

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
Проректор по учебной и
воспитательной работе
_____ М.В. Темлянцев
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления электроприводов

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехника»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 3 года 5 месяцев

Год начала подготовки 2021

Новокузнецк
2021

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- подготовка выпускников к профессиональной деятельности по профилю «Электроэнергетика и электротехника» в рамках подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся глубоких знаний в области теории и практики современных автоматизированных систем управления электроприводом постоянного и переменного тока, применяемых в промышленности;
- обучение обучающихся требованиям к автоматизированному электроприводу, классификации и характеристикам типовых структур непрерывных и цифровых систем управления, способам их оптимизации, методам синтеза регуляторов, анализу показателей качества СУЭП.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Основы проектной деятельности;
- Электротехника. Общая часть;
- Электротехника. Специальная часть;
- Электрические машины;
- Управление техническими системами.

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

- Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
- Микропроцессорные системы управления электроприводов;
- Диагностика и наладка электрооборудования;
- Электропривод;
- Моделирование электротехнических устройств и систем.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- **Профессиональные компетенции**

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	<p>– знать: основные цели, задачи, стадии и этапы проектирования систем управления современных электроприводов переменного и постоянного тока.</p> <p>– уметь: использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ, основные принципы синтеза, анализа, верификации полученных данных.</p> <p>– владеть: навыками разработки технических заданий, технического проекта, рабочих чертежей, рабочего проекта систем автоматического регулирования параметров электропривода.</p>
ПК-1.2 Подготавливает техническое задание для проектирования объектов профессиональной деятельности		<p>– знать: принципы и методы проектирования, а также чтения схем автоматизированных электроприводов и их систем управления.</p> <p>– уметь: использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных программ.</p> <p>– владеть: навыками использования информационных технологий, в том числе современных средств компьютерной графики для выработки обоснованных решений в области систем</p>	

			<p>автоматического регулирования.</p>
		<p>ПК-1.3 Учитывает различные технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p>– знать: требования Правил устройства электроустановок, СНиП, государственных стандартов, показатели качества к современным системам управления.</p> <p>– уметь: соблюдать при проектировании различные технические, энергосберегающие и экологические требования.</p> <p>– владеть: навыками использования различных информационных технологий (Интернет, научно-технические разработки, современные монографии российских и зарубежных авторов) для выявления и реализации в проектах вышеуказанных требований.</p>
		<p>ПК-1.4 Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений</p>	<p>– знать: принципы и общие характеристики Системы автоматизированного проектирования, основные разделы предпроектных и проектных работ: ТЭО, технического и рабочего проектов.</p> <p>– уметь: использовать при подготовке проектной документации современные технические решения в области систем автоматического управления электроприводом (системы подчиненного регулирования, адаптивные и самонастраивающиеся системы управления с применением микро-</p>

			<p>процессорной техники). .</p> <p>– владеть: современными методами анализа качественных характеристик систем управления.</p>
	<p>ПК-2: Способен проводить обоснование проектных решений</p>	<p>ПК-2.1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации</p>	<p>– знать: основные требования к качеству проектирования со стороны заказчика, общие характеристики технологических процессов и применяемые в них современные комплектные автоматизированные электроприводы.</p> <p>– уметь: использовать при проектировании систем управления удобные в эксплуатации, современные средства настройки и диагностики с использованием микропроцессорной техники для повышения качества ремонтных и наладочных работ.</p> <p>– владеть: информационной базой для применения в проектах современных САУ, получивших положительную оценку эксплуатационного персонала.</p>
		<p>ПК-2.2 Составляет конкурентно-способные варианты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности</p>	<p>– знать: современные системы управления и комплектные автоматизированные электроприводы с использованием программируемых контроллеров и промышленных компьютеров.</p> <p>– уметь: : использовать при проектировании сложных объектов стадии научно-</p>

			<p>исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществлять патентный поиск для определения конкурентного электрооборудования.</p> <p>– владеть: методами чтения проектно-конструкторской документации, и том числе электрических схем иностранных производителей.</p>
		<p>ПК-2.3 Выбирает целесообразные решения на основе типовых технических решений для проектирования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>– знать: современные типовые решения в области автоматизации электроприводов отечественных и иностранных производителей.</p> <p>– уметь: оценивать электрооборудование для использования в проекте по критериям «цена-качество».</p> <p>– владеть: методами оценки предлагаемых технико-экономических расчетов.</p>
	<p>ПК-3: Способен проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ПК-3.1 Анализирует существующий опыт по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников</p>	<p>– знать: физические процессы, происходящие в современных электроприводах, а также характеристики, принципы функционирования, методы математического описания и моделирования систем управления электроприводами.</p> <p>– уметь: анализировать достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области систем управления автоматизированным электроприводом, типовые и уникальные инноваци-</p>

			<p>онные технические решения отечественных и зарубежных производителей электрооборудования.</p> <p>– владеть: методами синтеза, анализа и моделирования САУ электроприводом переменного и постоянного тока.</p>
		<p>ПК-3.2 Выбирает оптимальные методики проведения исследований</p>	<p>– знать: основные динамические и статические параметры и характеристики электропривода, а также способы их расчета и экспериментального определения для расчета основных параметров систем управления.</p> <p>– уметь: разрабатывать программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать задания для проведения исследовательских и научных работ.</p> <p>– владеть: инструментальной базой (приборы, испытательные установки, осциллографы и др.) для проведения необходимых экспериментов (настроек) в системах автоуправления.</p>
		<p>ПК-3.3 Использует основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>– знать: принципы построения научно-исследовательской документации, содержание и правила оформления результатов выполненных работ.</p> <p>– уметь: подготавливать научно-технические отчеты,</p>

			<p>обзоры, публикации по результатам выполненных исследований.</p> <p>– владеть: методами защиты объектов интеллектуальной собственности, системой управления результатами научно-исследовательской деятельности.</p>
	ПК-5: Способен участвовать в пуско-наладочных работах	ПК-5.1 Применяет методы проверки измерительного, диагностического оборудования в области электроэнергетики и электротехники	<p>– знать: параметры и характеристики измерительного и диагностического оборудования, используемого для настройки систем управления электроприводов.</p> <p>– уметь: выполнять поверку измерительного и диагностического оборудования используемого в исследовательских и пуско-наладочных работах.</p> <p>– владеть: приемами ремонта и настройки приборов и установок для проведения измерения и диагностики.</p>
		ПК-5.2 Настраивает электротехническое оборудование в соответствии с требованиями технологического процесса	<p>– знать: технические характеристики и режимы работы типовых автоматизированных электроприводов и технологических комплексов и систем управления электроприводов, основные технологические процессы производственных подразделений.</p> <p>– уметь: разрабатывать методики испытаний вводимого в работу оборудования и применять их на практике.</p> <p>– владеть: приемами наладки вновь вводимых в эксплуатацию</p>

			типовых систем управления и автоматизированного электропривода.
		ПК-5.3 Составляет технический отчет наладочных работ	<ul style="list-style-type: none"> – знать: содержание и структуру отчета о выполнении наладочных работ. – уметь: : подготавливать Протоколы испытаний электрооборудования. – владеть: методами структурирования технической документации.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

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

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		ИТОГО	2 сессия / 3 курс	3 сессия / 3 курс
Форма промежуточной аттестации				экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	академ. час.	252	36	216
	зачетных единиц	7	1	6
Лекции, академ. час.		4	2	2
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.		10	0	10
в форме практической подготовки		0	0	0
Курсовая работа, академ. час.		36	0	36
в форме практической подготовки		0	0	0

Консультации, <i>академ. час.</i>	0	0	0
в форме практической подготовки	0	0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>	193	34	159
в форме практической подготовки	0	0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>	9	0	9
в форме практической подготовки	0	0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Общие понятия и определения (Общие понятия и определения);

Раздел 2 Основные функции и классификация систем управления автоматизированным электроприводом;

Тема 2.1 Основные функции СУЭП (Электромеханическая система управления. Замкнутые и разомкнутые системы управления. Комбинированные системы управления);

Тема 2.2 Виды управления (Управление пуском, торможением и реверсом электропривода. Стабилизация заданной величины. Следящие системы. Программное управление. Адаптивное регулирование);

Тема 2.3 Дополнительные функции СУЭП (Сигнализация о действующих событиях. Блокировки, обеспечивающие строгую последовательность операций. Дистанционное управление. Защита электропривода);

Тема 2.4 Электрические схемы СУЭП (Общие требования к электрическим схемам. Проектирование СУЭП. Классификация электрических схем. Условные обозначения и правила построения электрических схем);

Тема 2.5 Релейно-контакторные системы управления электроприводом (Общее определение. Технические характеристики релейно-контакторной аппаратуры. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода);

Раздел 3 Показатели качества электроприводов;

Тема 3.1 Характеристики электропривода (Статические характеристики. Динамические характеристики. Точностные характеристики. Амплитудно-частотные характеристики. Амплитудно-фазовые характеристики. Определение качественных характеристик электропривода с использованием АЧХ и АФХ);

Тема 3.2 Линеаризация нелинейных систем;

Раздел 4 Системы управления электроприводами постоянного тока;

Тема 4.1 Элементы унифицированных систем управления (Цифровая автоматика. Параметры усилителей постоянного тока и их характеристики. Реализация контурных регуляторов. Датчики, источники питания, блоки ограничения);

Тема 4.2 Расчет и опытное определение динамических параметров электроприводов (Определение постоянной времени инерционного звена. Определение параметров тиристорного преобразователя и электродвигателя. Расчет параметров с использованием осциллограмм. Расчеты с использованием известных формул и методик);

Тема 4.3 Инженерные методы расчета контуров систем регулирования (Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования. Расчет контура регулирования тока, контура регулирования скорости. Системы зависимого управления потоком возбуждения электродвигателя. Расчет контура ЭДС);

Тема 4.4 Примеры систем управления электроприводами прокатного производства (Система автоматизации обжимного прокатного стана. Система автоматизации ножниц листопрокатного цеха. Схема двухзонного регулирования скорости реверсивной клетки по системе ТПД, ее преимущества и недостатки);

Раздел 5 Системы управления асинхронным двигателем;

Тема 5.1 Скалярное регулирование скорости асинхронного двигателя (Т-образная схема асинхронного двигателя. Расчеты основных параметров электродвигателя. Механические характеристики при регулировании при реализации закона $U/f = \text{const}$. Повышение жесткости механических характеристик в области низких скоростей. Двухзонное регулирование скорости);

Тема 5.2 Векторное управление асинхронным электродвигателем (Представление трехфазной системы пространственными векторами. Системы координат и их взаимосвязь. Структура асинхронного двигателя при векторном управлении со структурой ДПТ с независимым возбуждением. Функциональная схема системы регулирования скорости при векторном управлении);

Тема 5.3 Расчет динамических режимов при векторном управлении АД (Настройка токовых контуров. Настройка контура регулирования потокосцепления ротора. Настройка контура регулирования электромагнитного момента. Настройка контура скорости. Осциллограммы переходных процессов при векторном управлении);

Раздел 6 Системы управления синхронным двигателем;

Тема 6.1 Особенности векторного управления синхронным двигателем (Функциональная схема системы регулирования скорости синхронного двигателя при векторном управлении. Особенности векторного управления СД. Прямое управление моментом.

Система управления электродвигателем реверсивной клетки по системе ПЧ-СД (синхронный двигатель) на примере преобразователей фирмы АВВ);

Тема 6.2 Система регулирования возбуждения СД с целью оптимизации реактивной мощности (Характеристики СД и расчет его параметров. Применение СД в качестве синхронного компенсатора реак-

тивной мощности. Системы автоматического регулирования возбуждения СД);

Раздел 7 Специальные системы управления;

Тема 7.1 Взаимосвязанные системы управления электроприводами (Требования к взаимосвязанным системам. Сетевые средства. Информационное обеспечение систем. Классификация, структура и синтез многодвигательных систем управления электроприводами. Системы управления скоростью и соотношением скоростей. Особенности непрерывной прокатки. Системы управления электроприводами клеток непрерывных прокатных станов. Системы управления соотношениями скоростей и натяжений металла);

Тема 7.2 Позиционные и следящие системы (Принципы построения систем управления. Позиционная система при отработке средних и больших перемещений. Параболический регулятор положения. Системы управления в режиме слежения);

Тема 7.3 Основы организации адаптивных систем управления электроприводом (Классификация адаптивных систем. Методы поиска экстремума. Адаптивные системы управления с минимизацией среднеквадратичной ошибки. Адаптивные системы с наблюдающим устройством. Система электропривода с регулятором скорости переменной структуры. Адаптивный регулятор тока);

Тема 7.4 Перспективы развития систем управления электроприводом (Блочно-модульные системы, компьютеризация управления, Совершенствование систем диагностирования, унификация систем.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	Общие понятия и определения	1	
Тема 4.3.	Инженерные методы расчета контуров систем регулирования	1	
Тема 4.4.	Примеры систем управления электроприводами прокатного производства	1	
Тема 5.2.	Векторное управление асинхронным электродвигателем	1	
Итого:		4	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, академ. час
-----------------------------	---------------------------------------	---------------------------

		всего	в форме практической подготовки
Тема 2.4.	Электрические схемы СУЭП	2	
Тема 4.2.	Расчет и опытное определение динамических параметров электроприводов	1	
Тема 4.3.	Инженерные методы расчета контуров систем регулирования	2	
Тема 5.3.	Расчет динамических режимов при векторном управлении АД	2	
Тема 6.2.	Система регулирования возбуждения СД с целью оптимизации реактивной мощности	1.5	
Тема 7.2.	Позиционные и следящие системы	1.5	
Итого:		10	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, академ. час	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
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 5; Раздел 6; Раздел 7.	Спроектировать систему векторного управления электроприводом переменного тока.	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 ма-	25	

	териала; 2. Подготовка к текущему контролю; 3. Прохождение тестирования.		
Раздел 2.	1. Изучение теоретического материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	28	
Раздел 3.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	28	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	28	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Подготовка к текущему контролю.	28	
Раздел 6.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	28	
Раздел 7.	1. Изучение теоретического материала; 2. Подготовка к текущему контролю.	28	
<i>Курсовая работа</i>	<i>Выполнение курсовой работы</i>	36	0
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	9	
Итого:		238	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Мурышкин, А. К. Системы управления электроприводов. Лабораторные установки : учебное пособие для вузов / А. К. Мурышкин, С. А.

Дружилов, А. И. Петрачков ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Сиб-ГИУ, 2010. – 103 с. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=22&lngEdition=1136&lngFile=1149&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 10.05.2021);

2 Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием : учебник для вузов / Г. Г. Соколовский. – Москва : Академия, 2007. – 265 с.;

3 Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. – 2-е изд. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 223 с. – ISBN 978-5-534-01415-0. – URL: <https://urait.ru/bcode/451078> (дата обращения: 10.05.2021);

4 Мурышкин, А. К. Расчет системы подчиненного регулирования электроприводом постоянного тока : учебное пособие для вузов / А. К. Мурышкин, С. А. Дружилов, Т. В. Богдановская ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2007. – 54 с. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrEduMethodSectionsEditionsFilesDownload.asp?lngSection=22&lngEdition=820&lngFile=823&strParent=LibrEduMethodSectionsEditionsFiles> (дата обращения: 10.05.2021);

5 Терехов, В. М. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / В. М. Терехов, О.И. Осипов. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2006. – 300 с.;

6 Анучин, А. С. Системы управления электроприводов : учебник для вузов / А. С. Анучин. – Москва : МЭИ, 2015. – 373 с. – ISBN 978-5-383-00918-5. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383009185.html> (дата обращения: 10.05.2021).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – 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 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

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

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

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

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- ABBYY FineReader 11;
- AutoCAD;
- Kaspersky Endpoint Security;
- Microsoft Office 2007;
- Microsoft Office 2010;
- Microsoft Windows 7;
- ProjectLibre;
- Сервис поиска текстовых заимствований Руконтекст.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

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

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть 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.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием 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 (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- 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.
- учебную аудиторию для выполнения курсовых работ;

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Составитель(и):

доцент Кузнецов Владимир Александрович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация рабочей программы дисциплины «Системы управления электро- приводов»

по направлению подготовки (специальности)
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
(направленность (профиль): «Электроэнергетика и электротехни-
ка»)
форма обучения – Заочная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- подготовка выпускников к профессиональной деятельности по профилю «Электроэнергетика и электротехника» в рамках подготовки 13.03.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Задачами учебной дисциплины являются:

- формирование у обучающихся глубоких знаний в области теории и практики современных автоматизированных систем управления электроприводом постоянного и переменного тока, применяемых в промышленности;
- обучение обучающихся требованиям к автоматизированному электроприводу, классификации и характеристикам типовых структур непрерывных и цифровых систем управления, способам их оптимизации, методам синтеза регуляторов, анализу показателей качества СУЭП.

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

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Основы проектной деятельности;
- Электротехника. Общая часть;
- Электротехника. Специальная часть;
- Электрические машины;
- Управление техническими системами.

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

- Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и комплексов;
- Микропроцессорные системы управления электроприводов;

- Диагностика и наладка электрооборудования;
- Электропривод;
- Моделирование электротехнических устройств и систем.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергетические и экологические требования	ПК-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений	<ul style="list-style-type: none"> – знать: основные цели, задачи, стадии и этапы проектирования систем управления современных электроприводов переменного и постоянного тока. – уметь: использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ, основные принципы синтеза, анализа, верификации полученных данных. – владеть: навыками разработки технических заданий, технического проекта, рабочих чертежей, рабочего проекта систем автоматического регулирования параметров электропривода.
		ПК-1.2 Подготавливает техническое задание для проектирования объектов профессиональной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> – знать: принципы и методы проектирования, а также чтения схем автоматизированных электроприводов и их систем управления. – уметь: использовать современные информационные технологии, управлять информацией с применением прикладных про-

			<p>грамм.</p> <p>– владеть: навыками использования информационных технологий, в том числе современных средств компьютерной графики для выработки обоснованных решений в области систем автоматического регулирования.</p>
		<p>ПК-1.3 Учитывает различные технические, энергоэффективные и экологические требования</p>	<p>– знать: требования Правил устройства электроустановок, СНиП, государственных стандартов, показатели качества к современным системам управления.</p> <p>– уметь: соблюдать при проектировании различные технические, энергосберегающие и экологические требования.</p> <p>– владеть: навыками использования различных информационных технологий (Интернет, научно-технические разработки, современные монографии российских и зарубежных авторов) для выявления и реализации в проектах вышеуказанных требований.</p>
		<p>ПК-1.4 Подготавливает разделы проектной документации на основе типовых технических решений</p>	<p>– знать: принципы и общие характеристики Системы автоматизированного проектирования, основные разделы предпроектных и проектных работ: ТЭО, технического и рабочего проектов.</p> <p>– уметь: использовать при подготовке проектной документации современные тех-</p>

			<p>нические решения в области систем автоматического управления электроприводом (системы подчиненного регулирования, адаптивные и самонастраивающиеся системы управления с применением микропроцессорной техники).</p> <p>– владеть: современными методами анализа качественных характеристик систем управления.</p>
	ПК-2: Способен проводить обоснование проектных решений	ПК-2.1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации	<p>– знать: основные требования к качеству проектирования со стороны заказчика, общие характеристики технологических процессов и применяемые в них современные комплектные автоматизированные электроприводы.</p> <p>– уметь: использовать при проектировании систем управления удобные в эксплуатации, современные средства настройки и диагностики с использованием микропроцессорной техники для повышения качества ремонтных и наладочных работ.</p> <p>– владеть: информационной базой для применения в проектах современных САУ, получивших положительную оценку эксплуатационного персонала.</p>
		ПК-2.2 Составляет конкурентно-способные вариан-	– знать: современные системы управления и комплектные автома-

		<p>ты технических решений при проектировании объектов профессиональной деятельности</p>	<p>тизированные электроприводы с использованием программируемых контроллеров и промышленных компьютеров.</p> <p>– уметь: : использовать при проектировании сложных объектов стадии научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, осуществлять патентный поиск для определения конкурентного электрооборудования.</p> <p>– владеть: методами чтения проектно-конструкторской документации, и том числе электрических схем иностранных производителей.</p>
		<p>ПК-2.3 Выбирает целесообразные решения на основе типовых технических решений для проектирования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>– знать: современные типовые решения в области автоматизации электроприводов отечественных и иностранных производителей.</p> <p>– уметь: оценивать электрооборудование для использования в проекте по критериям «цена-качество».</p> <p>– владеть: методами оценки предлагаемых технико-экономических расчетов.</p>
	<p>ПК-3: Способен проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>ПК-3.1 Анализирует существующий опыт по тематике исследования из отечественных и зарубежных источников</p>	<p>– знать: физические процессы, происходящие в современных электроприводах, а также характеристики, принципы функционирования, методы математического описания и моделирования систем управления электроприводами.</p>

			<p>– уметь: анализировать достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в области систем управления автоматизированным электроприводом, типовые и уникальные инновационные технические решения отечественных и зарубежных производителей электрооборудования.</p> <p>– владеть: методами синтеза, анализа и моделирования САУ электроприводом переменного и постоянного тока.</p>
		<p>ПК-3.2 Выбирает оптимальные методики проведения исследований</p>	<p>– знать: основные динамические и статические параметры и характеристики электропривода, а также способы их расчета и экспериментального определения для расчета основных параметров систем управления.</p> <p>– уметь: разрабатывать программы проведения научных исследований и технических разработок, подготавливать задания для проведения исследовательских и научных работ.</p> <p>– владеть: инструментальной базой (приборы, испытательные установки, осциллографы и др.) для проведения необходимых экспериментов (настроек) в системах автоуправления.</p>
		<p>ПК-3.3 Использует</p>	<p>– знать: принципы по-</p>

		<p>основные приемы обработки и представления полученных данных</p>	<p>строения научно-исследовательской документации, содержание и правила оформления результатов выполненных работ.</p> <p>– уметь: подготавливать научно-технические отчеты, обзоры, публикации по результатам выполненных исследований.</p> <p>– владеть: методами защиты объектов интеллектуальной собственности, системой управления результатами научно-исследовательской деятельности.</p>
	<p>ПК-5: Способен участвовать в пуско-наладочных работах</p>	<p>ПК-5.1 Применяет методы проверки измерительного, диагностического оборудования в области электроэнергетики и электротехники</p>	<p>– знать: параметры и характеристики измерительного и диагностического оборудования, используемого для настройки систем управления электроприводов.</p> <p>– уметь: выполнять поверку измерительного и диагностического оборудования используемого в исследовательских и пуско-наладочных работах.</p> <p>– владеть: приемами ремонта и настройки приборов и установок для проведения измерения и диагностики.</p>
		<p>ПК-5.2 Настраивает электротехническое оборудование в соответствии с требованиями технологического процесса</p>	<p>– знать: технические характеристики и режимы работы типовых автоматизированных электроприводов и технологических комплексов и систем управления электроприводов, основные технологические процессы производствен-</p>

			<p>ных подразделений.</p> <p>– уметь: разрабатывать методики испытаний вводимого в работу оборудования и применять их на практике.</p> <p>– владеть: приемами наладки вновь вводимых в эксплуатацию типовых систем управления и автоматизированного электропривода.</p>
		ПК-5.3 Составляет технический отчет наладочных работ	<p>– знать: содержание и структуру отчета о выполнении наладочных работ.</p> <p>– уметь: : подготавливать Протоколы испытаний электрооборудования.</p> <p>– владеть: методами структурирования технической документации.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		ИТОГО	2 сессия / 3 курс	3 сессия / 3 курс
Форма промежуточной аттестации				экзамен, зачет с оценкой по КР
Трудоёмкость	академ. час.	252	36	216
	зачетных единиц	7	1	6
Лекции, академ. час.		4	2	2
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.		10	0	10
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.		193	34	159
в форме практической подготовки		0	0	0

Контроль, <i>академ. час.</i>	9	0	9
в форме практической подготовки	0	0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

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

Раздел 1 Общие понятия и определения (Общие понятия и определения);

Раздел 2 Основные функции и классификация систем управления автоматизированным электроприводом;

Тема 2.1 Основные функции СУЭП (Электромеханическая система управления. Замкнутые и разомкнутые системы управления. Комбинированные системы управления);

Тема 2.2 Виды управления (Управление пуском, торможением и реверсом электропривода. Стабилизация заданной величины. Следящие системы. Программное управление. Адаптивное регулирование);

Тема 2.3 Дополнительные функции СУЭП (Сигнализация о действующих событиях. Блокировки, обеспечивающие строгую последовательность операций. Дистанционное управление. Защита электропривода);

Тема 2.4 Электрические схемы СУЭП (Общие требования к электрическим схемам. Проектирование СУЭП. Классификация электрических схем. Условные обозначения и правила построения электрических схем);

Тема 2.5 Релейно-контакторные системы управления электроприводом (Общее определение. Технические характеристики релейно-контакторной аппаратуры. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода);

Раздел 3 Показатели качества электроприводов;

Тема 3.1 Характеристики электропривода (Статические характеристики. Динамические характеристики. Точностные характеристики. Амплитудно-частотные характеристики. Амплитудно-фазовые характеристики. Определение качественных характеристик электропривода с использованием АЧХ и АФХ);

Тема 3.2 Линеаризация нелинейных систем;

Раздел 4 Системы управления электроприводами постоянного тока;

Тема 4.1 Элементы унифицированных систем управления (Цифровая автоматика. Параметры усилителей постоянного тока и их характеристики. Реализация контурных регуляторов. Датчики, источники питания, блоки ограничения);

Тема 4.2 Расчет и опытное определение динамических параметров электроприводов (Определение постоянной времени инерционного звена. Определение параметров тиристорного преобразователя и электродвигателя. Расчет параметров с использованием осциллограмм. Расчеты с использованием известных формул и методик);

Тема 4.3 Инженерные методы расчета контуров систем регулирования (Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования. Расчет контура регулирования тока, контура регулирования скорости. Системы зависимого управления потоком возбуждения электродвигателя. Расчет контура ЭДС);

Тема 4.4 Примеры систем управления электроприводами прокатного производства (Система автоматизации обжимного прокатного стана. Система автоматизации ножниц листопрокатного цеха. Схема двухзонного регулирования скорости реверсивной клетки по системе ТП-Д, ее преимущества и недостатки);

Раздел 5 Системы управления асинхронным двигателем;

Тема 5.1 Скалярное регулирование скорости асинхронного двигателя (Т-образная схема асинхронного двигателя. Расчеты основных параметров электродвигателя. Механические характеристики при регулировании при реализации закона $U/f = \text{const}$. Повышение жесткости механических характеристик в области низких скоростей. Двухзонное регулирование скорости);

Тема 5.2 Векторное управление асинхронным электродвигателем (Представление трехфазной системы пространственными векторами. Системы координат и их взаимосвязь. Структура асинхронного двигателя при векторном управлении со структурой ДПТ с независимым возбуждением. Функциональная схема системы регулирования скорости при векторном управлении);

Тема 5.3 Расчет динамических режимов при векторном управлении АД (Настройка токовых контуров. Настройка контура регулирования потокосцепления ротора. Настройка контура регулирования электромагнитного момента. Настройка контура скорости. Осциллограммы переходных процессов при векторном управлении);

Раздел 6 Системы управления синхронным двигателем;

Тема 6.1 Особенности векторного управления синхронным двигателем (Функциональная схема системы регулирования скорости синхронного двигателя при векторном управлении. Особенности векторного управления СД. Прямое управление моментом. Система управления электродвигателем реверсивной клетки по системе ПЧ-СД (синхронный двигатель) на примере преобразователей фирмы АВВ);

Тема 6.2 Система регулирования возбуждения СД с целью оптимизации реактивной мощности (Характеристики СД и расчет его параметров. Применение СД в качестве синхронного компенсатора реактивной мощности. Системы автоматического регулирования возбуждения СД);

Раздел 7 Специальные системы управления;

Тема 7.1 Взаимосвязанные системы управления электроприводами (Требования к взаимосвязанным системам. Сетевые средства.

Информационное обеспечение систем. Классификация, структура и синтез многодвигательных систем управления электроприводами. Системы управления скоростью и соотношением скоростей.

Особенности непрерывной прокатки. Системы управления электроприводами клетей непрерывных прокатных станов. Системы управления соотношениями скоростей и натяжений металла);

Тема 7.2 Позиционные и следящие системы (Принципы построения систем управления. Позиционная система при отработке средних и больших перемещений. Параболический регулятор положения. Системы управления в режиме слежения);

Тема 7.3 Основы организации адаптивных систем управления электроприводом (Классификация адаптивных систем. Методы поиска экстремума. Адаптивные системы управления с минимизацией среднеквадратичной ошибки. Адаптивные системы с наблюдающим устройством. Система электропривода с регулятором скорости переменной структуры. Адаптивный регулятор тока);

Тема 7.4 Перспективы развития систем управления электроприводом (Блочно-модульные системы, компьютеризация управления, Совершенствование систем диагностирования, унификация систем.).

6 Составитель(и):

доцент Кузнецов Владимир Александрович (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).