

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А.Н. Румянцев

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД

Учебно-методическое пособие
по изучению дисциплины
для студентов бакалавриата по направлению подготовки
15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2022

УДК 621.3.07

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент, проректор по учебной работе ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

В.И. Устич

Румянцев, А. Н.

Автоматизированный электропривод: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств / А.Н. Румянцев. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2022. – 20 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Автоматизированный электропривод» для студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств. В нем представлен тематический план по дисциплине и даны методические указания по её самостоятельному изучению, подготовке к лабораторным и практическим занятиям и сдаче экзамена, выполнению самостоятельной работы. Содержатся требования к текущей и промежуточной аттестации, определены критерии получения положительной оценки.

Табл. 7, список лит. – 13 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала кафедрой цифровых систем и автоматики 28 сентября 2022 г., протокол № 2

Учебно-методическое пособие рассмотрено и одобрено в качестве локального электронного методического материала методической комиссией Института цифровых технологий ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 6 декабря 2022 г., протокол № 10

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2022 г.
© Румянцев А.Н., 2022 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Введение.....	4
2. Тематический план.....	5
3.Содержание дисциплины	6
4. Методические указания по проведению лабораторных занятий	10
5. Методические указания по выполнению практических занятий.....	11
6. Методические указания по выполнению самостоятельной работы.....	12
7. Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины	12
8. Требования к аттестации по дисциплине.....	13
8.1. Текущая аттестация.....	13
8.2. Промежуточная аттестация по дисциплине	15
9. Заключение.....	18
10. Библиографический список.....	18

1. Введение

Данное учебно-методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, изучающих дисциплину «Автоматизированный электропривод».

Целью освоения является формирование знаний и навыков в области автоматизированного электропривода (АЭП).

Задачи изучения дисциплины:

- формирование базовых знаний в области использования АЭП;
- приобретение теоретических знаний и практических навыков по проектированию электроприводов на базе микропроцессорных частотных преобразователей, встраиваемых в АСУТП;
- приобретение практических навыков в работе с электродвигателями разных типов.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные виды и характеристики электродвигателей;
- основные методы регулирования угловой скорости электродвигателей;
- типовые технические решения и системы АЭП;
- алгоритмы управления электроприводами;

уметь:

- выбирать из каталогов оптимальный тип электродвигателя и частотного преобразователя в соответствии с техническим заданием и делать необходимые расчеты;
- управлять с помощью АЭП технологическими процессами;
- программировать работу автоматизированного электропривода;

владеть:

- методами расчета АЭП;
- прикладными компьютерными программами моделирования работы АЭП;
- методами диагностирования неисправностей узлов электропривода.

Дисциплина «Автоматизированный электропривод» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, и входит в состав модуля по выбору 1 «Эксплуатация систем автоматизации технологических процессов и производств» образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Дисциплина опирается на компетенции, полученные при изучении таких дисциплин, как «Электротехника», «Электроника».

Знания, полученные студентами при освоении дисциплины, дополняются, расширяются, углубляются при изучении ряда дисциплин («Теория автоматического управления», «Технические измерения и приборы») и могут использоваться в дальнейшей профессиональной деятельности.

Далее в пособии представлен тематический план, содержащий перечень изучаемых тем, выполняемых лабораторных работ, практических занятий, мероприятий текущей аттестации и отводимое на них аудиторное время (занятия в соответствии с расписанием) и самостоятельную работу. При формировании личного образовательного плана на семестр следует оценивать рекомендуемое время на изучение дисциплины, возможно, вам потребуется больше времени на выполнение отдельных заданий или проработку отдельных тем.

В разделе «Содержание дисциплины» приведены подробные сведения об изучаемых вопросах, по которым вы можете ориентироваться в случае пропуска каких-то занятий, а также методические рекомендации преподавателя для самостоятельной подготовки, каждая тема имеет ссылки на литературу (или иные информационные ресурсы), а также контрольные вопросы для самопроверки.

Раздел «Требования к аттестации по дисциплине» содержит описание обязательных мероприятий контроля самостоятельной работы и усвоения разделов или отдельных тем дисциплины. Далее изложены требования к завершающей аттестации – экзамену.

Помимо данного пособия, студентам следует использовать материалы, размещенные в соответствующем данной дисциплине разделе ЭИОС, в которые более оперативно вносятся изменения для адаптации дисциплины под конкретную группу.

2. Тематический план

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (ЗЕТ), т.е. 144 академических часа контактной (лекционных, лабораторных и практических занятий) и самостоятельной учебной работы студента, в том числе связанной с текущей и промежуточной (заключительной) аттестацией по дисциплине.

Распределение трудоемкости освоения дисциплины по семестрам ОП, темам и видам учебной работы студента приведено ниже.

Формы аттестации по дисциплине:

- очная форма, пятый семестр – экзамен;
- заочная форма, пятый семестр – контрольная работа, экзамен.

Таблица 1- Тематический план лекционных занятий по очной форме обучения

Номер п/п	Тема лекции	Объем работы, ч
1	Механика и кинематика электропривода	3
2	Электродвигатели АЭП	4
3	Режимы работы АЭП	4
4	Схемотехника силовых частотных преобразователей АЭП	9
5	Прикладные программные средства для проектирования объектов и систем автоматизации	5
6	Коммутационное, защитное оборудование, распределительные устройства и сигнализация АЭП	5
Итого		30

Таблица 2 – Тематический план лекционных занятий по заочной форме обучения

Номер п/п	Тема лекции	Объем работы, ч
1	Механика и кинематика электропривода	0,7
2	Электродвигатели АЭП	0,5
3	Режимы работы АЭП	0,5
4	Схемотехника силовых частотных преобразователей АЭП	1
5	Прикладные программные средства для проектирования объектов и систем автоматизации	0,8
6	Коммутационное, защитное оборудование, распределительные устройства и сигнализация АЭП	0,5
Итого		4

3. Содержание дисциплины

Содержательно структура дисциплины представлена 6 тематическими блоками (темами).

Тема 1. Механика и кинематика электропривода

Перечень изучаемых вопросов:

Цель и задачи изучения дисциплины. Место дисциплины в структуре образовательной программы. Планируемые результаты освоения дисциплины.

Основная терминология. Составные части, элементная база, классификация электроприводов. Основные технические характеристики и единицы измерения параметров (величин). Изображение основных элементов электропривода на электрических принципиальных схемах. Требования, предъявляемые к АЭП. Энергосбережение в АЭП.

Механика электропривода. Уравнение движения электропривода. Силы и моменты, действующие в узлах электропривода. Приведение статических и динамических моментов к валу электродвигателя

Кинематика электропривода. Кинематические схемы электроприводов.

Рекомендуемая литература: [1], гл. 1, [6], гл. 2.

Контрольные вопросы:

1. Какие устройства относятся к механической части АЭП?
2. Какими уравнениями описываются поступательные и вращательные движения механических устройств?
3. Чем отличаются установившиеся и неустановившиеся режимы работы АЭП?
4. Как выглядят механические характеристики электродвигателя (ЭД) и исполнительных механизмов?
5. Что такое «жесткость» механической характеристики ЭД?
6. Какие используются методы получения графиков переходного процесса при разном характере динамических моментов АЭП?

Тема 2. Электродвигатели АЭП

Перечень изучаемых вопросов:

Типы электродвигателей АЭП. Асинхронные и синхронные электродвигатели. Электродвигатели постоянного тока. Другие типы электродвигателей. Назначение, технические характеристики. Правила выбора типа электродвигателя и его характеристик.

Рекомендуемая литература: [1], гл. 2,3, [2], [6], [7].

Контрольные вопросы:

1. Какой принцип действия используется в асинхронном ЭД?
2. Какую конструкцию имеют асинхронные ЭД переменного тока с короткозамкнутым ротором?
3. Как выглядит механическая характеристика ЭД и какие имеет характерные точки?
4. По какой формуле рассчитывается синхронная скорость асинхронного ЭД?
5. Какую конструкцию имеют асинхронные ЭД переменного тока с фазным ротором и где они применяются?
6. Что называется скольжением асинхронного электродвигателя?

7. Какие разновидности ЭД переменного тока используются в промышленности?
8. Какой принцип работы используется ЭД постоянного тока?
9. Какие типы ЭД постоянного тока используются в АЭП?
10. Какая основная схема включения ЭД постоянного тока независимого возбуждения?
11. Какие принципы регулирования скорости применяются в ЭД постоянного тока с независимым возбуждением?
12. Что такое пусковая диаграмма ЭД постоянного тока?
13. Как выглядит механическая характеристика ЭД постоянного тока с параллельной (шунтовой) обмоткой возбуждения?
14. Где применяются ЭД постоянного тока с последовательной (серийной) обмоткой возбуждения?
15. Как выглядит механическая характеристика ЭД смешанного возбуждения и где они применяются?
16. Какие преимущества и недостатки имеют ЭД постоянного тока по сравнению с ЭД переменного тока?

Тема 3. Режимы работы АЭП

Перечень изучаемых вопросов:

Номинальные режимы работы $S_1 \dots S_8$ электропривода: соответственно продолжительной; кратковременной; повторно-кратковременной; повторно-кратковременной с запуском; электрическим торможением; продолжительный с переменной нагрузкой; продолжительный, включающий электрическое торможение; периодическое изменение частоты и нагрузки режимами работы.

Типовые режимы управления механизмами. Типовые режимы:

- стабилизация, слежение, позиционирование;
- программное управление;
- синхронизация скоростей и положений;
- управление нагрузкой электроприводов;
- технологические функции управления механизмами.

Рекомендуемая литература: [1], гл. 4, 5, [2], [6], [7].

Контрольные вопросы:

1. Какие режимы работы электродвигателей бывают?
2. Назовите примеры работы электропривода в режиме стабилизации, слежения, позиционирования.
3. В чем суть программного управления электроприводом?
4. Как обеспечивается синхронизация скоростей и положений исполнительных механизмов электропривода?

Тема 4. Схемотехника силовых частотных преобразователей АЭП

Перечень изучаемых вопросов:

Схемотехнические решения частотных преобразователей (ЧП). Элементная база ЧП. Электрические принципиальные схемы силовой части ЧП. Законы импульсного преобразования питающего напряжения. Скалярное и векторное управление асинхронным электродвигателем.

Датчики АЭП. Датчики скорости, тока, напряжения, фазы, магнитного потока, момента и др. Назначение, принцип действия, технические характеристики.

Типовые автоматизированные электроприводы. Унификация электроприводов. Электроприводы с двигателями переменного тока. Электроприводы с двигателями постоянного тока.

Интерфейсы преобразователей. Интегрирование АЭП в АСУТП.

Рекомендуемая литература: [6], [7].

Контрольные вопросы:

1. Как выглядит функциональная схема ЧП управления асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором (АЭД и КР), подключенного к однофазной электрической цепи?
2. Как выглядит функциональная схема ЧП управления АЭД и КР, подключенного к трехфазной электрической цепи?
3. Как выглядит функциональная схема системы импульсно-фазового управления (СИФУ) АЭП постоянного тока?
4. В чем заключается принцип скалярного управления АЭД и КР?
5. В чем заключается принцип векторного управления АЭД и КР?
6. Какие применяются датчики в АЭП?

Тема 5. Прикладные программные средства для проектирования объектов и систем автоматизации

Перечень изучаемых вопросов:

Программное обеспечение ЧП.

Программы быстрого запуска электропривода. Средства управления и программирования электроприводов. Языки программирования.

Языки программирования ЧП.

Методика программирования ЧП. Параметры программирования.

Рекомендуемая литература: [1], приложения, [2], разд. 1, [6], [9].

Контрольные вопросы:

1. Какие сигналы подаются на дискретные входы ЧП?
2. Какие сигналы подаются на дискретные входы ЧП?
3. Какие интерфейсы используются для передачи информации на аналоговые входы ЧП?
4. Какие параметры могут быть запрограммированы?
5. Какие предусмотрены этапы программирования ЧП?

Тема 6. Коммутационное, защитное оборудование, распределительные устройства и сигнализация АЭП

Перечень изучаемых вопросов:

Коммутационное электрооборудование. Пускатели (контакторы), электромагнитные реле, кнопки, выключатели, переключатели. Назначение и технические характеристики.

Защитное электрооборудование. Автоматические выключатели (автоматы), устройства защитного отключения (УЗО), тепловые реле, плавкие предохранители и др. Назначение, принцип действия и технические характеристики. Виды защит оборудования.

Степени защиты персонала и электродвигателей. Исполнение электродвигателей по степени защиты. Требования нормативных документов ПУЭ (правил устройства электроустановок) и МЭК (международной электротехнической комиссии).

Распределительные устройства. Электрощиты, клеммные коробки, электротехнические шкафы, DIN – рейка. Стандарты электропитания в России и цвета электропроводки. Оценка сечения проводов для электропривода.

Сигнализация режимов работы. Световая и звуковая сигнализация. Элементы и системы сигнализации режимов работы АЭП.

Электрические схемы электрощитов. Примеры электрических принципиальных схем электрощитов электроприводов.

Перспективы развития элементной базы и схемотехнических решений автоматизированного электропривода.

Рекомендуемая литература: [2], гл. 2, 3, [5].

Контрольные вопросы:

1. Какие виды защит обеспечивает автоматический выключатель?
2. Какие виды защит обеспечивает дифференциальный автомат?
3. Зачем плавкие предохранители выпускаются разной длины?
4. Обязательно нужно устанавливать защитный автомат с функцией УЗО (устройство защитного отключения) в сырых (ванных) помещениях или нет?
5. Можно или нет устанавливать дифференциальные автоматы в помещениях, не имеющих защитного заземления?

4. Методические указания по проведению лабораторных занятий

Особое место в структуре дисциплины занимает практикум, включающий в себя 6 лабораторных работ. Лабораторные занятия направлены на получение необходимых навыков работы с автоматизированным электроприводом.

В табл. 3 показаны содержания лабораторных занятий.

Таблица 3 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лабораторного занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
2	Разборка асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и двигателя постоянного тока с целью изучения конструкции, диагностики технического состояния, измерения сопротивления изоляции	2	2
2	Монтаж и изучение работы релейно-контакторной схемы включения и выключения асинхронного электродвигателя с реверсом	2	1
3-5	Программирование частотного преобразователя AVP-32 управления асинхронным электро-двигателем с КЗ ротором	4	
5	Исследование динамической модели асинхронного электродвигателя с дискретным управлением без учета и с учетом возмущений с использованием компьютерной программы Solid Thinking Embed	2	1
5	Программирование частотного преобразователя SVO15iC5-1F для стабилизации давления воды в трубопроводе при разных расходах	4	
6	Изучение средств автоматической защиты силовых электрических цепей	2	
	Итого:	16	6

Лабораторный практикум проводится в компьютерном классе и лаборатории автоматизированного электропривода кафедры цифровых систем и автоматики, оснащенной персональными компьютерами с программным обеспечением (программа Solid Thinking Embed) и лабораторными стендами. Студент в ходе лабораторного практикума согласно методическим указаниям и заданию преподавателя выполняет лабораторные работы в соответствии с методическими указаниями.

5. Методические указания по выполнению практических занятий

Практические занятия направлены на получение необходимых навыков работы с частотными преобразователями и проектирования электрических принципиальных схем (табл. 4).

Таблица 4 - Объем (трудоемкость освоения) и структура ПЗ

Номер темы	Содержание практического занятия	Очная форма, ч	Заочная форма, ч
1	Расшифровка табличек электродвигателей и выполнение необходимых расчетов, соединение обмоток, построение механических характеристик	2	1
4	Изучение технических характеристик частотных преобразователей AVP32 и SVO15iC5-1F. Вариантов управления электродвигателем, программирование режимов работы (лабораторно-практическое занятие)	4	1
4,5	Построение электрических схем АЭП с защитой силовых цепей	4	1
5,6	Проектирование автоматизированного электропривода технологическим механизмом	4	1
	Итого	14	4

6. Методические указания по выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов по дисциплине, а также работа в ЭИОС университета может проводиться в том числе в компьютерном классе (лаб. 143а, главный учебный корпус), оснащенный персональными компьютерами с выходом в сеть Интернет. В табл. 5 показано содержание СРС.

Таблица 5 - Объем (трудоёмкость освоения) и формы СРС

№	Вид (содержание) СРС	Кол-во часов		Форма контроля, аттестации
		очная форма	заочная форма	
1	Освоение теоретического учебного материала (в том числе подготовка к лабораторным занятиям)	37	100	Текущий контроль: - контроль на лекциях; - защита лабораторных работ
2	Контрольная работа		18,5	Текущий контроль: -защита контрольной работы
Итого:		37	118,5	

В качестве задания для контрольной работы студентов заочной формы обучения выбираются (по указанию преподавателя) два вопроса из перечня контрольных вопросов по дисциплине (п. 8.2).

7. Методические указания по проведению занятий и освоению дисциплины

При разработке образовательной технологии организации учебного процесса по изучению дисциплины основной упор сделан на соединение активной и интерактивной форм обучения. Интерактивная форма позволяет студентам проявить самостоятельность в освоении теоретического материала и овладении практическими навыками, формирует интерес и позитивную мотивацию к учебе.

В ходе изучения дисциплины внимание студентов постоянно акцентируется не только на теоретическом аспекте автоматизированного электропривода, но и его практическом применении в современных производствах.

В ходе лекционных занятий студенту следует вести конспектирование учебного материала. На лекциях изложению нового материала предшествуют обсуждение предыдущей темы с целью восстановления и закрепления студентами изученного теоретического материала и ответы на вопросы студентов. При проведении занятий в интерактивной форме важно участвовать в процессе обсуждения и решения поставленных задач интегрирования АЭП в АСУТП.

В конце лекции выделяется время для ответов на вопросы по текущему материалу и его обсуждению. Для закрепления изученного материала, определения «пробелов» в знаниях студентов на лекциях проводится контроль (устный опрос). Активность студентов и проявленные знания при обсуждении материала и устном опросе учитываются при текущей и промежуточной (заключительной) аттестации по дисциплине.

Самостоятельная работа студентов призвана закрепить теоретические знания и практические навыки, полученные студентами на лекциях, в ходе лабораторных занятий и проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать специальную литературу.

8. Требования к аттестации по дисциплине

8.1. Текущая аттестация

Текущая аттестация (текущий контроль) проводится с целью оценки освоения теоретического учебного материала, в том числе в рамках самостоятельной работы студента (п. 6).

Контроль на лекциях по отдельным темам используется для оценки освоения тем дисциплины. Контроль производится в виде устного опроса.

Типовые контрольные вопросы для устного опроса на лекциях по отдельным темам:

Тема 1. Механика и кинематика электропривода

1. Какими уравнениями описываются поступательные и вращательные движения механических устройств?
2. Чем отличаются установившиеся и неустойчивые режимы работы АЭП?
3. Как выглядят механические характеристики электродвигателя (ЭД) и исполнительных механизмов?

Тема 2. Электродвигатели АЭП

1. Какой принцип действия используется в асинхронном ЭД?
2. Какую конструкцию имеют асинхронные ЭД переменного тока с короткозамкнутым ротором?
3. Как выглядит механическая характеристика ЭД и какие имеет характерные точки?
4. Какой принцип работы используется в двигателе постоянного тока?

Текущий контроль практических занятий осуществляется проверкой выполнения типовых заданий (см. табл. 4). Контроль производится по выбо-

ру преподавателя в виде устного опроса (для ограниченного числа студентов) или письменного тестирования для всех студентов группы.

С целью контроля качества самостоятельной работы студентов заочной формы запланировано выполнение и защита контрольной работы. Система оценивания и критерии оценки контрольной работы приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Система оценивания критерии оценки контрольной работы

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
2 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
3 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые реше-

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
	предложенный алгоритм, допускает ошибки			ния в рамках поставленной задачи

8.2. Промежуточная аттестация по дисциплине

Промежуточная (заключительная) аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

- выполнившие и защитившие все лабораторные работы, предусмотренные данным положением (получившим положительную оценку по результатам лабораторного практикума);

- получившие положительную оценку по результатам выполнения практических занятий;

- имеющие положительную оценку («зачтено») по результатам устного опроса или письменного тестирования для всех студентов группы;

- выполнившие контрольную работу (получившие оценку «зачтено» по контрольной работе) – для студентов заочной формы.

В случае отсутствия на более чем 30 % лекционных занятий для получения оценки «зачтено» студент должен ответить на один из контрольных вопросов по дисциплине или успешно пройти тестирование (табл. 7).

Таблица 7 – Система оценок и критерии выставления оценки

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2 Работа с ин-	Не в состоянии	Может найти не-	Может найти,	Может найти,

Критерий	Система оценок			
	2	3	4	5
	0-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
формацией	находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	обходимую информацию в рамках поставленной задачи	интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

Примерный перечень контрольных вопросов:

1. Определение автоматизированного электропривода (АЭП). Этапы развития, классификация, область применения.
2. Механика АЭП. Основные уравнения движения электропривода в установившихся и переходных режимах.

3. Принципы регулирования угловой скорости электропривода (разомкнутый, по возмущению, отклонению, комбинированный).
4. Функциональная схема АЭП и назначение частей.
5. Показатели качества регулирования угловой скорости электропривода.
6. Динамические характеристики электропривода.
7. Конструкция и механическая характеристика асинхронного электродвигателя (АЭД) с коротко замкнутым ротором. Характерные точки на графике механической характеристики. Расчет синхронной угловой скорости АЭД.
8. Скольжение АЭД. Приближенная формула расчета скольжения. Способы регулирования угловой скорости АЭД. Режимы работы: двигательный, генераторный, режим холостого хода и режим электромагнитного тормоза.
9. Естественные и искусственные механические характеристики АЭД. Способы переключения пар полюсов АЭД для ступенчатого регулирования угловой скорости и их соответствующие механические характеристики.
10. Принцип скалярного частотного регулирования угловой скорости АЭД. Преимущества и недостатки.
11. Принцип векторного частотного регулирования угловой скоростью и прямого управления моментом АЭД. Преимущества и недостатки.
12. Функциональная схема преобразователей частоты для плавного регулирования угловой скорости АЭД, выполненная на силовых транзисторах технологии MOSFET и IGBT. Принцип работы схемы.
13. Оценка потерь энергии в АЭП.
14. Классы применяемой изоляции обмоток проводов электрических машин на нагрев. Схема подключения мегомметра к АЭД для измерения сопротивления изоляции.
15. Классификация режимов работы электродвигателей по нагреву.
16. Расшифровка технических характеристик АЭД, приведенных на табличке, прикрепленной к его корпусу.
17. АЭП с синхронным электродвигателем (СЭД). Конструкция и механические характеристики синхронной электрической машины в двигательном и генераторном режимах.
18. АЭП с вентильным электродвигателем (ЭД) постоянного тока. Конструкция двигателя и временные диаграммы работы. Преимущества и недостатки.

19. АЭП с вентильным электродвигателем переменного тока. Конструкция двигателя и временные диаграммы работы. Преимущества и недостатки.
20. АЭП с электродвигателем постоянного тока с тиристорным преобразователем частоты. Функциональная схема. Механическая характеристика ЭД постоянного тока с шунтовой обмоткой возбуждения. Преимущества и недостатки.
21. Способы защиты обмоток ЭД от перегрева.
22. Датчики положения вала ЭД в любой момент времени (резольвер).
23. Назначение сервопривода и его технические характеристики.
24. ЭП переменного тока с механическим вариатором.
25. ЭП переменного тока с редуктором (мотор-редукторы). Способы регулирования угловой скорости.
26. Релейно-контактная схема включения и выключения вентилятора с помощью кнопок «Пуск» и «Стоп» с защитой элементов схемы от коротких замыканий, перегрузки по току, с нулевой защитой и защитой человека при касании фазы.

9. Заключение

Освоение дисциплины «Автоматизированный электропривод» является одним из основополагающих шагов к формированию будущего специалиста в области автоматизации технологических процессов и производств. Приобретенные в ходе изучения дисциплины знания, умения и навыки будут углубляться и совершенствоваться в процессе дальнейшего обучения и могут быть применены в профессиональной деятельности.

10. Библиографический список

Основная литература:

1. Данилов, П.Е. Теория электропривода [Электронный ресурс] : учеб. пособие / П. Е. Данилов, В.А. Барышников, В.В. Рожков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2018. - 416 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
2. Симаков, Г.М. Автоматизированный электропривод в современных технологиях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.М. Симаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 103 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).
3. Симаков, Г.М. Цифровые устройства и микропроцессоры в автоматизированном электроприводе [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.М.

Симаков, Ю.В. Панкрац. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 211 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

4. Опадчий, Ю.Ф. Аналоговая и цифровая электроника (полный курс) : учеб. / Ю. Ф. Опадчий, О. П. Глудкин, А. И. Гуров. - Москва : Горячая линия-Телеком, 2007. - 768 с.

5. Иванов, И.И. Электротехника : учеб. пособие / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев. - 6-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2009. - 496 с.

Дополнительная литература:

6. Москаленко, В.В. Электрический привод : учеб. / В. В. Москаленко. - Москва : Высшая школа, 1991. - 430 с.

7. Панкратов, В.В. Автоматическое управление электроприводами [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.В. Панкратов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Новосибирский государственный технический университет. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - Ч. 1. Регулирование координат электроприводов постоянного тока. - 200 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

8. Соколов, М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов : учеб. / М. М. Соколов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Энергия, 1976. - 488с.

9. Чернышев, А.Ю. Электропривод переменного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.Ю. Чернышев, Ю.Н. Дементьев, И.А. Чернышев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет». - 2-е изд. - Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2015. - 210 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

10. Шёнфельд, Р. Автоматизированные электроприводы / Р.Шенфельд, Э.Хабигер; Пер. с нем. Л.С.Антиповой и др.; Под ред. Ю.А. Борцова. - Ленинград : Энергоатомиздат, 1985. - 464с.

Учебно-методические пособия:

11. Дуркин, В. В. Оформление текстовых и графических учебных документов в соответствии с требованиями ЕСКД: учебно-методическое пособие / В. В. Дуркин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 60 с. (ЭБС «Университетская библиотека онлайн»).

Интернет-ресурсы:

Ссылки на журналы в области проектирования объектов и систем автоматизации:

12. Современные технологии автоматизации <http://www.cta.ru/>;

13. Портал «Мир компьютерной автоматизации» <http://www.mka.ru/>

Локальный электронный методический материал

Александр Николаевич Румянцев

Автоматизированный электропривод

Редактор Г.А. Смирнова

Уч.-изд. л. 1,25. Печ. л. 1,25

Издательство федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1