечень тем курсовых работ

Для выполнения курсовой работы студент должен владеть знаниями по управлению техническими системами и смежным дисциплинам, должен уметь пользоваться справочной литературой. Объем КР составляет 15-20 страниц в виде расчетно-пояснительной записки с поясняющими схемами, рисунками и расчетами.

Пример. Тема курсовой работы:

"Анализ и оптимизация САУ частоты вращения вала двигателя постоянного тока (САУ ЧВ ДПТ) Вар_№".

Примечание: Вар_№ (№ - номер варианта задания).

Задание: построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: функциональная схема САУ ЧВДПТ и параметры ее элементов.

Дополнительное задание:

Исследовать САУ, учитывая нелинейность тиристорного преобразователя. Вид нелинейности: усиление с ограничением. Уровень ограничения, приведенный к входу ТП, составляет $0.2(1 + 0.1N)$.

Варианты:

1 Тема: "Анализ и оптимизация САУ скорости движения грузового автомобиля (САУ СД ГА) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ СД ГА и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Исследовать влияние дорожных условий на динамику системы.

2 Тема: "Оптимизация САУ распределения грузов на складе (САУ РГС) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ РГС и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Учитывать ограничения по времени обработки грузов.

3 Тема: "Анализ и оптимизация САУ движения поезда на железнодорожном узле (САУ ДП ЖУ) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ДП ЖУ и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Исследовать влияние сигналов светофоров на движение поезда.

4 Тема: "Оптимизация САУ управления дорожным движением в городе (САУ УДД Г) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ УДД Г и параметры ее

элементов.

Дополнительное задание: Учитывать влияние пиковых нагрузок на систему.

5 Тема: "Анализ и оптимизация САУ подачи топлива на автозаправочной станции (САУ ПТ АЗС) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ПТ АЗС и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Исследовать влияние колебаний спроса на подачу топлива.

6 Тема: "Оптимизация САУ маршрутизации общественного транспорта (САУ МОТ) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ МОТ и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Учитывать влияние времени суток на загрузку маршрутов.

7 Тема: "Анализ и оптимизация САУ погрузки и разгрузки на терминале (САУ ПР Т) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ПР Т и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Исследовать влияние очередей на время погрузки и разгрузки.

8 Тема: "Оптимизация САУ управления движением легкового автомобиля (САУ ДЛА) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ДЛА и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Учитывать влияние погодных условий на управление.

9 Тема: "Анализ и оптимизация САУ парковки автомобилей (САУ ПА) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ПА и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Исследовать влияние плотности потока автомобилей на систему.

10 Тема: "Оптимизация САУ логистики доставки товаров в городских условиях (САУ ЛДТ) Вар_№".

Задание: Построить модель САУ, исследовать ее, оптимизировать и оценить качество полученной САУ.

Исходные данные: Функциональная схема САУ ЛДТ и параметры ее элементов.

Дополнительное задание: Учитывать влияние пробок и дорожных работ на маршруты доставки.

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. — Москва : ТУСУР, 2015. — 216 с. — ISBN 978-5-86889-716-0.	URL: https://e.lanbook.com/book/110296 (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.

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/) (<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

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС
Председатель учебно-методической
комиссии

А.Н. Неклюдов

С.В. Володин