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 - программа бакалавриата
по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Теория автоматического управления

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 610876
Подписал: заведующий кафедрой Григорьев Павел Александрович
Дата: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование широкого круга знаний основных принципов и закономерностей САУ как одной из важнейших интернаучных дисциплин, позволяющей описать и изучить основные особенности функционирования САУ;

- обучение общим принципам и конкретным методам построения и исследования систем управления и регулирования.

Задачами дисциплины (модуля) являются:

- исследование статических и динамических свойств САУ;

- синтез систем САУ;

- формирование у обучающегося компетенций в данной области, необходимых при работе с САУ.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ОПК-11 - Способен разрабатывать и применять алгоритмы и современные цифровые программные методы 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;

ПК-2 - Способен производить комплексную настройку мехатронных и робототехнических систем, используя программное обеспечение котороллеров и управляющих ЭВМ, их систем управления .

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

Знать:

- типовые звенья САУ и их характеристики;

- программы и алгоритмы управления.

Уметь:

- правильно выбирать класс системы управления и разрабатывать ее общую конфигурацию;

- составлять математическое описание САУ;

- осуществлять анализ устойчивости и качества САУ.

Владеть:

- методами получения основных временных и частотных характеристик САУ;
- приемами преобразования структурных схем САУ;
- навыками исследования статических и динамических свойств САУ.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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	
		№4	№5
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	80	48
В том числе:			
Занятия лекционного типа	48	32	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 52 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	Основные понятия и общие принципы построения автоматических систем. Рассматриваемые вопросы: - понятие САУ, объект управления и т.д.; - основные задачи автоматического управления; - понятие о замкнутых автоматических системах; - принципы построения САУ.
2	Принципы управления. Рассматриваемые вопросы: - принцип разомкнутого управления; - принцип компенсации; - принцип обратной связи.
3	Динамические характеристики систем. Рассматриваемые вопросы: - режимы работы САУ; - типовые внешние воздействия (ступенчатое, импульсное и т.д.) - временные и частотные характеристики; - амплитудно-фазовая частотная характеристика.
4	Динамические звенья и их характеристики. Рассматриваемые вопросы: - пропорциональное звено и его характеристики; - интегрирующее звено и его характеристики; - дифференцирующее звено и его характеристики - колебательное звено и его характеристики; - форсирующее звено и его характеристики.
5	Составление исходных дифференциальных уравнений САУ. Рассматриваемые вопросы: - передаточные функции САУ; - использование структурных схем; - уравнения следящей системы.
6	Критерии устойчивости. Алгебраические критерии. Рассматриваемые вопросы: - общие понятия об устойчивости; - критерий Рауса; - критерий Гурвица.
7	Устойчивость линейных систем. Графические критерии. Рассматриваемые вопросы: - построение областей устойчивости D-разбиение; - критерий Михайлова; - критерий Найквиста; - определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам; - устойчивость систем с запаздыванием.
8	Построение кривой переходного процесса в САУ. Рассматриваемые вопросы: - непосредственное решение исходного дифференциального уравнения; - сведения неоднородного уравнения к однородному; - использование преобразований Фурье, Лапласа; Карсона-Хевисайда.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
9	Понятие качества регулирования. Рассматриваемые вопросы: - быстродействие системы; - оценка переходного процесса при ступенчатом воздействии; - оценка переходного процесса при периодических возмущениях.
10	Оценка качества управления. Рассматриваемые вопросы: - точность в типовых режимах; - коэффициенты ошибок.
11	Оценка качества переходных процессов по частотным характеристикам. Корневые методы качества. Рассматриваемые вопросы: - определение запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике; - корневые методы оценки качества; - интегральные оценки; - частотные критерии качества.
12	Чувствительность САУ. Рассматриваемые вопросы: - функции чувствительности временных характеристик; - функции чувствительности критериев качества.
13	Повышение точности САУ. Рассматриваемые вопросы: - повышение порядка астатизма; - применение изодромных устройств; - теория инвариантности; - комбинированное управление; - неединичные обратные связи.
14	Улучшение качества процесса управления. Рассматриваемые вопросы: - корректирующие средства; - последовательные корректирующие средства; - параллельные корректирующие средства; - обратные связи.
15	Методы повышения запаса устойчивости. Рассматриваемые вопросы: - демпфирование с подавлением высоких частот; - демпфирование с поднятием высоких частот; - демпфирование с подавлением средних частот; - демпфирование с введением отрицательных фазовых сдвигов.
16	Случайные процессы в САУ. Рассматриваемые вопросы: - случайные процессы; - стационарные случайные процессы; - корреляционная функция; - спектральная плотность стационарных процессов.
17	Оптимизация САУ. Рассматриваемые вопросы: - постановка задачи оптимального управления; - критерии оптимизации; - принцип максимума Понтрягина;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- метод динамического программирования; - аналитическое конструирование систем автоматического управления; - сравнительная характеристика методов оптимального управления.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Системы пропорционального регулирования с задержкой 1-го порядка. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются системы пропорционального регулирования с задержкой 1-го порядка; строятся кривые отклика на ступенчатое воздействие, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
2	Системы пропорционального регулирования с задержкой 3-го порядка. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются системы пропорционального регулирования с задержкой 3-го порядка, строятся кривые отклика на ступенчатое воздействие, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
3	Системы регулирования интегрирующего типа. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается схема регулирования интегрирующего типа; строятся кривые отклика на ступенчатое воздействие, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
4	П-регулятор. ПИ-регулятор. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются схемы П-регулятор. ПИ-регулятор, строятся е кривые отклика на ступенчатое воздействие, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
5	ПД-регулятор. ПИД-регулятор. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются схемы ПД-регулятор. ПИД-регулятор, строятся е кривые отклика на ступенчатое воздействие, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
6	Двухпозиционный регулятор. В результате выполнения лабораторной работы изучается влияние ширины зоны нечувствительности и дополнительной задающей переменной на переключательное действие двухпозиционного регулятора.
7	Система с объектом типа П-Т3, управляемым ПИД-регулятором. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается система с объектом типа П-Т3, управляемым ПИД-регулятором, строятся кривые отклика на единичный скачок задающей переменной, определяются значения соответствующих параметров по осциллограммам.
8	Система с объектом типа П-Т1, управляемым двухпозиционным регулятором. В результате выполнения лабораторной работы изучается влияние задающей переменной на быстродействие системы с объектом типа П-Т1,управляемым двухпозиционным регулятором, а также влияние ширины зоны нечувствительности на быстродействие системы с объектом типа П-Т1, управляемым двухпозиционным регулятором.
9	Система с объектом типа П-Т3, управляемым П- и ПД-регулятором. В результате выполнения лабораторной работы изучается быстродействие системы при различных коэффициентах передачи и времени интегрирующего действия при использовании П- и ПДрегулятора для управления объектом типа П-Т3.
10	Система с объектом типа П-Т3, управляемым двухпозиционным регулятором. В результате выполнения лабораторной работы изучается влияние задающей переменной и ширины

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	зоны нечувствительности двухпозиционного регулятора на быстродействие системы с объектом типа П-Т3.
11	Система с объектом типа П-Т3, управляемым двухпозиционным регулятором с обратной связью. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается система с объектом типа П-Т3, управляемым двухпозиционным регулятором с обратной связью, строятся графики изменения регулируемой переменной Ux.
12	Система с объектом И-типа без дополнительной задержки и с дополнительной задержкой, управляемым П-регулятором. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается обзор связей в системе с объектом И-типа без задержки, управляемым П-регулятором, управление объектом И-типа без задержки и с задержкой при различных коэффициентах передачи П-регулятора.
13	Моделирование цепи позиционирования в станках с ЧПУ. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается поведение объекта И-типа с задержкой, управляемого П-регулятором.
14	Оптимизация регулятора на основе отклика на ступенчатое воздействие по Чену, Хроунсу и Ресвику. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается метод оптимизации регулятора по Чену, Хроунсу и Ресивку, который основан на изменении коэффициента передачи системы регулирования по отклику на ступенчатое воздействие.
15	Оптимизация регулятора на основе его критических настроек по Зиглеру и Николсу. В результате выполнения лабораторной работы рассматриваются эксперименты, связанные с исследованием временных и частотных характеристик регулирующей цепи.
16	Регулирование частоты вращения электродвигателя. В результате выполнения лабораторной работы исследуется регулирование по частоте вращения двигателя без регулирования по току.
17	Регулирование напряжения с помощью машинного генератора. В результате выполнения лабораторной работы: - в измерительной серии 1 исследуется статика генератора и его внутреннее сопротивление; - в измерительной серии 2 исследуется динамика системы с П- и ПИ-регулятором.
18	Регулирование частоты вращения с помощью каскадного регулирования тока. В результате выполнения лабораторной работы рассматривается способ совместного регулирования по частоте вращения и по току, используемый в большинстве исполнительных приводов.
19	Диаграмма Боде, годограф и устойчивость системы П-Т3. В результате выполнения лабораторной работы проводится построение диаграммы Боде для САУ.
20	Сбор и сглаживание действительных значений. В результате выполнения лабораторной работы исследуются возможности и ограничения процесса сглаживания на примерах исследования тока двигателя и сигнала тахогенератора панели «Электропри вод постоянного тока».
21	Параметры и работа системы с сервоуправлением. В результате выполнения лабораторной работы исследуются характеристики систем позиционного управления.
22	Позиционирование. В результате выполнения лабораторной работы проводится исследование взаимосвязей между переменными процесса и ознакомление с рекомендациями по выбору регуляторов.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
23	Позиционирование при наличии возмущающих факторов. В результате выполнения лабораторной работы выполняются исследования, которые направлены на то, чтобы показать, как возмущающие факторы влияют на управляемость исполнительной системы.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Передаточные функции типовых звеньев. В результате выполнения практического занятия проводится вывод формул передаточных функций типовых элементарных звеньев: пропорционального, апериодического, интегрирующего и дифференцирующего, а также звена второго порядка.
2	Переходная функция в общем виде. h(t) типовых звеньев. В результате выполнения практического занятия проводится вывод формул переходных функций пропорционального, апериодического, интегрирующих и дифференцирующих звеньев.
3	Частотные характеристики типовых звеньев. В результате выполнения практического занятия проводится вывод формул частотных характеристик и построение их графиков по характерным точкам для типовых элементарных звеньев.
4	ЛАЧХ типовых звеньев. В результате выполнения практического занятия проводится построение графиков ЛАЧХ по характерным точкам для типовых элементарных звеньев.
5	Передаточные функции соединений звеньев. В результате выполнения практического занятия проводится вывод формул W(p) последовательного, параллельного соединения и соединения с обратной связью.
6	Устойчивость линейных систем. В результате выполнения практического занятия изучается терминология в области устойчивости.
7	Алгебраические критерии устойчивости линейных систем. В результате выполнения практического занятия изучаются критерии устойчивости Гурвица и Линара-Шипара.
8	Частотные критерии устойчивости линейных систем. В результате выполнения практического занятия изучается критерий устойчивости Михайлова.
9	Построение областей устойчивости. В результате выполнения практического задания выполняется построение кривых D-разбиения по неизвестным параметрам и находится область устойчивости.
10	Построение переходных процессов в линейных системах автоматического управления. В результате выполнения практического занятия проводится построение переходного процесса системы методом трапеций.
11	Параметрический синтез линейных систем регулирования корневым методом. В результате выполнения практического занятия определяются параметры настройки регулятора в одноконтурной системе регулирования.
12	Автоматические системы регулирования при случайных воздействиях. В результате выполнения практического занятия определяется дисперсия выходного сигнала системы и осуществляется синтез оптимального регулятора, минимизирующего дисперсию ошибки регулирования.
13	Системы с компенсацией возмущений. В результате выполнения практического занятия определяются параметры настройки компенсирующего звена.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
14	Метод гармонического баланса. В результате выполнения практического занятия оценивается возможность и устойчивость автоколебаний в системе и определяются их параметры.
15	Импульсные системы. В результате выполнения практического занятия проводится получение импульсной передаточной функции разомкнутой системы.
16	Анализ и синтез мехатронных модулей движения как цифровых электроприводов с обратными связями. В результате выполнения практического занятия для заданной САУ, используя ПО SimInTech, рассчитывается АЧХ замкнутой системы и на основе результатов расчета определяется её частота пропускания.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Изучение электронных материалов курса и учебной литературы.
2	Текущая подготовка к практическим занятиям.
3	Изучение дополнительной литературы.
4	Выполнение расчетно-графической работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем расчетно-графических работ

1. Составление и преобразование структурной схемы. Предварительное исследование САР.

2. Нахождение передаточной функции разомкнутой системы.

3. Построение асимптотической ЛАЧХ, ЛФЧХ, АФХ разомкнутой системы.

4. Определение устойчивости САУ по критерию Гурвица.

5. Определение устойчивости САУ по критерию Найквиста.

6. Определение устойчивости САУ по критерию Михайлова.

7. Определение запаса устойчивости и быстродействия САУ по переходной характеристике.

8. Определение запаса устойчивости САУ по амплитуде.

9. Определение запаса устойчивости САУ по фазе.

10. Повышение точности САУ.

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Герман-Галкин, С. Г. Модельное проектирование мехатронных модулей SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; под общей редакцией А. Н. Петухова. — Москва : ДМК Пресс, 2021. — 494 с. — ISBN 978-5-97060-693-3.	URL: https://e.lanbook.com/book/190723 (дата обращения: 13.04.2023). - Текст: электронный.
2	Музылева, И. В. Элементарная теория линейных систем в задачах и упражнениях : учебное пособие для вузов / И. В. Музылева. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 428 с. — ISBN 978-5-507-44723-7.	URL: https://e.lanbook.com/book/254708 (дата обращения: 13.04.2023). - Текст: электронный.
3	Первозванский, А. А. Курс теории автоматического управления / А. А. Первозванский. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47043-3.	URL: https://e.lanbook.com/book/322499 (дата обращения: 13.04.2023). - Текст: электронный.
4	Коновалов, Б. И. Теория автоматического управления : учебное пособие для вузов / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 220 с. — ISBN 978-5-507-44643-8.	URL: https://e.lanbook.com/book/238508 (дата обращения: 13.04.2023). - Текст: электронный.
5	Ефанов, А. В. Теория автоматического управления / А. В. Ефанов, В. А. Ярош. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 160 с. — ISBN 978-5-507-45647-5.	URL: https://e.lanbook.com/book/277061 (дата обращения: 13.04.2023). - 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).

Microsoft Office (Word, Excel); MatLab Simulink; SimInTech; Codesys.

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. Для проведения тестирования: компьютерный класс.
5. Специализированная аудитория для выполнения лабораторных работ, оснащенная испытательными стендами, оборудованная рабочими столами, электрическими розетками, компьютером, проектором и экраном, и доступом в интернет. Компьютерные обучающие программы (выполнение лабораторных работ).
6. Специализированная аудитория для выполнения лабораторных работ, оснащенная испытательными стендами, оборудованная рабочими столами, электрическими розетками, компьютером, проектором и экраном, и доступом в интернет.
7. Для проведения тестирования: компьютерный класс.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.
Экзамен в 5 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» М.Ю. Чалова

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

Согласовано:

Заведующий кафедрой РиТКнТ П.А. Григорьев

Председатель учебно-методической комиссии Н.А. Андриянова