

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет Информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра Электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора
по учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы управления электроприводами
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических
комплексов
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели изучения учебной дисциплины:

- обеспечение подготовки, позволяющей разрабатывать системы управления электроприводами постоянного и переменного тока на основе типовых узлов, синтезировать регуляторы, придающие электроприводам требуемые показатели качества, а также формирование практических навыков использования методов анализа и моделирования электрических цепей, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов.

Задачи изучения дисциплины:

- изучение структуры электропривода с системами управления верхнего и нижнего уровней, а также задач, возлагаемых на уровни управления;

- изучение принципов построения систем управления с подчиненным регулированием координат, применяя методы анализа и моделирования электрических цепей;

- освоение принципов построения, способов и технических средств реализации систем управления скоростью и положением электроприводов;

- приобретение навыков теоретического и экспериментального исследования систем управления скоростью и положением электроприводов, расчета режимов работы и параметров оборудования электромеханических комплексов;

- изучение основ синтеза модального управления электроприводами.

Дисциплина нацелена на формирование:

- общепрофессиональной компетенции (ОПК-4) выпускника;

- профессиональной компетенции (ПК-4) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс СУЭП (Б1.В.14) входит в БЛОК 1 «Дисциплины (модули)», часть блока 1, формируемую участниками образовательных отношений подготовки студентов по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Теория автоматического управления», «Электрические машины», «Силовая электроника», «Теория электропривода», «Элементы автоматизированного электропривода».

Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в 6 и 7 семестрах (очная форма) и 7 и 8 семестрах (заочная форма).

Знания, полученные по освоению дисциплины, необходимы при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы и изучении дисциплин «Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов», «Системы оптимально-векторного управления».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 5 зачетных единиц, 180 ак.ч (6 семестр) и 5,5 зачетных единицы, 198 ак.ч (7 семестр). Программой дисциплины предусмотрены (6 и 7 семестры): лекционные (54 и 36 ак.ч.), лабораторные (36 и 36 ак.ч.), практические (18 и 0 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 и 126 ак.ч.).

Для заочной формы обучения программой дисциплины предусмотрены (7 и 8 семестры): лекционные (8 и 6 ак.ч.), практические (10 и 4 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (162 и 188 ак.ч.).

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

По завершению освоения данной дисциплины обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает теоретические основы электротехники, основы энергетики принципы работы и характеристики электрических машин различных типов ОПК-4.2. Умеет применять метод анализа, моделирования электрических цепей постоянного и переменного тока, режимов работы трансформаторов, электрических машин ОПК-4.3. Владеет навыками расчета и анализа электрических цепей, объектов энергетики, режимов работы электрических машин разных типов
Способен участвовать в эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	ПК-4	ПК-4.1. Способен участвовать эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности ПК-4.2. Способен применять методы и технические средства эксплуатации технологического оборудования объектов профессиональной деятельности

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 5 и 5,5 зачётных единицы (два семестра), 180 и 198 ак. ч. соответственно.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам и практическим занятиям, текущему контролю, выполнение домашнего семестрового задания и курсового проекта, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Ак.ч. Всего	Ак.ч. 6 сем.	Ак.ч. 7 сем.
Аудиторная работа, в том числе:	180	108	72
Лекции (Л)	90	54	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18	-
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	-	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	198	72	126
Подготовка к лекциям		6	6
Подготовка к лабораторным работам		6	6
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	4	-
Выполнение курсовой работы / проекта	36	-	36
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-	-
Домашнее семестровое задание		40	40
Подготовка к контрольной работе	-	-	-
Подготовка к коллоквиумам		4	4
Аналитический информационный поиск	-	-	-
Работа с литературой	-	-	10
Подготовка к экзамену		12	24
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), диф.зачет (Д/з)	Э (2), Д/з	Э	Э, Д/з
Ак. ч.	378	180	198
З. е.	10,5	5	5,5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на следующие темы:

6 семестр:

– тема 1 (Основные сведения о системах управления электроприводами);

– тема 2 (Релейно-контакторные системы управления постоянного и переменного тока);

– тема 3 (Статика и динамика замкнутых систем управления электропривода с различными обратными связями);

7 семестр:

– тема 4 (Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат);

– тема 5 (Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока);

– тема 6 (Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока);

– тема 7 (Автоматические системы управления положением механизмов);

– тема 8 (Адаптация в автоматических системах управления электроприводов).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение. Основные сведения о системах управления электроприводами	Обзор развития систем управления электроприводами (СУЭП), современного состояния СУЭП. Классификация СУЭП по основным признакам (род тока, принцип управления, технические средства и т.п.). Классификация СУЭП по основным функциям, выполняемым СУЭП. Требования, предъявляемые к СУЭП. Типовые управляющие и возмущающие воздействия в электроприводах. Показатели качества регулирования. Электрический двигатель как объект управления, управляемые координаты	6	-	-	-	-
2	Релейно-контакторные системы управления постоянного и переменного тока	Релейно-контакторные системы управления (РКСУ), их назначение и требования к ним. Условные графические обозначения и изображение элементов в РКСУ. Основные и специальные виды защит, используемые в РКСУ. Принципы автоматического управления электроприводами. Принцип управления по времени, типовые узлы и схемы. Автоматическое управление по принципу скорости и ЭДС, типовые узлы и схемы. Принцип управления по току, типовые узлы	30	Изучение схем РКСУ ЭП постоянного и переменного тока	10	Исследование работы РКСУ двигателем постоянного тока Исследование работы РКСУ двигателем переменного тока Моделирование в Simulink работы РКСУ двигателем постоянного тока	8 8 10

		и схемы. Осуществление вибрационного пуска (торможения). Автоматическое управление асинхронными и синхронными двигателями, типовые узлы и схемы. Сравнение и выбор принципов управления для автоматизации различных процессов. Основы синтеза РКСУ				Моделирование в Simulink работы РКСУ двигателем переменного тока	10
3	Статика и динамика замкнутых систем управления электропривода с различными обратными связями	Замкнутые СУЭП. Понятие и виды обратных связей. Обратные связи по скорости, току, ЭДС: назначение, реализация, влияние на статические и динамические характеристики электропривода, область применения. Отсечки в замкнутых СУЭП. Формирование «экскаваторных» характеристик. Составление структурных схем и уравнений СУЭП с переменной структурой	18	Составление структурных схем и уравнений СУЭП с переменной структурой	8	-	-
Всего аудиторных часов (6 семестр)			54	18		36	
4	Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат	Оптимизация контура регулирования по модульному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования. Вопросы	6	-	-	-	-

		<p>практической оптимизации контура системы подчиненного регулирования: отработка возмущающих воздействий, ограничение координат, внутренние перекрестные обратные связи, чувствительность к переменным параметрам и т.д. Другие настройки контура регулирования</p>					
5	<p>Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока</p>	<p>Требования к системам управления скоростью. ДПТ с НВ как объект управления. Система ТП-Д. Типовые структуры автоматических систем управления скоростью тиристорных ЭП постоянного тока. Двухконтурная структура регулируемого тиристорного ЭП постоянного тока с обратной связью по скорости. Оптимизация контура тока по модульному и симметричному оптимуму. Отработка контуром скорости возмущающих воздействий при настройке на модульный и симметричный оптимумы. Влияние ЭДС двигателя на процессы в контуре тока, способы компенсации влияния ЭДС и учета внутренней обратной связи по ЭДС при настройке. Особенности построения системы САУ ЭП, связанные со свойствами</p>	8	-	-	<p>Исследование реверсивного тиристорного электропривода постоянного тока с однократно-интегрирующей двухконтурной СПР</p> <p>Исследование реверсивного тиристорного электропривода постоянного тока с двукратно-интегрирующей двухконтурной СПР</p>	<p>12</p> <p>12</p>

		тиристорного преобразователя. Статические характеристики системы ТП-Д с обратной связью по скорости. Система двухзонного регулирования скорости тиристорного ЭП. Типовые структуры двухзонного тиристорного электропривода постоянного тока					
6	Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока	Асинхронный двигателя как объект управления. Математическое описание асинхронного двигателя в векторной форме. Типовые системы управления частотно-регулируемых ЭП. Системы скалярного управления асинхронного частотно-регулируемого ЭП. Реализация токоограничения в системах частотно-регулируемого асинхронного ЭП со скалярным управлением. Системы векторного управления частотно-регулируемого асинхронного электропривода. Вопросы практической реализации систем асинхронного частотно-регулируемого электропривода	8	-	-	-	-
7	Автоматические системы управления положением	Принципы построения систем управления положением. Позиционирование и слежение. Синтез систем управления	8	-	-		

	механизмов	<p>положением, работающих в режиме позиционирования. Требования к электроприводу. Структурная схема. Настройка контура положения на модульный и линейный оптимум. Методики, характеристики, качественные показатели. Виды движений, отработка электроприводом малых, средних и больших перемещений. Реализация требуемого закона перемещения, параболический регулятор положения. Синтез систем управления положением, работающих в режиме слежения. Задача следящего управления. Требования к электроприводу. Оценка точности следящего электропривода. Понятия добротности по скорости и ускорению. Методы определения добротности. Методы повышения точности при отработке управляющих воздействий: повышение порядка астатизма, комбинированное управление. Ошибки системы при основном возмущении и пути их уменьшения. Влияние особенностей механизма на работу следящего электропривода</p>				<p>Синтез и исследование позиционной системы с параболическим регулятором положения</p>	12
--	------------	--	--	--	--	---	----

8	Адаптация в автоматических системах управления электроприводов	<p>Задачи управления нестационарными системами ЭП машин и механизмов. Принцип адаптивного управления. Классификация адаптивных САУ: самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы, беспойсковые и поисковые системы. Беспойсковые адаптивные системы управления электроприводов. Адаптивные системы с внутренними обратными связями. Адаптивные системы с переключающейся структурой регуляторов. Адаптивные системы с эталонными моделями и наблюдателями состояния. Адаптивные системы с самонастройкой. Поисковые адаптивные системы. Критерии качества, методы поиска экстремума. Область применения и особенности организации поисковых систем управления электроприводов. Перспективы развития адаптивного управления</p>	6	-	-	-	-
Всего аудиторных часов (7 семестр)			36	-		36	
Всего аудиторных часов (всего)			90	18		72	

Таблица 4 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение. Основные сведения о системах управления электроприводами	Обзор развития систем управления электроприводами (СУЭП), современного состояния СУЭП. Классификация СУЭП по основным признакам (род тока, принцип управления, технические средства и т.п.). Классификация СУЭП по основным функциям, выполняемым СУЭП. Требования, предъявляемые к СУЭП	2	-	-	-	-
2	Релейно-контакторные системы управления постоянного и переменного тока	Релейно-контакторные системы управления (РКСУ), их назначение и требования к ним. Условные графические обозначения и изображение элементов в РКСУ. Основные и специальные виды защит, используемые в РКСУ. Принципы автоматического управления электроприводами. Принцип управления по времени, типовые узлы и схемы. Автоматическое управление по принципу скорости и ЭДС, типовые узлы и схемы. Сравнение и выбор принципов управления для автоматизации различных процессов	6	Изучение схем РКСУ ЭП постоянного и переменного тока	10	-	-
Всего аудиторных часов (7 семестр)			8	10		-	

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
3	Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат	Оптимизация контура регулирования по модульному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования.	2	-	-	-	-
4	Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока	Требования к системам управления скоростью. ДПТ с НВ как объект управления. Система ТП-Д. Типовые структуры автоматических систем управления скоростью тиристорных ЭП постоянного тока. Двухконтурная структура регулируемого тиристорного ЭП постоянного тока с обратной связью по скорости. Оптимизация контура тока по модульному и симметричному оптимуму	4	Моделирование переходных процессов в двухконтурных СУЭП	4	-	-
Всего аудиторных часов (8 семестр)			6	4			
Всего аудиторных часов (всего)			14	14			

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-4, ПК-4	Экзамен Диф. зачет	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- выполнение и защита лабораторных работ – 40 баллов;
- выполнение и защита семестрового домашнего задания – 60 баллов.

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60% от максимального. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку на экзамене.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее семестровое задание

В качестве домашнего семестрового задания №1 (6 семестр) студенты выполняют описание и расчет элементов релейно-контакторной системы управления электропривода. В ходе выполнения задания студенту необходимо сделать:

1. Для заданной схемы из альбома необходимо:

- описать работу схемы в следующих режимах: пуск «Вперед» - реверс – торможение;
- привести пусковые диаграммы, графики переходных процессов и временные диаграммы работы элементов схемы управления;
- рассмотреть возможные аварийные режимы и срабатывание защит схемы.

2. Исходя из заданных требований к электроприводу разработать свою релейно-контакторную систему управления, выполнить выбор элементов силовой и оперативной части схемы по каталогам электрооборудования, произвести необходимые расчеты по элементам схемы и уставкам защит, построить электромеханические (механические) характеристики электропривода.

В качестве домашнего семестрового задания №2 (7 семестр) студенты выполняют расчет двухконтурной системы управления электропривода с различными настройками регулятора скорости. В ходе выполнения задания студенту необходимо сделать:

- выбрать комплектный тиристорный электропривод и элементы силовой цепи;
- выполнить синтез системы подчиненного регулирования и задатчика интенсивности скорости;
- смоделировать в Simulink графики переходных процессов в различных режимах работы.

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Основные сведения о системах управления электроприводами

1. Что такое СУЭП? Назначение, функциональная схема, перспективы развития.
2. Приведите классификацию СУЭП по основным признакам и функциям.
3. Назовите требования, предъявляемые к СУЭП.
4. Какие вам известны показатели качества регулирования и управляемые координаты в ЭП?

5. Математическое описание двигателя постоянного тока как объекта управления в СУЭП.

6. Назовите типовые управляющие и возмущающие воздействия в ЭП.

Тема 2 Релейно-контакторные системы управления постоянного и переменного тока

1. Релейно-контакторные системы управления (РКСУ), их назначение и требования к ним.

2. Какие известны принципы автоматического управления в РКСУ? Сравнение и выбор принципов управления для автоматизации различных процессов.

3. В чем состоит принцип управления по времени в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.

4. В чем состоит принцип управления по скорости (ЭДС) в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.

5. В чем состоит принцип управления по току в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.

6. Как осуществляется автоматическое управление асинхронными и синхронными двигателями с помощью РКСУ? Типовые узлы и схемы.

7. В чем состоит принцип управления по току при ослаблении поля двигателя, применяемый в РКСУ (вибрационный пуск)?

8. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по времени?

9. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по скорости (ЭДС)?

10. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по току?

11. Как реализовать максимально-токовую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?

12. Основные и специальные виды защит, используемые в РКСУ.

13. Как реализовать минимально-токовую защиту в РКСУ ЭП постоянного тока?

14. Как реализовать нулевую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?

15. Как реализовать тепловую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?

16. Как реализовать защиту от перенапряжения на обмотке возбуждения двигателя постоянного тока?

17. Как реализовать путевую защиту в РКСУ крановых ЭП постоянного и переменного тока?

18. Как выглядят типовые узлы РКСУ, реализующие различные принципы

управления пуском и торможением в ЭП постоянного тока?

19. Как выглядят типовые узлы РКСУ, реализующие различные принципы управления пуском и торможением в ЭП переменного тока?

20. Каким образом выбирается аппаратура для типовых узлов в РКСУ?

21. Как влияет на пусковую диаграмму увеличение или уменьшение одного из параметров: температура сопротивления якорной цепи, суммарный момент инерции ЭП, статический ток?

22. Какие типы контроллеров применяются для управления крановыми ЭП с асинхронными двигателями с фазным ротором?

Тема 3 Статика и динамика замкнутых систем управления электропривода с различными обратными связями

1. Что представляют собой разомкнутые и замкнутые СУЭП? Понятие и виды обратных связей.

2. Назовите основные цели и функции автоматического управления, требования к СУЭП.

3. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по скорости. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

4. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по току. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

5. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по ЭДС. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

6. Какие известны обратные связи в СУЭП? Их влияние на статические и динамические характеристики ЭП.

7. Что представляют собой отсечки в замкнутых СУЭП? Формирование «экскаваторных» характеристик.

8. Замкнутая СУЭП с отрицательными обратными связями по току и скорости. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

Тема 4 Принципы построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат

1. Расскажите о принципах построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат.

2. Оптимизация контура регулирования по модульному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования.

3. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования.

4. Как происходит отработка возмущающих воздействий в СПР?

5. Для чего нужно и как происходит промежуточное ограничение координат в СПР?

6. Как влияет изменение параметров объекта управления на качество переходных процессов в СПР?

Тема 5 Автоматические системы управления скоростью электроприводов постоянного тока

1. Какие требования предъявляются к системам управления скоростью?

2. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как объект управления. Каково его математическое описание, структурная схема и характеристики?

3. Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Каково математическое описание силовой цепи и функциональная схема?

4. Как работает двухконтурная структура регулируемого тиристорного электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости?

5. Как проводится оптимизация контура скорости по модульному и симметричному оптимуму? Какие методики, характеристики и показатели качества регулирования используются?

6. Как контур скорости обрабатывает возмущающие воздействия при настройке на модульный и симметричный оптимумы?

7. Как ЭДС двигателя влияет на процессы в контуре тока? Какие существуют способы компенсации этого влияния и учета внутренней обратной связи по ЭДС при настройке?

8. Каковы статические характеристики системы "тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока" с обратной связью по скорости?

9. Как устроена система двухзонного регулирования скорости тиристорного электропривода постоянного тока? Каковы ее функциональная и структурная схемы?

10. Математическое описание цепи обмотки возбуждения ДПТ.

Тема 6 Автоматические системы управления скоростью электроприводов переменного тока

1. Асинхронный двигатель как объект управления. Каково его математическое описание и характеристики?

2. Каково математическое описание асинхронного двигателя в векторной форме?

3. Какие типовые системы управления используются в частотно-регулируемых электроприводах?

4. Как работают системы скалярного управления в частотно-регулируемых электроприводах с асинхронными двигателями?

5. Как реализуется токоограничение в системах частотно-регулируемого асинхронного электропривода со скалярным управлением?

6. Каковы особенности систем векторного управления в частотно-

регулируемых асинхронных электроприводах?

7. Какие вопросы возникают при практической реализации систем асинхронного частотно-регулируемого электропривода?

Тема 7 Автоматические системы управления положением механизмов

1. Какие принципы лежат в основе построения систем управления положением?

2. В чем разница между позиционированием и слежением в системах управления положением?

3. Какие требования предъявляются к электроприводу в системах управления положением?

4. Как выглядит структурная схема системы управления положением?

5. Какие методики, характеристики и качественные показатели используются при настройке контура положения?

6. Какие виды движений выполняет электропривод, и как он обрабатывает

7. Что такое параболический регулятор положения?

8. В чем заключается задача следящего управления? Какие требования предъявляются к электроприводу в следящих системах?

9. Как особенности механизма могут влиять на работу следящего электропривода?

Тема 8 Адаптация в автоматических системах управления электроприводов

1. В чем заключается принцип адаптивного управления?

2. Как классифицируются адаптивные системы автоматического управления? Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы, беспойсковые и поисковые системы.

3. Как работают беспойсковые адаптивные системы управления электроприводов?

4. Каковы особенности адаптивных систем с внутренними обратными связями?

5. Как функционируют адаптивные системы с переключающейся структурой регуляторов?

6. Какие особенности имеют адаптивные системы с эталонными моделями и наблюдателями состояния?

7. Как работают адаптивные системы с самонастройкой?

8. Что такое поисковые адаптивные системы, и как они устроены?

9. Каковы перспективы развития адаптивного управления в электроприводах?

6.5 Вопросы для подготовки к экзамену

1. Что такое СУЭП? Назначение, функциональная схема, перспективы развития.
2. Приведите классификацию СУЭП по основным признакам и функциям.
3. Назовите требования, предъявляемые к СУЭП.
4. Какие вам известны показатели качества регулирования и управляемые координаты в ЭП?
5. Математическое описание двигателя постоянного тока как объекта управления в СУЭП.
6. Назовите типовые управляющие и возмущающие воздействия в ЭП.
7. Релейно-контакторные системы управления (РКСУ), их назначение и требования к ним.
8. Какие известны принципы автоматического управления в РКСУ? Сравнение и выбор принципов управления для автоматизации различных процессов.
9. В чем состоит принцип управления по времени в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.
10. В чем состоит принцип управления по скорости (ЭДС) в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.
11. В чем состоит принцип управления по току в РКСУ? Типовые узлы и схемы, достоинства и недостатки, область применения.
12. Как осуществляется автоматическое управление асинхронными и синхронными двигателями с помощью РКСУ? Типовые узлы и схемы.
13. В чем состоит принцип управления по току при ослаблении поля двигателя, применяемый в РКСУ (вибрационный пуск)?
14. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по времени?
15. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по скорости (ЭДС)?
16. Как влияет нестационарность параметров ЭП на пусковую диаграмму при реализации принципа управления по току?
17. Как реализовать максимально-токовую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?
18. Основные и специальные виды защит, используемые в РКСУ.
19. Как реализовать минимально-токовую защиту в РКСУ ЭП постоянного тока?
20. Как реализовать нулевую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?
21. Как реализовать тепловую защиту в РКСУ ЭП постоянного и переменного тока?

22. Как реализовать защиту от перенапряжения на обмотке возбуждения двигателя постоянного тока?

23. Как реализовать путевую защиту в РКСУ крановых ЭП постоянного и переменного тока?

24. Как выглядят типовые узлы РКСУ, реализующие различные принципы управления пуском и торможением в ЭП постоянного тока?

25. Как выглядят типовые узлы РКСУ, реализующие различные принципы управления пуском и торможением в ЭП переменного тока?

26. Каким образом выбирается аппаратура для типовых узлов в РКСУ?

27. Как влияет на пусковую диаграмму увеличение или уменьшение одного из параметров: температура сопротивления якорной цепи, суммарный момент инерции ЭП, статический ток?

28. Какие типы контроллеров применяются для управления крановыми ЭП с асинхронными двигателями с фазным ротором?

29. Что представляют собой разомкнутые и замкнутые СУЭП? Понятие и виды обратных связей.

30. Назовите основные цели и функции автоматического управления, требования к СУЭП.

31. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по скорости. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

32. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по току. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

33. Замкнутая СУЭП с отрицательной обратной связью по ЭДС. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

34. Какие известны обратные связи в СУЭП? Их влияние на статические и динамические характеристики ЭП.

35. Что представляют собой отсечки в замкнутых СУЭП? Формирование «экскаваторных» характеристик.

36. Замкнутая СУЭП с отрицательными обратными связями по току. и скорости. Приведите функциональную схему, характеристики, уравнения.

37. Расскажите о принципах построения и оптимизации систем подчиненного регулирования координат.

38. Оптимизация контура регулирования по модульному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования.

39. Оптимизация контура регулирования по симметричному оптимуму: методика, временные и частотные характеристики, показатели качества регулирования.

40. Как происходит обработка возмущающих воздействий в СПР?

41. Для чего нужно и как происходит промежуточное ограничение координат

в СПР?

42. Как влияет изменение параметров объекта управления на качество переходных процессов в СПР?

43. Какие требования предъявляются к системам управления скоростью?

44. Двигатель постоянного тока независимого возбуждения как объект управления. Каково его математическое описание, структурная схема и характеристики?

45. Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Каково математическое описание силовой цепи и функциональная схема?

46. Как работает двухконтурная структура регулируемого тиристорного электропривода постоянного тока с обратной связью по скорости?

47. Как проводится оптимизация контура скорости по модульному и симметричному оптимуму? Какие методики, характеристики и показатели качества регулирования используются?

48. Как контур скорости отрабатывает возмущающие воздействия при настройке на модульный и симметричный оптимумы?

49. Как ЭДС двигателя влияет на процессы в контуре тока? Какие существуют способы компенсации этого влияния и учета внутренней обратной связи по ЭДС при настройке?

50. Каковы статические характеристики системы "тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока" с обратной связью по скорости?

51. Как устроена система двухзонного регулирования скорости тиристорного электропривода постоянного тока? Каковы ее функциональная и структурная схемы?

52. Математическое описание цепи обмотки возбуждения ДПТ.

53. Асинхронный двигатель как объект управления. Каково его математическое описание и характеристики?

54. Каково математическое описание асинхронного двигателя в векторной форме?

55. Какие типовые системы управления используются в частотно-регулируемых электроприводах?

56. Как работают системы скалярного управления в частотно-регулируемых электроприводах с асинхронными двигателями?

57. Как реализуется токоограничение в системах частотно-регулируемого асинхронного электропривода со скалярным управлением?

58. Каковы особенности систем векторного управления в частотно-регулируемых асинхронных электроприводах?

59. Какие вопросы возникают при практической реализации систем асинхронного частотно-регулируемого электропривода?

60. Какие принципы лежат в основе построения систем управления положением?
61. В чем разница между позиционированием и слежением в системах управления положением?
62. Какие требования предъявляются к электроприводу в системах управления положением?
63. Как выглядит структурная схема системы управления положением?
64. Какие методики, характеристики и качественные показатели используются при настройке контура положения?
65. Какие виды движений выполняет электропривод, и как он обрабатывает
66. Что такое параболический регулятор положения?
67. В чем заключается задача следящего управления? Какие требования предъявляются к электроприводу в следящих системах?
68. Как особенности механизма могут влиять на работу следящего электропривода?
69. В чем заключается принцип адаптивного управления?
70. Как классифицируются адаптивные системы автоматического управления? Самонастраивающиеся и самоорганизующиеся системы, беспоисковые и поисковые системы.
71. Как работают беспоисковые адаптивные системы управления электроприводов?
72. Каковы особенности адаптивных систем с внутренними обратными связями?
73. Как функционируют адаптивные системы с переключающейся структурой регуляторов?
74. Какие особенности имеют адаптивные системы с эталонными моделями и наблюдателями состояния?
75. Как работают адаптивные системы с самонастройкой?
76. Что такое поисковые адаптивные системы, и как они устроены?
77. Каковы перспективы развития адаптивного управления в электроприводах?

6.6 Тематика и содержание курсового проекта

Примерная тематика курсовых проектов:

- регулируемый реверсивный тиристорный электропривод постоянного тока с обратной связью по скорости;
- двухзонный электропривод постоянного тока;
- следящий электропривод постоянного тока;

- регулируемый электропривод переменного тока с преобразователем частоты и скалярным управлением;
- регулируемый электропривод переменного тока с преобразователем частоты и векторным управлением;
- следящий электропривод переменного тока.

Разработке подлежат следующие вопросы: определение параметров электродвигателя; выбор комплектного регулируемого электропривода и определение области его работы; определение параметров электрической и механической систем; идентификация структуры и параметров силового канала; выбор структуры системы автоматического управления электропривода; оптимизация контуров регулирования, определение ожидаемых показателей качества работы; моделирование переходных процессов в MATLAB / Simulink и анализ полученных результатов.

Графическая часть (слайды, презентация): структурная и функциональная схема ЭП, схема математической модели, графики переходных процессов.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Медведев В.А. Системы управления электроприводами роботов: учебное пособие / Медведев В.А. – Воронеж: Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. – 194 с. – ISBN 978-5-7731-0733-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/93291.html> (дата обращения: 20.08.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Волков, Д. В. Системы управления электроприводов. Выполнение расчетов: учебное пособие / Д. В. Волков. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2024. – 84 с. – ISBN 978-5-4497-3359-7. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/141846.html> (дата обращения: 20.08.2024). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная литература

1. Терехов, В.М. Системы управления электроприводов: учебник / В.М. Терехов, О.И. Осипов. - М.: Академия, 2005. – 304 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/course/view.php?id=1291>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный

2. Усынин, Ю.С. Системы управления электроприводов: учебное пособие / Ю.С. Усынин. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004. – 328 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/course/view.php?id=1291>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный

3. Фираго, Б. И. Векторные системы управления электроприводами: учебное пособие / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев. – Минск : Вышэйшая школа, 2016. – 160 с. – ISBN 978-985-06-2624-0. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/90750.html> (дата обращения: 17.07.2023). – Режим доступа: для авторизир. пользователей

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы управления электроприводами» (для студентов 3 курса специальности 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения) / Сост.: А. Г. Щелоков. – Алчевск, ГОУ ВПО ЛНР «ДонГТУ», 2020. – 19 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/course/view.php?id=1291>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный

2. Методические указания к выполнению курсового проекта по курсу «Системы управления электропривода» (для студентов специальности «Электромеханические системы автоматизации и электропривод», всех форм обучения) / Сост.: А.И. Мотченко, В.Н. Столяров - Алчевск: ДонГТУ, 2014. – 64 с. – URL: <https://3kl.dontu.ru/course/view.php?id=1291>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт дистанционного обучения ФГБОУ ВО «ДонГТУ» <https://3kl.dontu.ru/>
2. Научная библиотека ФГБОУ ВО «ДонГТУ» <https://library.dontu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова» <http://ntb.bstu.ru>
4. Электронно-библиотечная система Консультант студента: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
5. Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Сайт дистанционного обучения ФГБОУ ВО «ДонГТУ» <https://moodle.dstu.education/>

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Научно-исследовательская лаборатория «Теории электропривода» (25 посадочных мест), оборудованная учебной мебелью и лабораторными стендами</i> <i>Научно-исследовательская лаборатория «Теории автоматического управления», оборудованная учебной мебелью и лабораторными стендами</i> <i>Компьютерный класс (25 посадочных мест), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет</i>	Ауд. 118, корп. главный Ауд. 115, корп. главный Ауд. 319, корп. главный

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова

(должность)

(должность)

(должность)


_____ А.Г. Щелоков
(подпись) (Ф.И.О.)

(подпись) (Ф.И.О.)

(подпись) (Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


_____ Д. И. Морозов
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова

от 22.08.2024 г.

Декана факультета


_____ В. В. Дьячкова
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


_____ Л.Н. Комаревцева
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


_____ О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)