Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ Л.Д. Павлова
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Управление техническими системами

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2023

Новокузнецк
2023

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 00:11:38 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– изучение основных способов управления непрерывными и дискретными системами.

Задачами учебной дисциплины являются:
– усвоение принципов анализа и синтеза линейных систем автоматического управления;
– усвоение принципов анализа и синтеза дискретных систем автоматического управления.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Физика;
– Математика;
– Электротехника. Общая часть.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:
– Микропроцессорные управляющие и информационные устройства;
– Основы мехатроники и робототехники;
– Основы микропроцессорной техники;
– Основы электропривода;
– Моделирование электронных устройств;
– Научно-исследовательская работа;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
– Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Научное мышление	ОПК-1: Способен использовать	ОПК-1.1 Понимает теоретические основы математических,	– знать: формы и методы математического

	положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	естественных и общеинженерных наук	описания систем автоматического управления. – уметь: получать дифференциальные и разностные уравнения и передаточные функции систем и звеньев. – владеть: математическим аппаратом теории автоматического управления.
		ОПК-1.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: критерии устойчивости технических систем; уравнения и передаточные функции типовых динамических звеньев. – уметь: составлять структурные схемы систем управления. – владеть: алгеброй структурных схем.
		ОПК-1.3 Применяет физические законы и математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера	– знать: показатели качества управления и способы их коррекции. – уметь: рассчитывать регуляторы и корректирующие устройства. – владеть: навыками анализа и синтеза систем управления.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение	– знать: основные задачи анализа и синтеза систем автоматического управления. – уметь: оценивать устойчивость систем управления. – владеть: критериями

	решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений		устойчивости систем управления.
		УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества в рамках заданных ограничений	– знать: способы преобразования аналоговой системы в дискретную. – уметь: осуществлять дискретизацию аналоговых систем. – владеть: математическим аппаратом описания дискретных систем управления.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***4 семестр***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*	*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***324***	*108*	*216*
	зачетных единиц	***9***	*3*	*6*
Лекции, *академ. час.*		***64***	*32*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***48***	*16*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*0*	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***113***	*51*	*62*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***63***	*9*	*54*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Методы математического описания и характеристики линейных САУ;

Тема 1.1 Основные понятия и определения теории автоматического управления (Автоматическое регулирование. Автоматическое управление. Объект управления. Цель управления. Управляющее воздействие. Координаты объекта. Алгоритм функционирования. Автоматическое управляющее устройство. Типовые законы управления. Принципы классификации САУ. Управление по отклонению. Управление по возмущению. Комбинированное управление. Адаптивные и следящие САУ.);

Тема 1.2 Графическое изображение САУ (Функциональная схема. Структурная схема. Условные обозначения на структурных схемах. Элементы сравнения и их изображение);

Тема 1.3 Математическое описание линейных САУ (Принцип направленности звеньев САУ. Типы структурных элементов САУ. Дифференциальные уравнения звеньев системы.);

Тема 1.4 Линеаризация САУ (Ряд Тейлора. Ряд Маклорена. Линеаризация методом малых отклонений. Метод касательной. Метод секущей.);

Тема 1.5 Передаточная функция САУ (Алгебраизация дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение функции. Свойства преобразования Лапласа. Передаточная функция. Переход из временной области в частотную.);

Тема 1.6 Типовые воздействия и временные характеристики систем автоматического управления (Единичная ступенчатая функция. Единичная импульсная функция. Гармоническое воздействие. Переходная функция. Весовая функция.);

Тема 1.7 Частотные характеристики САУ. (Комплексный коэффициент усиления. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Амплитудно-частотная характеристика. Фазо-частотная характеристика. Вещественная частотная характеристика. Мнимая частотная характеристика. ЛАХ. ЛФХ. Диаграмма Боде);

Тема 1.8 Характеристики и модели типовых динамических звеньев систем управления (Пропорциональное (масштабное) звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Инерционное (апериодическое) звено. Форсирующее звено. Колебательное звено. Консервативное звено. Апериодическое звено 2 порядка. Неминимально-фазовые звенья. Звенья с запаздыванием.);

Раздел 2 Структура САУ. Статические режимы.;

Тема 2.1 Соединение линейных звеньев. (Последовательное соединение звеньев. Параллельное и встречно-параллельное соединения. Замыкание САУ. Положительные и отрицательные обратные связи. Правила преобразования структурных схем.);

Тема 2.2 Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ (Уравнение замыкания системы. Структура САУ относительно управляющего и возмущающего воздействий. Замкнутая САУ при приложении нескольких воздействий. Одноконтурные и многоконтурные САУ);

Тема 2.3 Статические режимы САУ (Стационарные и переходные режимы. Статическая и динамическая ошибки регулирования. Уравнение САУ в отклонениях. Статизм системы. Астатические режимы САУ. Астатизм. Порядок астатизма. Интегрирующие звенья в САУ как средство достижения астатизма.);

Раздел 3 Устойчивость систем автоматического управления. Качество управления;

Тема 3.1 Критерий устойчивости Рауса – Гурвица (Определитель Гурвица. Таблица Рауса. Критерий Рауса. Критерий Гурвица.);

Тема 3.2 Критерий устойчивости Михайлова (Годограф Михайлова. Правило обхода квадрантов. Критерий Михайлова для астатических систем.);

Тема 3.3 Критерий устойчивости Найквиста (Годограф Найквиста. Критическая точка. Критерий Найквиста для астатических систем. Запас устойчивости по фазе и модулю. Оптимальные запасы устойчивости. Суждение об устойчивости по амплитудным и фазовым характеристикам);

Тема 3.4 Показатели качества САУ (Понятие о качестве переходного процесса. Установившееся значение. Перерегулирование. Время переходного процесса. Время достижения максимума. Время первого согласования. Скорость нарастания сигнала. Колебательность.);

Тема 3.5 Частотные критерии качества переходного процесса (Оценка колебательности и длительности переходного процесса по АЧХ замкнутой системы. Оценка колебательности по ЛАХ. Оценка качества переходного процесса по высокочастотной характеристике замкнутой системы.);

Тема 3.6 Корневые критерии качества переходного процесса (Оценка времени затухания. Степень устойчивости. Мера колебательности);

Тема 3.7 Интегральные оценки качества (Линейная интегральная оценка. Квадратичная интегральная оценка);

Раздел 4 Коррекция динамических свойств САУ;

Тема 4.1 Последовательные корректирующие звенья, их синтез (Последовательные корректирующие звенья в контуре САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим

характеристикам. Построение желаемой ЛАХ и ЛАХ корректирующего звена. Определения передаточной функции и схемной реализации корректирующего звена по его ЛАХ.);

Тема 4.2 Параллельные корректирующие звенья, их синтез (Параллельные корректирующие звенья в контуре САУ. Жесткие корректирующие обратные связи. Гибкие обратные связи. Понятие о глубокой обратной связи. Синтез звеньев параллельной коррекции по обратным АФЧХ. Синтез параллельных корректирующих устройств по ЛАХ разомкнутой системы.);

Тема 4.3 Параметрический синтез САУ (Понятие о параметрическом синтезе. Общие принципы синтеза алгоритмической структуры системы управления. Принцип подчиненного регулирования. Использование модели объекта управления для управления. Модульный оптимум. Технический оптимум. Фильтр Баттерворта. Симметричный оптимум. Малые некомпенсируемые постоянные времени в контуре САУ, их влияние на качество регулирования);

Раздел 5 Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ;

Тема 5.1 Решетчатые функции и разностные уравнения (Понятие дискретного сигнала. Квантование по времени и уровню. Представление дискретного сигнала. Решетчатая функция. Прямые и обратные конечные разности. Переход от дифференциальных уравнений системы к разностным. Свойства разностных уравнений.);

Тема 5.2 D- и z-преобразования (Дискретное преобразование Лапласа, его свойства. Z-преобразование (преобразование Лорана). Формы записи z-преобразования. Свойства z-преобразования. Переход от z-передаточной функции к разностным уравнениям.);

Раздел 6 Динамические характеристики дискретных САУ;

Тема 6.1 Частотные характеристики цифровых САУ (АФЧХ дискретных САУ. АЧХ. ФЧХ. ЛАХ. ЛФХ.);

Тема 6.2 Дискретное преобразование Фурье (Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.);

Тема 6.3 Теорема Котельникова (Частота дискретизации. Теорема Котельникова. Интерполяционная формула Котельникова-Шеннона. Восстановление аналогового сигнала из дискретного. Явление наложения спектров. Передискретизация);

Тема 6.4 Временные характеристики цифровых САУ (Переходная характеристика. Импульсная характеристика.);

Тема 6.5 Устойчивость цифровых систем (Критерии устойчивости цифровых систем. Устойчивость в малом и большом. Критерий Ляпунова.);

Тема 6.6 Анализ и синтез цифровых регуляторов (Принципы синтеза цифровых регуляторов. Синтез цифрового регулятора на основе

аналогового прототипа. Модульный и симметричный оптимумы в цифровых САУ. Использование цифровых регуляторов в аналоговых САУ.);

Тема 6.7 Анализ и синтез цифровых фильтров (Цифровая фильтрация сигналов в САУ. Принципы расчета цифровых фильтров. Частота среза и частота заграждения. Основные типы фильтров. Окно фильтра. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.1.	Основные понятия и определения теории автоматического управления	2	
Тема 1.2.	Графическое изображение САУ	2	
Тема 1.3.	Дифференциальные уравнения звеньев САУ	2	
Тема 1.4.	Линеаризация САУ	2	
Тема 1.5.	Передаточная функция и ее свойства	2	
Тема 1.6.	Типовые воздействия и временные характеристики систем автоматического управления	2	
Тема 1.7.	Частотные характеристики САУ	2	
Тема 1.8.	Характеристики и модели типовых динамических звеньев систем управления	8	
Тема 3.1.	Устойчивость систем управления. Корневой критерий устойчивости. Критерий устойчивости Рауса – Гурвица	4	
Тема 3.2.	Критерий устойчивости Михайлова	2	
Тема 3.3.	Критерий устойчивости Найквиста. Запасы устойчивости САУ	4	
Тема 3.4; Тема 3.5.	Показатели качества регулирования. Критерии и оценки качества.	4	
Тема 4.1.	Последовательные корректирующие звенья, их	2	

	синтез		
Тема 4.3.	Структурно-параметрический синтез САУ	4	
Тема 5.1.	Решетчатые функции и разностные уравнения	4	
Тема 5.2.	D- и z-преобразования	4	
Тема 6.1.	Частотные и временные характеристики цифровых САУ	4	
Тема 6.3.	Теорема Котельникова	2	
Тема 6.6.	Анализ и синтез цифровых регуляторов	4	
Тема 6.7.	Анализ и синтез цифровых фильтров	4	
Итого:		**64**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Тема 1.4.	Линеаризация САУ	6	
Тема 1.5.	Дифференциальные уравнения и передаточные функции звеньев САУ	6	
Тема 2.1.	Составление и преобразования структурных схем САУ	4	
Тема 2.2.	Логарифмические частотные характеристики звеньев и систем	8	
Тема 3.1; Тема 3.2; Тема 3.3; Тема 3.4.	Устойчивость систем автоматического управления	8	
Тема 5.1.	Составление и преобразование разностных уравнений	4	
Тема 5.2.	D- и z-преобразования. Работа с z-передаточными функциями.	6	
Тема 6.7.	Расчет цифрового регулятора	6	
Итого:		**48**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме**

			практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1; Раздел 2; Раздел 3; Раздел 4; Раздел 5; Раздел 6.	Синтез линейной системы автоматического управления	36	
Итого:		**36**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	**Виды самостоятельной работы**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	20	
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к практическому занятию; 3. Прохождение тестирования; 4. Решение задач.	6	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	20	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного	12	

	материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Прохождение тестирования.		
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	20	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования; 5. Решение задач.	35	
Курсовая работа	*Выполнение курсовой работы*	36	0
Контроль	*Подготовка к экзамену*	54	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	9	
Итого:		**212**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. – URL: https://urait.ru/bcode/489509 (дата обращения: 29.03.2023);

2 Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. – URL: https://urait.ru/bcode/491184 (дата обращения: 29.03.2023);

3 Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN

978-5-534-06483-4. – URL: https://urait.ru/bcode/489520 (дата обращения: 29.03.2023);

4 Лукас, В. А. Теория автоматического управления : учебник для вузов / В. А. Лукас. – 2-е изд.,перераб. и доп. – Москва : Недра, 1990.;

5 Бесекерский, В. А. Теория систем автоматического управления : учебное пособие / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. – СПб. : Профессия, 2007. – 747 с. : ил. – (Специалист).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Национальная электронная библиотека (НЭБ) : информационная система / ФГБУ «РГБ». – Москва, [2015 –]. – URL: http://rusneb.ru. – Режим доступа: по подписке;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

8 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Mathcad;

– Microsoft Office;

– Microsoft Windows;

– Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ);
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники.

Приложение

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Управление техническими системами»

по направлению подготовки (специальности)
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)
форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– изучение основных способов управления непрерывными и дискретными системами.

Задачами учебной дисциплины являются:

– усвоение принципов анализа и синтеза линейных систем автоматического управления;
– усвоение принципов анализа и синтеза дискретных систем автоматического управления.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Математика;
– Электротехника. Общая часть.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Микропроцессорные управляющие и информационные устройства;
– Основы мехатроники и робототехники;
– Основы микропроцессорной техники;
– Основы электропривода;
– Моделирование электронных устройств;
– Научно-исследовательская работа;
– Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена;
– Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Научное мышление	ОПК-1: Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности	ОПК-1.1 Понимает теоретические основы математических, естественных и общеинженерных наук	– знать: формы и методы математического описания систем автоматического управления. – уметь: получать дифференциальные и разностные уравнения и передаточные функции систем и звеньев. – владеть: математическим аппаратом теории автоматического управления.
		ОПК-1.2 Применяет естественнонаучные и общеинженерные знания и методы для решения практических задач	– знать: критерии устойчивости технических систем; уравнения и передаточные функции типовых динамических звеньев. – уметь: составлять структурные схемы систем управления. – владеть: алгеброй структурных схем.
		ОПК-1.3 Применяет физические законы и математические методы для решения практических задач инженерной деятельности теоретического и прикладного характера	– знать: показатели качества управления и способы их коррекции. – уметь: рассчитывать регуляторы и корректирующие устройства. – владеть: навыками анализа и синтеза систем управления.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	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	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение	– знать: основные задачи анализа и синтеза систем автоматического управления. – уметь: оценивать устойчивость систем управления. – владеть: критериями устойчивости систем управления.
		УК-2.3 Решает конкретные задачи (исследования, проекта, деятельности) заявленного качества в рамках заданных ограничений	– знать: способы преобразования аналоговой системы в дискретную. – уметь: осуществлять дискретизацию аналоговых систем. – владеть: математическим аппаратом описания дискретных систем управления.

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***4 семестр***	***5 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*зачет*	*экзамен, зачет с оценкой по КР*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***324***	*108*	*216*
	зачетных единиц	***9***	*3*	*6*
Лекции, *академ. час.*		***64***	*32*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***48***	*16*	*32*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа, *академ. час.*		***36***	*0*	*36*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***113***	*51*	*62*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***63***	*9*	*54*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Методы математического описания и характеристики линейных САУ;

Тема 1.1 Основные понятия и определения теории автоматического управления (Автоматическое регулирование. Автоматическое управление. Объект управления. Цель управления. Управляющее воздействие. Координаты объекта. Алгоритм функционирования. Автоматическое управляющее устройство. Типовые законы управления. Принципы классификации САУ. Управление по отклонению. Управление по возмущению. Комбинированное управление. Адаптивные и следящие САУ.);

Тема 1.2 Графическое изображение САУ (Функциональная схема. Структурная схема. Условные обозначения на структурных схемах. Элементы сравнения и их изображение);

Тема 1.3 Математическое описание линейных САУ (Принцип направленности звеньев САУ. Типы структурных элементов САУ. Дифференциальные уравнения звеньев системы.);

Тема 1.4 Линеаризация САУ (Ряд Тейлора. Ряд Маклорена. Линеаризация методом малых отклонений. Метод касательной. Метод секущей.);

Тема 1.5 Передаточная функция САУ (Алгебраизация дифференциальных уравнений. Преобразование Лапласа. Оригинал и изображение функции. Свойства преобразования Лапласа. Передаточная функция. Переход из временной области в частотную.);

Тема 1.6 Типовые воздействия и временные характеристики систем автоматического управления (Единичная ступенчатая функция. Единичная импульсная функция. Гармоническое воздействие. Переходная функция. Весовая функция.);

Тема 1.7 Частотные характеристики САУ. (Комплексный коэффициент усиления. Амплитудно-фазовая частотная характеристика. Амплитудно-частотная характеристика. Фазо-частотная характеристика. Вещественная частотная характеристика. Мнимая частотная характеристика. ЛАХ. ЛФХ. Диаграмма Боде);

Тема 1.8 Характеристики и модели типовых динамических звеньев систем управления (Пропорциональное (масштабное) звено. Интегрирующее звено. Дифференцирующее звено. Инерционное (апериодическое) звено. Форсирующее звено. Колебательное звено. Консервативное звено. Апериодическое звено 2 порядка. Неминимально-фазовые звенья. Звенья с запаздыванием.);

Раздел 2 Структура САУ. Статические режимы.;

Тема 2.1 Соединение линейных звеньев. (Последовательное соединение звеньев. Параллельное и встречно-параллельное

соединения. Замыкание САУ. Положительные и отрицательные обратные связи. Правила преобразования структурных схем.);

Тема 2.2 Передаточные функции разомкнутых и замкнутых САУ (Уравнение замыкания системы. Структура САУ относительно управляющего и возмущающего воздействий. Замкнутая САУ при приложении нескольких воздействий. Одноконтурные и многоконтурные САУ);

Тема 2.3 Статические режимы САУ (Стационарные и переходные режимы. Статическая и динамическая ошибки регулирования. Уравнение САУ в отклонениях. Статизм системы. Астатические режимы САУ. Астатизм. Порядок астатизма. Интегрирующие звенья в САУ как средство достижения астатизма.);

Раздел 3 Устойчивость систем автоматического управления. Качество управления;

Тема 3.1 Критерий устойчивости Рауса – Гурвица (Определитель Гурвица. Таблица Рауса. Критерий Рауса. Критерий Гурвица.);

Тема 3.2 Критерий устойчивости Михайлова (Годограф Михайлова. Правило обхода квадрантов. Критерий Михайлова для астатических систем.);

Тема 3.3 Критерий устойчивости Найквиста (Годограф Найквиста. Критическая точка. Критерий Найквиста для астатических систем. Запас устойчивости по фазе и модулю. Оптимальные запасы устойчивости. Суждение об устойчивости по амплитудным и фазовым характеристикам);

Тема 3.4 Показатели качества САУ (Понятие о качестве переходного процесса. Установившееся значение. Перерегулирование. Время переходного процесса. Время достижения максимума. Время первого согласования. Скорость нарастания сигнала. Колебательность.);

Тема 3.5 Частотные критерии качества переходного процесса (Оценка колебательности и длительности переходного процесса по АЧХ замкнутой системы. Оценка колебательности по ЛАХ. Оценка качества переходного процесса по высокочастотной характеристике замкнутой системы.);

Тема 3.6 Корневые критерии качества переходного процесса (Оценка времени затухания. Степень устойчивости. Мера колебательности);

Тема 3.7 Интегральные оценки качества (Линейная интегральная оценка. Квадратичная интегральная оценка);

Раздел 4 Коррекция динамических свойств САУ;

Тема 4.1 Последовательные корректирующие звенья, их синтез (Последовательные корректирующие звенья в контуре САУ. Синтез последовательных корректирующих устройств по логарифмическим характеристикам. Построение желаемой ЛАХ и ЛАХ корректирующего

звена. Определения передаточной функции и схемной реализации корректирующего звена по его ЛАХ.);

Тема 4.2 Параллельные корректирующие звенья, их синтез (Параллельные корректирующие звенья в контуре САУ. Жесткие корректирующие обратные связи. Гибкие обратные связи. Понятие о глубокой обратной связи. Синтез звеньев параллельной коррекции по обратным АФЧХ. Синтез параллельных корректирующих устройств по ЛАХ разомкнутой системы.);

Тема 4.3 Параметрический синтез САУ (Понятие о параметрическом синтезе. Общие принципы синтеза алгоритмической структуры системы управления. Принцип подчиненного регулирования. Использование модели объекта управления для управления. Модульный оптимум. Технический оптимум. Фильтр Баттерворта. Симметричный оптимум. Малые некомпенсируемые постоянные времени в контуре САУ, их влияние на качество регулирования);

Раздел 5 Дискретные САУ. Математическое моделирование дискретных САУ;

Тема 5.1 Решетчатые функции и разностные уравнения (Понятие дискретного сигнала. Квантование по времени и уровню. Представление дискретного сигнала. Решетчатая функция. Прямые и обратные конечные разности. Переход от дифференциальных уравнений системы к разностным. Свойства разностных уравнений.);

Тема 5.2 D- и z-преобразования (Дискретное преобразование Лапласа, его свойства. Z-преобразование (преобразование Лорана). Формы записи z-преобразования. Свойства z-преобразования. Переход от z-передаточной функции к разностным уравнениям.);

Раздел 6 Динамические характеристики дискретных САУ;

Тема 6.1 Частотные характеристики цифровых САУ (АФЧХ дискретных САУ. АЧХ. ФЧХ. ЛАХ. ЛФХ.);

Тема 6.2 Дискретное преобразование Фурье (Понятие спектра сигнала. Спектральный анализ. Преобразование Фурье. Дискретное преобразование Фурье.);

Тема 6.3 Теорема Котельникова (Частота дискретизации. Теорема Котельникова. Интерполяционная формула Котельникова-Шеннона. Восстановление аналогового сигнала из дискретного. Явление наложения спектров. Передискретизация);

Тема 6.4 Временные характеристики цифровых САУ (Переходная характеристика. Импульсная характеристика.);

Тема 6.5 Устойчивость цифровых систем (Критерии устойчивости цифровых систем. Устойчивость в малом и большом. Критерий Ляпунова.);

Тема 6.6 Анализ и синтез цифровых регуляторов (Принципы синтеза цифровых регуляторов. Синтез цифрового регулятора на основе аналогового прототипа. Модульный и симметричный оптимумы в

цифровых САУ. Использование цифровых регуляторов в аналоговых САУ.);

Тема 6.7 Анализ и синтез цифровых фильтров (Цифровая фильтрация сигналов в САУ. Принципы расчета цифровых фильтров. Частота среза и частота заграждения. Основные типы фильтров. Окно фильтра. Фильтры с конечной и бесконечной импульсной характеристикой).

6 Составитель(и):

доцент Поползин Иван Юрьевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).