

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ))



Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
специализированного высшего образования
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: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел
Александрович
Дата: 08.06.2026

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 проектировать приводы и системы автоматического управления НТТК, с учётом требований к точности, энергоэффективности и функциональной безопасности.

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

Знать:

- фундаментальные понятия: управляемость, наблюдаемость, стабилизируемость;
- методы концептуального проектирования систем автоматического управления;
- 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 14 з.е. (504 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	32	16	16
Занятия семинарского типа	80	48	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 392 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; - 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
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	Силовой моментные датчики. Рассматриваемые вопросы: - силовой моментные системы осязательства.
16	Тактильные системы осязательства. Рассматриваемые вопросы: - назначение СТЗ. Принцип действия.

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 таймерами/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.
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.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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

1. Оптимизация управления поворотным механизмом башенного крана.
2. Моделирование системы стабилизации груза при раскачивании на кране.
3. Управление скоростью подъёма и опускания груза в зависимости от ветровой нагрузки.
4. Система автоматического позиционирования крюка крана в заданной точке.
5. Оптимизация траектории движения стрелы крана при стеснённых условиях.
6. Управление работой фронтального погрузчика при погрузке сыпучих материалов.
7. Моделирование системы синхронизации движения колёсного погрузчика при повороте.

8. Управление гидравлической системой вилочного погрузчика при подъёме груза.

9. Оптимизация маршрутов движения погрузчика по складским проездам.

10. Моделирование управления отвалом бульдозера при планировке площадки.

11. Система автоматического контроля тягового усилия гусеничного бульдозера.

12. Управление рабочим оборудованием экскаватора при копании траншеи.

13. Оптимизация поворота платформы гидравлического экскаватора.

14. Моделирование системы управления грейдером при профилировании дорожного полотна.

15. Управление скоростью движения дорожного катка в зависимости от уплотнения материала.

16. Система автоматической стабилизации ковша фронтального погрузчика при подъёме.

17. Оптимизация управления телескопическим манипулятором (аутригерами) на неровном грунте.

18. Моделирование синхронной работы двух кранов при монтаже длинномерных конструкций.

19. Управление приводом лебёдки мостового крана для снижения динамических нагрузок.

20. Оптимизация режимов работы дизельного двигателя погрузчика при циклической нагрузке.

2. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Анализ и оптимизация системы управления подъёмом стрелы башенного крана

2. Оптимизация системы управления поворотом платформы гидравлического экскаватора

3. Анализ и оптимизация системы управления перемещением грузовой тележки мостового крана

4. Оптимизация системы управления рабочим органом фронтального погрузчика

5. Анализ и оптимизация системы управления тяговым усилием гусеничного бульдозера

6. Оптимизация системы управления скоростью подъёма вилок вилочного погрузчика

7. Анализ и оптимизация системы управления движением грейдера при профилировании дороги
8. Оптимизация системы управления частотой вращения ротора экскаватора-драглайна
9. Анализ и оптимизация системы управления выдвиганием телескопической стрелы манипулятора
10. Оптимизация системы управления ходом дорожного катка при уплотнении покрытия
11. Анализ и оптимизация системы управления креновым выравниванием автогидроподъёмника
12. Оптимизация системы управления подачей аутригеров самоходного крана
13. Анализ и оптимизация системы управления скоростью движения фронтального погрузчика на уклоне
14. Оптимизация системы управления углом наклона отвала бульдозера
15. Анализ и оптимизация системы управления вращением башни крана-трубоукладчика
16. Оптимизация системы управления синхронизацией движения двух мостовых кранов
17. Анализ и оптимизация системы управления давлением в гидросистеме погрузчика
18. Оптимизация системы управления позиционированием ковша экскаватора-планировщика
19. Анализ и оптимизация системы управления тормозным путём самоходного крана
20. Оптимизация системы управления перемещением грузов по конвейерной линии с узлом перегрузки

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	URL: https://urait.ru/bcode/492073 (дата обращения: 12.04.2023). - Текст: электронный.

	для вузов / В. А. Жмудь. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 128 с.	
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 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
«Робототехнические и
технологические комплексы на
транспорте»

А.И. Пушкин

Согласовано:

Заведующий кафедрой НТТС

П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин