

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

Уральский энергетический институт

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по науке

В.В. Кружаев

« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ**

<b>Перечень сведений о рабочей программе дисциплины</b>	<b>Учетные данные</b>
<b>Образовательная программа</b> <i>Электротехнические комплексы и системы</i>	<b>Код ОП 13.06.01</b>
<b>Направление подготовки</b> <i>Электро- и теплотехника</i>	<b>Код направления и уровня подготовки 13.06.01</b>
<b>Уровень подготовки</b> подготовка кадров высшей квалификации	<b>Код научной специальности 05.09.03</b>
<b>ФГОС высшего образования по направлению подготовки 13.06.01. «Электро- и теплотехника»</b>	<b>Реквизиты приказа Минобрнауки РФ об утверждении ФГОС ВО: Приказ Минобрнауки России от 30.07.2014 г. № 878 с изменениями и дополнениями от 15 апреля 2015 г.</b>

**СОГЛАСОВАНО**  
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ  
КАДРОВ ВЫСШЕЙ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург, 2018 г.

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Структурное подразделение	Подпись
1	Костылев А.В.	Кандидат технических наук, доцент	Зав. кафедрой	УралЭНИН, кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»	
2	Ишматов З.Ш.	Кандидат технических наук, доцент	Доцент	УралЭНИН, кафедра «Электропривод и автоматизация промышленных установок»	

**Рекомендовано учебно-методическим советом Уральского энергетического института**

Председатель учебно-методического совета

*Е.В. Черепанова*

Заместитель директора  
института по науке

*С.Е. Кокин*

Начальник ОПНПК

*Е.А. Бутрина*

# **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ «ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ»**

## **1.1. Аннотация содержания дисциплины**

В курсе «Электротехнические комплексы и системы» углубленно изучаются основные актуальные проблемы управления современными электроприводами и электромеханическими системами.

## **1.2. Язык реализации дисциплины - русский**

## **1.3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

Результатом обучения в рамках дисциплины является формирование у аспиранта следующих компетенций:

- способности к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способности проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);
- готовности участвовать в работе российских и международных – исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4);
- способность следовать этическим нормам в профессиональной деятельности (УК-5);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-6);
- владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- владение культурой научного исследования в том числе, с использованием новейших информационно-коммуникационных технологий (ОПК-2);
- готовности организовать работу исследовательского коллектива в профессиональной деятельности (ОПК-4);
- способности использовать углубленные знания по фундаментальным и техническим наукам, выявлять сущность проблем в области электромеханики, привлекать для их решения соответствующий математический аппарат (ПК-1);
- способности применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при создании электромеханических установок (ПК-2);
- способности использовать современные технологии, приборы и оборудование при проведении испытаний и экспериментальных исследований электромеханических систем, установок и процессов (ПК-3).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- современные естественнонаучные и прикладные задачи управления электротехническими системами и комплексами, методы и средства их решения в научно-исследовательской, проектно-конструкторской, производственно-технологической и других видах профессиональной деятельности,
- перспективные направления развития отечественных и зарубежных технологий управления, применяемых в электротехническом оборудовании.

**Уметь:**

- применять инновационные технологии управления на реконструируемых и вновь сооружаемых электротехнических объектах.

**Демонстрировать навыки и опыт деятельности:**

- владения методами совершенствования систем управления электротехническими системами и комплексами,

#### 1.4. Объем дисциплины

Виды учебной работы, формы контроля	Всего часов	Учебные семестры, номер
		6
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Лекции	4	4
Практические занятия	-	-
Лабораторные работы	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации</b>	<b>86</b>	<b>86</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>Э, 18</b>	<b>Э, 18</b>
<b>Общий объем по учебному плану, час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общий объем по учебному плану, з.е.</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

\*Контактная работа составляет:

в п/п 2,3,4 - количество часов, равное объему соответствующего вида занятий;

в п.5 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на консультации в группе (15% от объема аудиторных занятий).

в п.6 – количество часов, равное сумме объема времени, выделенного преподавателю на проведение соответствующего вида промежуточной аттестации одного аспиранта.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	<b>Теория электропривода</b>	<p>Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.</p> <p>Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.</p> <p>Регулирование координат электропривода.</p> <p>Характеристика систем электроприводов: управляемый преобразователь-двигатель постоянного тока, преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.</p>
P2	<b>Автоматическое управление электроприводом</b>	<p>Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Принципы выбора элементной базы.</p> <p>Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом при заданном рабочем механизме.</p> <p>Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ.</p> <p>Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ЭВМ.</p>
P3	<b>Теория и принципы работы комплектных узлов электрооборудования</b>	<p>Научные основы и принципы работы наиболее распространенных комплектных узлов электрооборудования (по отраслям). Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.</p>

## 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ

### 3.1. Распределение аудиторной нагрузки и мероприятий самостоятельной работы по разделам дисциплины



## 4. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 4.1. Лабораторные работы

Не предусмотрено

### 4.2. Практические занятия

Не предусмотрено

### 4.3. Примерная тематика самостоятельной работы

#### 4.3.1. Примерный перечень тем домашних работ

*Не предусмотрено*

#### 4.3.2. Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)

Не предусмотрено

#### 4.3.3. Примерная тематика индивидуальных или групповых проектов

Не предусмотрено

#### 4.3.4. Примерная тематика контрольных работ

Не предусмотрено

#### 4.3.5. Примерная тематика коллоквиумов

Не предусмотрено

## 5. СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ, ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

Код раздела, темы дисциплины	Активные методы обучения					Дистанционные образовательные технологии и электронное обучение						
	Проектная работа	Кейс-анализ	Деловые игры	Проблемное обучение	Командная работа	Другие (указать, какие)	Сетевые учебные курсы	Виртуальные практикумы и тренажеры	Вебинары и видеоконференции	Асинхронные web-конференции и семинары	Совместная работа и разработка контента	Другие (указать, какие)
P1				*								
P2				*								
P3				*								

## 6. АТТЕСТАЦИЯ АСПИРАНТОВ

По результатам изучения дисциплины проводится экзамен в устной форме.

## 7. ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

Не предусмотрены

## 8. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (Приложение 1)

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 9.1.Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

1. Москаленко В.В. Электрический привод. М.: ИНФРА-М, 2015. 364 с. Инв. № 23574 (20 экз).
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. М.: Academia, 2006 . 272 с. Инв. № 18527 (32 экз.).
3. Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.: Академия, 2008. 304 с. Инв. № 21657 (5 экз.).
4. Ильинский Н. Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Н.Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. М.: Изд. центр «Академия», 2008. 208с. Инв. № 19922 (10 экз.).
5. Теория автоматического управления технологическими системами: / Ю. В. Петраков, О. И. Драчев.— Москва: Машиностроение, 2009.— 336с.  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=751](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=751)>

#### 9.1.2. Дополнительная литература

1. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков; под ред. И. Я. Браславского. М.: Академия, 2004. 256 с. Инв. № 17211 (10 экз.).
2. Шрейнер Р.Т. Системы подчиненного регулирования электроприводов / Р. Т. Шрейнер; Рос. гос. проф.-пед. ун-т, Урал. отд-ние Рос. акад. образования, Акад. проф. образования. Екатеринбург: РГППУ, 2008. 279 с. Инв. № 20395 (8 экз.).
3. Лезнов Б.С. Методика оценки эффективности применения регулируемого электропривода в водопроводных и канализационных насосных установках. М.: Машиностроение, 2011.  
<URL:[http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_cid=25&p11\\_id=2015](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&p11_id=2015)>.
4. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты / Р. Т. Шрейнер; Рос. акад. наук. Урал. отд-ние. Екатеринбург: УРО РАН, 2000 . 654 с. Инв. № 13204 (41 экз.).
5. Ефимов А. А., Шрейнер Р.Т. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока / Под ред. Р.Т. Шрейнера; Новоурал. гос. технол. ин-т. Новоуральск: НГТИ, 2001. 250 с. Инв. № 1115788, 1115789 (2 экз.).
6. Поляков В. Н., Шрейнер Р.Т. Экстремальное управление электрическими двигателями / под ред. Р. Т. Шрейнера ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ, Рос. гос. проф.-пед. ун-т. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2006. 420 с. Инв. № 19125 (6 экз.).
7. Электромеханические и тепловые режимы асинхронных двигателей в системах частотного управления : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140604 - "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" направления подгот. 140600 / Р. Т. Шрейнер, А. В. Костылев, В. К. Кривовяз, С. И. Шилин; под ред. Р. Т. Шрейнера ; Рос. гос. проф.-пед. ун-т [и др.] .— Екатеринбург: РГППУ, 2008. 361 с. Инв. № 20394 (10 экз.).
8. Вейнгер А. М. Регулируемый синхронный электропривод. М.: Энергоатомиздат, 1985. 223 с. Инв. № 6017 (6 экз.).
9. Технические средства автоматизации / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. М.: Академия, 2007. 368 с. Инв. № 19466 (12 экз.).



## 9.2. Методические разработки

*Не используются*

## 9.3. Программное обеспечение

1. Корпоративные версии продуктов Microsoft.
2. Система инженерного программирования Matlab.
3. Система инженерного программирования Scilab.
4. Пакет сбора и обработки данных LabView

## 9.4. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>
2. Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>
3. Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>
4. Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>
5. Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>
6. Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>
7. Электронные ресурсы Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com;>

## 9.5. Электронные образовательные ресурсы

*Не используются*

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Материально-техническое обеспечение должно способствовать изучению дисциплины, наглядно и в доступной форме иллюстрировать лекционный и практический материал.

На кафедре электропривода и автоматизации промышленных установок используются специализированные аудитории Э-200, Э-202, Э-109 с видеопроекционным комплексом на базе мультимедийного проектора и компьютера, компьютерный класс (аудитория Э-200б), а также научно-исследовательская лаборатория кафедры (Э-113), лаборатория современных систем электропривода и автоматики (Э-202), лаборатория робототехники (Э-109).

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений аспирантов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

Компоненты компетенций	Признаки уровня освоения компонентов компетенций		
	пороговый	повышенный	Высокий
<b>Знания</b>	Аспирант демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации.	Аспирант демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях.	Аспирант может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях.
<b>Умения</b>	Аспирант умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации	Аспирант умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий)
<b>Личностные качества</b>	Аспирант имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу	Аспирант имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность.	Аспирант имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход.

## **8.2. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **8.2.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий**

*Не предусмотрено*

### **8.2.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий**

*Не предусмотрено*

### **8.2.3. Примерные контрольные кейсы**

*Не предусмотрено*

### **8.2.4. Перечень примерных вопросов для зачета**

*Не предусмотрено*

### **8.2.5. Перечень примерных вопросов для экзамена**

Структура и основные элементы автоматизированного электропривода. Уравнение движения многомассовой механической части, механическая часть электропривода как объект управления, структурная схема, передаточные функции, частотные характеристики.

Электромеханические свойства двигателей. Обобщенная электрическая машина. Режимы преобразования энергии.

Математическое описание и электромеханические свойства двигателей постоянного тока с независимым возбуждением двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и с фазовым ротором, синхронных двигателей и др.

Энергетика электропривода. Оценка экономичности преобразования и потребления электроэнергии. Потери в установившихся и переходных режимах. Методы снижения потерь в электроприводе. Энергосбережение средствами электропривода.

Основы выбора установленной мощности двигателя при различных режимах работы электропривода.

Динамика обобщенной разомкнутой электромеханической системы. Математическое описание и структурные схемы. Динамические свойства, частотные характеристики. Переходные процессы в электромеханической системе при использовании различных типов электрических двигателей и при разных законах изменения управляющих воздействий.

Регулирование скорости электропривода. Показатели качества регулирования. Диапазон регулирования. Основные способы регулирования скорости двигателей постоянного тока, их особенности, сравнительная оценка. Основные способы регулирования скорости электропривода переменного тока, их особенности, сравнительная оценка.

Структура электропривода как автоматической системы и ее основные элементы. Задачи и принципы автоматического управления электроприводом.

Системы полупроводникового управления электроприводами постоянного тока. Математические модели и структуры силовой части электропривода. Системы управления электроприводами постоянного тока по цепи якоря и по цепи возбуждения. Особенности построения систем управления с подчиненным регулированием переменных. Синтез контурных регуляторов. Частотные характеристики и переходные функции при различных критериях оптимизации систем с подчиненным регулированием. Особенности построения и расчета регуляторов тока якоря, однократных и двухкратных регуляторов скорости, систем двухзонного регулирования скорости, систем автоматического регулирования положения.

Системы полупроводникового управления электроприводами переменного тока. Основные виды регулируемых электроприводов переменного тока. Современный подход к анализу и синтезу автоматического управления электроприводами переменного тока с полупроводниковыми преобразователями. Системы асинхронных электроприводов с амплитудным (фазовым) управлением. Структуры систем автоматического управления (САУ).

Особенности анализа и синтеза систем управления, динамические и статические характеристики асинхронного электропривода с фазовым управлением. Рациональные области применения.

Системы управления частотно-регулируемых асинхронных электроприводов. Режимы работы асинхронного двигателя при частотном способе регулирования скорости, основной закон частотного управления. Принципы построения, особенности анализа и синтеза скалярных и векторных систем управления. Понятие об ориентации системы координат и выбор рациональной системы координат для синтеза САУ асинхронным частотно-управляемым электроприводом. Структуры систем частотно-регулируемых асинхронных электроприводов с управляемым скольжением, с частотно-токовым управлением, с системой «Transvektor». Особенности структур и качественные показатели систем частотно-управляемых асинхронных электроприводов с прямым управлением моментом. Особенности применения различных типов частотно-управляемых асинхронных электроприводов.

Системы управления частотно-регулируемых синхронных электроприводов. Структура САУ синхронным электроприводом. Особенности синтеза регуляторов, статические и динамические показатели, области применения.

Цифровые (микропроцессорные) системы автоматического управления электроприводами. Преобразование непрерывных сигналов в цифровую форму. Квантование по уровню и по времени. Частотный спектр дискретного сигнала. Математическое описание одномерных и многомерных дискретных систем. Частотные характеристики, динамические свойства. Описание дискретных систем в пространстве состояний. Функциональные и структурные схемы цифровых регуляторов скорости, соотношения скоростей, положения автоматизированных электроприводов. Специфические особенности анализа и синтеза цифровых систем в сравнении с непрерывными. Дискретные аналоги оценок и критериев, принятых для непрерывных автоматических систем. Критерии оптимальности автоматизированных электроприводов. Принципы анализа и синтеза оптимальных дискретных систем электропривода.

Преобразователи для электроприводов с двигателями постоянного тока. Трехфазный выпрямительно-инверторный преобразователь с нулевым проводом. Режим прерывистого и непрерывного тока. Регулировочная и внешняя характеристика системы тиристорный преобразователь-двигатель. Инверторный режим преобразователя, основные свойства инверторного режима.

Трехфазный мостовой преобразователь. Принципиальная схема и анализ ее работы. Понятие обобщенного преобразователя. Реверсивные преобразователи. Согласование углов управления вентильными комплектами. Основные схемы двухкомплектных преобразователей с совместным и раздельным управлением.

Коэффициент мощности преобразователя, методы его повышения, влияние преобразователей на питающую сеть, способы улучшения электромагнитной совместимости полупроводниковых электроприводов с питающей сетью.

Преобразователи для электроприводов с двигателями переменного тока. Двухзвенные преобразователи частоты с автономным инвертором напряжения (АИН) и автономным инвертором тока (АИТ). Анализ электромагнитных процессов. Основные свойства преобразователей, сравнительный анализ.

Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ) для питания асинхронных двигателей (АД). Схемы силовых цепей. Достоинства и недостатки НПЧ. Области применения.

Тиристорные преобразователи напряжения (ТПН) для питания статорных цепей асинхронных двигателей. Регулировочные характеристики. Основные режимы работы системы ТПН-АД. Достоинства и недостатки асинхронных электроприводов с ТПН.

Преобразователи электроэнергии с импульсным регулированием. Широтно-импульсные преобразователи (ШИП) для двигателей постоянного тока. Анализ работы одноключевого и четырехключевого ШИП. Автономные инверторы двухзвенных преобразователей частоты с

широтно-импульсной модуляцией выходного напряжения. Автономный инвертор тока с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ). Двухуровневый трехфазный АИН.

Элементы систем управления электроприводами. Операционные усилители, особенности построения, разновидности, использование для построения регуляторов САУ. Элементы цифровых систем управления. Микроконтроллеры. Логические контроллеры. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП) и цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Датчики систем электропривода.