

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.13 Регулирование координат в электроприводах»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

(код и наименование направления подготовки)

Электропривод и автоматика

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2025

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.13 Регулирование координат в электроприводах» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от " 20 " января 2025 г.

И.о. заведующего кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

наименование кафедры

подпись

А.С. Безгин
расшифровка подписи

Исполнители:

доцент

должность

подпись

Д.В. Сурков
расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

код наименование

личная подпись

С.В. Митрофанов
расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

С.А. Биктимирова
расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

С.А. Сильвашко
расшифровка подписи

№ регистрации _____

© Сурков Д.В., 2025
© ОГУ, 2025

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение всего разнообразия способов регулирования координат электропривода; овладение принципами построения дискретных и непрерывных систем управления электроприводов постоянного и переменного тока производственных механизмов.

Задачи:

- получить базовые представления о структуре электропривода и о регулировании его координат;
- изучить принципы управления электродвигателями постоянного и переменного тока;
- изучить методы синтеза дискретных и непрерывных систем управления электроприводов;
- уметь классифицировать системы управления электроприводов;
- уметь выбрать для системы электропривода рабочей машины рациональный способ регулирования координат;
- освоить понятия, определения и термины, относящиеся к различным системам управления электроприводов, их анализу и синтезу;
- владеть информацией о параметрах, характеристиках и свойствах различных систем управления электроприводов;
- уметь анализировать систему управления электропривода, выделяя при этом основные задачи, которые она выполняет;
- приобрести навыки синтеза структуры электропривода и его системы управления в зависимости от задач, которую они должна выполнять;
- уметь рассчитывать характеристики системы управления электроприводом, использовать средства ЭВМ для решения задач анализа и синтеза систем управления электроприводов (MathCad).

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.21 Электрические машины, Б1.Д.Б.22 Электрические и электронные аппараты, Б1.Д.Б.23 Электроника, Б1.Д.В.3 Введение в специальность, Б1.Д.В.9 Силовая электроника, Б1.Д.В.10 Теория автоматического регулирования, Б1.Д.В.11 Теория электропривода*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.14 Математическое моделирование в электроприводе, Б1.Д.В.15 Монтаж, наладка и диагностика электропривода, Б1.Д.В.18 Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов, Б2.П.В.П.2 Проектная практика, Б2.П.В.П.3 Преддипломная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ПК*-1-В-2 Выбирает типовые проектные решения электроприводов и электрооборудования типовых производственных механизмов, установок и комплексов ПК*-1-В-4 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и экс-	Знать: базовые представления о структуре электропривода и о регулировании его координат. Уметь: анализировать систему управления электропривода, выделяя при этом основные задачи, которые она

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
	плуатации электроприводов и электрооборудования типовых производственных механизмов, установок и комплексов ПК*-1-В-5 Демонстрирует знание принципа действия и основных характеристик силовых полупроводниковых приборов, преобразователей электрической энергии, электронных компонентов, схемотехнические решения и области их применения ПК*-1-В-6 Демонстрирует знания принципа действия и основных характеристик электрических машин и аппаратов, типовых производственных механизмов, механических передач ПК*-1-В-7 Демонстрирует знания основных типов систем электропривода промышленных установок, их статические и динамические характеристики, регулировочные свойства ПК*-1-В-8 Составляет и читает схемы электрические принципиальные подключения электроприводов, электрических аппаратов, преобразователей энергии, датчиков режимов электротехнических установок и технологических комплексов ПК*-1-В-9 Применяет методы синтеза непрерывных и дискретных систем управления электроприводов	выполняет. Владеть: навыками расчета характеристик системы электропривода, использовать средства ЭВМ для решения задач анализа и синтеза систем управления электроприводов (MathCad)
ПК*-2 Способен анализировать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК*-2-В-4 Обеспечивает заданные режимы технологического процесса, используя регулировочные свойства электродвигателей и оптимальные структуры систем электроприводов	Знать: методы синтеза дискретных и непрерывных систем управления электроприводов; элементную базу, характеристики и регулировочные свойства электроприводов с двигателями постоянного и переменного тока. Уметь: -синтезировать структуру системы управления электропривода в зависимости от задачи, которую она должна выполнять; -формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчета с его публичной защитой. Владеть: способностью разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов, способностью графически отображать геометрические образы изделий и объектов электрооборудования, элементы электрических схем.
ПК*-3 Способен применять мето-	ПК*-3-В-2 Умеет пользоваться аналоговыми и цифровыми приборами измерения,	Знать: - устройство, принцип действия ос-

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ды и технические средства эксплуатации испытаний и диагностики электро-энергетического и электротехнического оборудования	осциллографами, мультиметрами для измерения параметров режимов работы оборудования и определения параметров элементов электрических схем ПК*-3-В-5 Демонстрирует навыки проведения лабораторных испытаний электрических машин, электроприводов и аппаратов; проводит диагностику и оценивает техническое состояние электрооборудования, компонентов электропривода	новых электротехнических и электроизмерительных приборов. Уметь: проводить измерения в цепях постоянного и переменного тока. Владеть: методами измерения электрических и неэлектрических величин типовыми приборами

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 академических часа).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	6 семестр	7 семестр	всего
Общая трудоёмкость	144	108	252
Контактная работа:	44,25	50,25	94,5
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	14	16	30
Лабораторные работы (ЛР)	14	16	30
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,25	0,5
Самостоятельная работа: - выполнение расчетно-графического задания (РГЗ); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным, практическим занятиям; изучение раздела 6 (частично) курса в системе электронного обучения)	99,75 +	57,75 +	157,5
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	зачет	диф. зач.	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение, основные понятия	11	1	10	11	1
2	Системы электропривода	24	6	4	4	10
3	Регулирование момента (тока) электропривода	26	2	4	-	20
4	Регулирование скорости электропривода	33	5	4	4	20
5	Регулирование положения	22	2	-	-	20
6	Типовые узлы релейно-контакторной системы управления (РКСУ) электропривода	28	2	6	20	20
	Итого:	144	16	14	14	100

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раз-дела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
7	Логические системы управления электроприводов	22	6		8	8
8	Структуры систем управления электроприводов с непрерывным регулированием координат	24	4	6	4	10
9	Адаптивные системы управления электроприводов	12	2			10
10	Системы электроприводов переменного тока с частотным регулированием скорости двигателя	38	4	10	4	20
11	Системы управления позиционных и следящих электроприводов	12	2			10
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	252	34	30	30	158

4.2 Содержание разделов дисциплины

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
1	Введение, основные понятия	Основные показатели регулирования координат
2	Системы электропривода	Системы Г-Д, ТП-Д, ШИП-Д, ЭМПЧ-АД, СПЧ-АД, ТРН-АД, УП-Д
3	Регулирование момента (тока) электропривода	Регулирование момента в разомкнутых системах ЭП. Регулирование момента в замкнутых системах ЭП.
4	Регулирование скорости электропривода	Регулирование скорости в разомкнутых системах ЭП. Регулирование скорости в замкнутых системах ЭП.
5	Регулирование положения	Точный останов электродвигателя. Автоматическое регулирование положения по отклонению.
6	Типовые узлы релейно-контакт-торной системы управления (РКСУ) электропривода.	Классификация электрических схем. Пусковая диаграмма двигателя в разомкнутой системе электропривода. Пуск двигателей в функции времени, скорости, тока. Схемы автоматического торможения двигателя.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре

№ раз-дела	Наименование раздела	Содержание раздела
1	2	3
7	Логические системы управления электроприводов	Классификация электрических схем. Пусковая диаграмма двигателя в разомкнутой системе электропривода. Пуск двигателей в функции времени, скорости, тока. Схемы автоматического торможения двигателя. Типовые узлы релейно-контакт-торной системы управления (РКСУ) электропривода. Схемы и аппараты защиты, блокировки, сигнализации в электроприводах. Элементы проектирования дискретных систем управления. Проектирование логических схем управления на бесконтактных элементах. Построение циклограммы работы элементов логической системы управления.

8	Структуры систем управления электроприводов с непрерывным регулированием координат	Формирование характеристик привода в разомкнутых и замкнутых структурах. Математические модели элементов силового канала приводов постоянного и переменного тока. Законы регулирования, виды регуляторов. Статический и динамический режимы работы приводов. Особенности работы астатических систем управления. Стандартные настройки систем управления электроприводов (СУЭП). Способы ограничения промежуточных переменных в электроприводах. СУ-ЭП с подчиненным регулированием координат. Совместное и раздельное управление комплектами тиристорных преобразователей в реверсивных электроприводах. Системы с двухзонным регулированием скорости двигателя.
9	Адаптивные системы управления электроприводов	Нестационарность параметров элементов электроприводов. Адаптивные системы электропривода с эталонной моделью. Системы с сигнальной и параметрической настройкой. Поиск адаптивных систем.
10	Системы электроприводов переменного тока с частотным регулированием ско-	Частотное регулирование скорости асинхронного двигателя. Структура преобразователей частоты. Принцип частотного регулирования. Основные законы регулирования напряже-

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раз-дела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2,3,4	Исследование характеристик электропривода в системе тиристорный преобразователь – двигатель с разомкнутой системой управления и регулирование его координат.	4
2	2,3,4	Исследование характеристик электропривода в системе преобразователь частоты – асинхронный двигатель и регулирование его координат.	4
3	6	Пуск и динамическое торможение двигателя постоянного тока в функции времени, скорости, тока в электроприводе с силовыми резисторами.	6
4	7	Пуск и динамическое торможение асинхронного двигателя в функции времени, тока, скорости.	6
5	7	Пуск, реверс и торможение противовключением асинхронного двигателя в функции скорости.	2
6	8	Исследование характеристик тиристорного электропривода постоянного тока.	4
7	10	Исследование законов регулирования напряжения при частотном регулировании скорости асинхронного двигателя электропривода типа «Омрон».	4
		Итого:	30

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раз-дела	Тема	Кол-во часов
1,2	2	Преобразователи энергии как объекты регулирования, их передаточные функции.	4
3,4	3	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов с регулированием момента (тока).	4
5,6	4	Структурные схемы и передаточные функции электроприводов с регулированием скорости.	4
7	6	Принципы построения систем управления электроприводов с релейными элементами. Структурная схема синтеза.	2
8	9	Изучение функциональной и структурной схем реверсивного тиристор-	2

№ занятия	№ раз-дела	Тема	Кол-во часов
		ного электропривода постоянного тока с совместным управлением группами тиристоров.	
9	9	Изучение функциональной схемы тиристорного электропривода постоянного тока с раздельным управлением группами тиристоров и обратной связью по скорости, ЭДС двигателя.	2
10	9	Изучение функциональной схемы тиристорного электропривода постоянного тока с двухзонным регулированием скорости двигателя	2
11	11	Выбор законов регулирования напряжения в частотнорегулируемом асинхронном электроприводе для рабочих машин с типовыми механическими характеристиками.	2
12	11	Изучение функциональной схемы автономного преобразователя напряжения с широтно-импульсной модуляцией.	2
13,14	10	Изучение технических характеристик преобразователя частоты «Омрон». Установка параметров преобразователя при скалярном и векторном управлении.	4
15	10	Коллоквиум по практическим занятиям 11, 12, 13, 14.	2
		Итого:	30

4.5 Расчетно-графическое задание

Темы РГЗ: «Разработка элементов логических систем управления электроприводов», «Выбор структуры и расчет параметров элементов системы управления тиристорного электропривода постоянного тока».

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

- Кувшинов А.А. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Часть 2: Регулирование координат электропривода: учебное пособие / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 166 с.
- Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов/ Г.Г. Соколовский – М: Академия, 2007.- 266 с.: ил. 12.

5.2 Дополнительная литература

- Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с.
- Ильинский Н.Ф. Основы электропривода: учебное пособие для вузов/ Н.Ф. Ильинский – М.: изд-во МЭИ, 2007. – 224 с.: ил.
- Электротехнический справочник: В 4 т. Т.4. Использование электрической энергии / Под общ. Ред. Профессоров МЭИ В.Г.Герасимова. 8-е изд. , испр. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2002.- 696с.
- Кувшинов, А. А. Теория электропривода [Текст] : конспект лекций / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. Ч. 1:.- 2009. - 198 с.: ил. - Библиогр.: с. 195-197. - ISBN 978-5-7410-0959-8.
- Васильев, Е. М. Теория электропривода : учебное пособие / Е. М. Васильев. — Пермь : ПНИПУ, 2014. — 316 с. — ISBN 978-5-398-01348-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/160330> (дата обращения: 12.04.2025).

5.3 Периодические издания

Электротехника : журнал. - М. : Агентство "Роспечать".

5.4 Интернет-ресурсы

- <https://owen.ru> – оборудование для автоматизации;
- <https://keaz.ru/catalog> - каталог Курского электромеханического завода;
- <https://www.findernet.com> - каталог компания ООО «Финдер».

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows.
2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.
3. PTC MathCAD 14.0 - English Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач.

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории 8111 и 8112 используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютеры и проекторы) служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс (аудитория 8111), оснащенный: проектором, одиннадцатью компьютерами и соответствующим комплектом мебели.

Помещение 8111 аудитории, используемое для самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.