***На правах рукописи***

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

**«Оренбургский государственный университет»**

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

*«Б1.Д.В.14 Регулирование координат в электроприводах»*

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

*13.03.02 Электроэнергетика и электротехника*

(код и наименование направления подготовки)

*Электропривод и автоматика*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Очная*

Год набора 2020

Методические указания предназначены для самостоятельного изучения разделов и тем дисциплины для обучающихся направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиля) «Электропривод и автоматика»

Составитель \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.С. Безгин

Методические указания рассмотрены и одобрены на заседании кафедры автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Э.Л. Греков

Методические указания являются приложением к рабочей программе по дисциплине «Регулирование координат в электроприводах», зарегистрированной в ЦИТ под учетным номером 1698054.

Содержание

[1. Методические указания по лекционным занятиям 4](#_Toc21080226)

[2. Методические указания к лабораторным работам 8](#_Toc21080227)

[3 Методические указания к практическим занятиям 9](#_Toc21080228)

[4. Методические к выполнению курсового проекта 10](#_Toc21080229)

[5. Методические указания по рубежному и итоговому контролю 12](#_Toc21080230)

[5.1 Вопросы для дифференцированного зачета (6-й семестр) 12](#_Toc21080231)

[5.2 Экзаменационные вопросы (7-й семестр) 13](#_Toc21080232)

# 1. Методические указания по лекционным занятиям

Данные рекомендации призваны помочь студентам организовать самостоятельную работу при изучении курса.

Умение работать с литературой означает научиться осмысленно пользоваться источниками. Прежде чем приступить к освоению научной литературы, рекомендуется чтение учебников и учебных пособий.

Существует несколько методов работы с литературой.

Один из них – самый известный – метод повторения: прочитанный текст можно за учить наизусть. Простое повторение воздействует на память механически и поверхностно. Полученные таким путем сведения легко забываются.

Наиболее эффективный метод – метод кодирования: прочитанный текст нужно подвергнуть большей, чем простое заучивание, обработке. Чтобы основательно обработать информацию и закодировать ее для хранения, важно произвести целый ряд мыслительных операций: прокомментировать новые данные; оценить их значение; поставить вопросы; сопоставить полученные сведения с ранее известными.

Для улучшения обработки информации очень важно устанавливать осмысленные связи, структурировать новые сведения.

Изучение научной, учебной и иной литературы требует ведения рабочих записей.

Форма записей может быть весьма разнообразной: простой или развернутый план, тезисы, цитаты, конспект.

План – первооснова, каркас какой-либо письменной работы, определяющие последовательность изложения материала.

План является наиболее краткой и потому самой доступной и распространенной формой записей содержания исходного источника информации. По существу, это перечень основных вопросов, рассматриваемых в источнике. План может быть простым и развернутым.

Выписки – небольшие фрагменты текста (неполные и полные предложения, отдельные абзацы, а также дословные и близкие к дословной записи об излагаемых в нем фактах), содержащие в себе квинтэссенцию содержания прочитанного.

Выписки представляют собой более сложную форму записей содержания исходного источника информации. По сути, выписки – не что иное, как цитаты, заимствованные из текста. Выписки позволяют в концентрированной форме и с максимальной точностью воспроизвести в произвольном (чаще последовательном) порядке наиболее важные мысли автора, статистические и даталогические сведения.

Тезисы – сжатое изложение содержания изученного материала в утвердительной (реже опровергающей) форме.

Исходя из сказанного, нетрудно выявить основное преимущество тезисов: они незаменимы для подготовки глубокой и всесторонней аргументации письменной работы любой сложности.

Аннотация – краткое изложение основного содержания исходного источника информации, дающее о нем обобщенное представление.

К написанию аннотаций прибегают в тех случаях, когда подлинная ценность и пригодность исходного источника информации исполнителю письменной работы окончательно неясна, но в то же время о нем необходимо оставить краткую запись с обобщающей характеристикой. Для указанной цели и используется аннотация. Характерной особенностью аннотации наряду с краткостью и обобщенностью ее содержания является и то, что пишется аннотация всегда после того, как (хотя бы в предварительном порядке) завершено ознакомление с содержанием исходного источника информации. Кроме того, пишется аннотация почти исключительно своими словами и лишь в крайне редких случаях содержит в себе небольшие выдержки оригинального текста.

Резюме – краткая оценка изученного содержания исходного источника информации, полученная, прежде всего, на основе содержащихся в нем выводов.

Резюме весьма сходно по своей сути с аннотацией. Однако, в отличие от последней, текст резюме концентрирует в себе данные не из основного содержания исходного источника информации, а из его заключительной части, прежде всего выводов.

Конспект – сложная запись содержания исходного текста, включающая в себя заимствования (цитаты) наиболее примечательных мест в сочетании с планом источника, а также сжатый анализ записанного материала и выводы по нему.

Для работы над конспектом следует:

* определить структуру конспектируемого материала, чему в значительной мере способствует письменное ведение плана по ходу изучения оригинального текста;
* в соответствии со структурой конспекта произвести отбор и последующую запись;
* наиболее существенного содержания оригинального текста – в форме цитат или в изложении, близком к оригиналу;
* выполнить анализ записей и на его основе – дополнение записей собственными замечаниями, соображениями, «фактурой», заимствованной из других источников и т. п. (располагать все это следует на полях тетради для записей или на отдельных листах-вкладках);
* завершить формулирование и запись выводов по каждой из частей оригинального текста, а также общих выводов.

Систематизация изученных источников позволяет повысить эффективность их анализа и обобщения. Итогом этой работы должна стать логически выстроенная система сведений по существу исследуемого вопроса.

Необходимо из всего материала выделить существующие точки зрения на проблему, проанализировать их, сравнить, дать им оценку.

Кстати, этой процедуре должны подвергаться и материалы из Интернета во избежание механического скачивания готовых текстов. В записях и конспектах студенту очень важно указывать названия источников, авторов, год издания. Это организует его, а главное, пригодится в последующем обучении.

Самостоятельная работа по изучению разделов и тем дисциплины с постраничным указанием глав, разделов, параграфов представлена в таблице 1.

Таблица 1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № раздела | Наименование разделов дисциплины, изучаемые в 6семестре | Название книги | Ссылка |
| 1 | Введение, основные понятия | Кувшинов А.А. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Часть 2: Регулирование координат электропривода: учебное пособие / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 166 с. | Параграф 1.1 |
| 2 | Системы электропри­вода | Кувшинов А.А. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Часть 2: Регулирование координат электропривода: учебное пособие / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 166 с. | Параграф 1.2-1.8 |
| - Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 1 |
| 3 | Регулирование момента (тока) электропривода | Кувшинов А.А. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Часть 2: Регулирование координат электропривода: учебное пособие / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 166 с. | Параграф 2 |
| 4 | Регулирование поло­жения | Кувшинов А.А. Теория электропривода [Электронный ресурс]: Часть 2: Регулирование координат электропривода: учебное пособие / А. А. Кувшинов, Э. Л. Греков; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 166 с. | Параграф 4 |
| Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 7 |
| 5 | Типовые узлы релейно-контак-торной систе­мы управления (РКСУ) электропривода. | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 2.1 |
| 6 | Типовые узлы релейно-контакторной системы управления (РКСУ) электропривода | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 2.2 – 2.4 |
| 7 | Логические системы управления электроприводов | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 3 |
| 8 | Структуры систем управ­ления электроприводов с непрерывным регулиро­ванием координат | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Часть 2 |
| 9 | Адаптивные системы управления электроприводов | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 5.4 |
| 10 | Системы электроприводов переменного тока с частотным регулированием скорости двигателя | Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для вузов/ Г.Г. Соколовский – М: Академия, 2007.- 266 с.: ил. 12. |  |
| 11 | Системы управления позиционных и следящих электроприводов | Терехов В.М., Осипов О.И. Системы управления электроприводов. М.:Издательский центр «Академия», 2008.- 301с. 2005. – 304 с. | Глава 7.1 |

# 2. Методические указания к лабораторным работам

Лабораторные работы проводятся на стендах в аудитории 7119. При проведении работ студенту предлагается документация (технические описания, паспорта) на оборудование, используемое в лабораторной работе.

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

# 3 Методические указания к практическим занятиям

При подготовке и проведению практических занятий необходимо пользоваться конспектом лекций и литературой, представленной выше. Типовые задания к практическим работам представлены в ФОСе. Рекомендуется пользоваться источником:

- Воронин, П. А. Дискретные (логические) системы управления электроприводов и систем автоматизации [Электронный ресурс] : методические указания для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника / П. А. Воронин, А. С. Безгин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автоматизир. электропривода, электромеханики и электротехники. - Оренбург : ОГУ. - 2018. - 36 с- Загл. с тит. экрана.

| № занятия | № раздела | Тема | Кол-во часов |
| --- | --- | --- | --- |
| 1,2 | 2 | Преобразователи энергии как объекты регулирования, их передаточные функции. | 4 |
| 3,4 | 3 | Структурные схемы и передаточные функции электроприводов с регулированием момента (тока). | 4 |
| 5,6 | 4 | Структурные схемы и передаточные функции электроприводов с регулированием скорости. | 4 |
| 7 | 6 | Принципы построения систем управления электроприводов с релейными элементами. Структурная схема синтеза. | 2 |
| 8 | 9 | Изучение функциональной и структурной схем реверсивного тиристорного электропривода постоянного тока с совместным управлением группами тиристоров. | 2 |
| 9 | 9 | Изучение функциональной схемы тиристорного электропривода постоянного тока с раздельм упрвлением группами тиристоров и обратной связью по скорости, ЭДС двигателя. | 2 |
| 10 | 9 | Изучение функциональной схемы тиристорного электропривода постоянного тока с двухзонным регулированием скорости двигателя. | 2 |
| 11 | 11 | Выбор законов регулирования напряжения в частотнорегулируемом асинхронном электроприводе для рабочих машин с типовыми механическими характеристиками. | 2 |
| 12 | 11 | Изучение функциональной схемы автономного преобразо - вателя напряжения с широтно-импульсной модуляцией. | 2 |
| 13,14 | 10 | Изучение технических характеристик преобразователя частоты «Омрон». Установка параметров преобразователя при скалярном и векторном управлении. | 4 |
| 15 | 10 | Коллоквиум по практических занятий 11, 12, 13, 14. | 2 |
|  |  | Итого: | 30 |

# 4. Методические к выполнению курсового проекта

1. Тема курсового проекта***: Выбор структуры и расчет параметров элементов системы управления тиристорного электропривода постоянного тока.***

2. Техническое задание: Спроектировать систему управления электропривода механизма подачи металлорежущего станка, обеспечивающую технологический процесс с длительным режимом работы исполнительного органа рабочей машины (ИОРМ) с разными скоростями в диапазоне не менее “Д” с периодическими набросами и сбросами нагрузки в пределах (0,1 – 1,0) Мс ном. Требуемые показатели СУЭП взять из таблицы1 [2] в соответствии с заданным вариантом. Тип силового управляемого преобразователя – тиристорный постоянного тока для всех вариантов задания.

3. Необходимые для проектирования данные взять из справочников или рассчитать.

4. Расшифровка показателей таблицы1:

Jмех – момент инерции ИОРМ, приведенный к валу двигателя;

Поддержание параметра – регулирование скорости при постоянном моменте (М= const) или постоянной мощности (Р = const);

Д – диапазон регулирования скорости;

% - статическая ошибка регулирования (%);

 % - допустимый динамический перепад скорости при ударном приложении нагрузки или изменении управляющего сигнала (%);

ПК – показатель, определяющий качество СУЭП: Б – быстродействие; ТР – точность регулирования; СД – степень демпфирования (плавность движения).

5. Варианты задания взять из таблицы А1.

6. Срок сдачи студентом законченной работы – 14-я неделя 7-го семестра.

7. Вопросы для защиты курсового проекта:

1. Состав аппаратов и функционирование системы ТП-Д.

2. Основные показатели регулирования координат.

3. Статический режим работы электропривода.

4. Динамический режим работы электропривода.

5. Схемы выпрямления в управляемых тиристорных преобразователях.

6. Основное уравнение движения.

7. С какой целью и за счет чего может регулироваться момент двигателей?

8. По каким причинам возникает необходимость регулирования (ограничения) тока двигателей в электроприводе?

9. Последовательная коррекция контура регулирования тока якоря ДПТ в системе УП - Д.

10. Автоматическое регулирование скорости двигателей постоянного тока в системе УП – Д.

11. Последовательная коррекция контура регулирования скорости в системе УП – Д.

12. Назначение регуляторов в электроприводе.

13. Принципы управления тиристорами в регулируемом тиристорном электроприводе.

14. Возможные структуры регуляторов скорости и тока.

15. Структура системы электропривода с подчиненным регулированием координат.

16. Двухзонное регулирование скорости в электроприводе.

17. Суть настройки контура регулирования координаты на технический оптимум.

Таблица 4.1 – Варианты задания на проектирование СУЭП

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Тип  двигателя | PH, кВт | Jмех, кг⋅м2 | Поддержание параметра | Д | εст,  % | εдин, % | ПК |
| 1.  2.  3.  4.  5.  6.  7.  8.  9.  10.  11.  12.  13.  14.  15.  16.  17.  18.  19.  20.  21.  22.  23.  24.  25.  26.  27.  28.  29.  30. | ПБВ132L  ПБВ100М  ПБВ100L  ПБВ112S  ПБВ112М  ПБВ112L  ПБВ132М  ПБВ160М  ПБВ160L  ПФВ160S  ПФВ160М  ПБВ132L  ПБВ100М  ПБВ100L  ПБВ112S  ПБВ132L  ПБВ100М  ПБВ100L  ПБВ112S  ПБВ112М  ПБВ112L  ПБВ132М  ПБВ160М  ПБВ160L  ПФВ160S  ПФВ160М  ДК1-1,7  ДК1-2,3  ДК1-3,5  ДК1-5,2 | 3,0  0,75  1,1  1,1  1,1  1,1  2,2  4,0  5,5  7,5  11,0  3,0  0,75  1,1  1,1  3,0  0,75  1,1  1,1  1,1  1,1  2,2  4,0  5,5  7,5  11,0  0,18  0,24  0,37  0,55 | 0,2  0,04  0,06  0,08  0,1  0,15  0,2  0,5  0,6  0,7  1,0  0,02  0.03  0,04  0,05  0,6  0,4  0,6  0,8  0,7  0,6  1,0  1,6  1,8  1,4  1,7  0.01  0,02  0,03  0,04 | M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const  M=const | 100  200  300  400  500  600  700  800  1000  2000  100  200  300  400  500  600  700  800  1000  2000  100  200  300  400  500  600  700  800  1000  2000 | 5,0  5,0  5,0  5,0  5,0  2,0  2,0  2,0  2,0  2,0  0,5  0,5  0,5  0,5  0,5  2,0  2,0  2,0  2,0  2,0  0,5  0,5  0,5  0,5  0,5  5,0  5,0  5,0  5,0  5,0 | 5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5  2  2  2  2  2  5  5  5  5  5  5  5  5  5  5 | Б  Б  Б  Б  Б  СД  СД  СД  СД  СД  ТР  ТР  ТР  ТР  ТР  СД  СД  СД  СД  СД  ТР  ТР  ТР  ТР  ТР  Б  Б  Б  Б  Б |

# 5. Методические указания по рубежному и итоговому контролю

Рубежный контроль осуществляется только на дневной форме обучения по результатам выполнения самостоятельных заданий в процессе выполнения практических работ.

Экзамены и зачеты позволяют выработать ответственность, трудолюбие, принципиальность. При подготовке к зачету, экзамену студент повторяет, как правило, ранее изученный материал. В этот период сыграют большую роль правильно подготовленные заранее записи и конспекты. Студенту останется лишь повторить пройденное, учесть, что было пропущено, восполнить пробелы при подготовке к семинарам, закрепить ранее изученный материал.

# 5.1 Вопросы для дифференцированного зачета (6-й семестр)

1. Понятие: электропривод; система управления электропривода

2. Основные показатели регулирования координат.

3. Статический режим работы электропривода

4. Динамический режим работы электропривода

5. Длительный, кратковременный, повторно-кратковременный режим работы привода

6. Отличие понятий: регулирование (скорости); изменение (скорости)

7. Состав аппаратов и функционирование системы Г-Д

8. Состав аппаратов и функционирование системы ТП-Д

9. Состав аппаратов и функционирование системы ШИП-Д

10. Состав аппаратов и функционирование системы ЭМПЧ-АД

11. Состав аппаратов и функционирование системы СПЧ-АД

12. Состав аппаратов и функционирование системы ТРН-АД

13. Состав аппаратов и функционирование системы УПД-Д

14. Какие координаты электропривода регулируются при управлении перемещением исполнительного органа рабочей машины?

15. Основное уравнение движения

16. С какой целью и за счет чего может регулироваться момент двигателей?

17. По каким причинам возникает необходимость регулирования (ограничения) тока двигателей?

18. Реостатное регулирование момента.

19. Работа схемы релейного автоматического регулирования тока ротора АД.

20. Работа системы источник тока – двигатель (ИЕП - Д).

21. Автоматическое регулирование момента в системе УП – Д.

22. Работа системы УП – Д с отрицательной обратной связью по моменту.

23. Последовательная коррекция контура регулирования момента в системе УП - Д.

24. Частотное регулирование момента асинхронного электропривода.

25. Регулирование момента в системе ТРН – АД.

26. Реостатное регулирование скорости.

27. Регулирование скорости двигателей постоянного тока шунтированием якоря:

а) двигатель с независимым возбуждением

б) двигатель с последовательным возбуждением.

28. Регулирование скорости двигателей постоянного тока изменением потока возбуждения.

29. Регулирование скорости асинхронного двигателя изменением напряжения на статоре.

30. Регулирование скорости в многодвигательном асинхронном электроприводе.

31. Работа каскада с АД, работающего в режиме МДП.

32. Работа вентильно-машинного электрического каскада.

33. Работа вентильно-электрического каскада (АВК).

34. работа электромеханического машинно-вентильного каскада.

35. Регулирование скорости АД изменением числа пар полюсов.

36. Регулирование скорости АД изменением частоты питающего напряжения.

37. Автоматическое регулирование скорости двигателей постоянного и переменного тока в системе УП – Д.

38. Последовательная коррекция контура регулирования скорости в системе УП – Д.

39. Особенности частотного регулирования скорости асинхронного электропривода.

40. Способы точного останова электродвигателя

41. В чем сущность регулирования положения электропривода?

42. Позиционирование в разомкнутой системе электропривода

43. Позиционирование в замкнутой системе электропривода

44. Требования к выполнению принципиальных электрических схем

45. Что такое структурные, функциональные, принципиальные электрические схемы?

46. Как выполняются принципиальные схемы и как описывается их работа?

47. Какие требования предъявляются к электрическим схемам электропривода?

48. Пусковая диаграмма в системе электропривода с силовыми резисторами

49. Принципы автоматического управления пуском электродвигателей

# 5.2 Экзаменационные вопросы (7-й семестр)

1. Классификация электрических схем по ГОСТ 2.701-84.

2. Структура электропривода в соответствии с терминами и определениями по ГОСТ Р50369-92.

3. Классификация систем управления электроприводов. Дискретные (логические) и непрерывные системы управления.

4. Принципы автоматического управления пуском и торможением электродвигателей.

5. Типовые узлы схем релейно-контакторного управления в функции времени, скорости, тока.

6. Виды и аппараты защиты, блокировки и сигнализации в электроприводах. Аппараты максимальной токовой защиты. Аппараты тепловой защиты.

7. Сущность нулевой защиты. Минимально-токовая защита.

8. Ограничение линейных перемещений. Виды сигнализации в системах управления.

9. Защита от перенапряжений вентильных преобразователей, обмоток возбуждения электродвигателей, катушек контакторов и реле.

10. Виды и примеры электрических блокировок в системах управления электроприводов.

11. Основные логические функции, их формы выражения и их релейные эквиваленты.

12. Составление булевых выражений и логических схем управления по релейно-контакторным схемам. Релейно-контакторные схемы класса П и Н.

13. Составление циклограммы работы системы управления. Термины и определения элементов циклограмм.

14. Общие сведения об элементах УБСР-ДИ. Применение элементов в дискретных системах управления электроприводов. Промышленные серии интегральных схем.

15. Общие сведения о проектировании логических схем на бесконтактных элементах. Составление логических выражений.

16. Проверки реализуемости дискретных систем управления.

17. Формирование характеристик электропривода в разомкнутых и простых замкнутых структурах. Жесткость механических характеристик. Система “Преобразователь ЭДС –двигатель”. Система “Источник тока – двигатель”.

18. Математические модели элементов силового канала электроприводов постоянного и переменного тока как объекта управления.

19. Использование регуляторов в замкнутых структурах. Законы регулирования. Виды регуляторов.

20. Статический и динамический режимы работы электроприводов. Показатели качества систем управления.

21. Статическая точность замкнутой системы управления при отсутствии помех. Структурная схема СУЭП с учетом помех. Виды помех.

22. Особенности работы астатических систем управления.

23. Динамический режим работы СУЭП. Использование частотного метода синтеза систем управления. Полоса пропускания частот системы электропривода.

24. Системы управления с подчиненным регулированием координат. Стандартные настройки систем управления электропривода.

25. Ограничение промежуточных переменных СУЭП. Задержанная обратная связь по току в одноконтурных системах управления. Упреждающее токоограничение.

26. Системы управления тиристорных электроприводов. Тиристорные преобразователи. Системы импульсно-фазового управления тиристорами в электроприводе (основные узлы, функционирование на примере ЭТ6).

27. Совместное и раздельное управление группами тиристоров в реверсивном тиристорном электроприводе. Основные узлы системы с раздельным управлением группами тиристоров.

28. Система двухзонного регулирования частоты вращения двигателя привода. Роль регулятора ЭДС двигателя. Структурная схема тиристорного привода постоянного тока с двухзонным регулированием частоты вращения. Влияние быстродействия контуров регулирования на характер переходного процесса.

29. Адаптивные системы управления. Параметрическая и сигнальная настройка системы управления. Адаптивный регулятор коэффициента передачи контура регулирования (пример).

30. Непрерывные системы управления частотой вращения электродвигателей переменного тока. Принципы частотного управления. Законы регулирования напряжения для различных групп механизмов.

31. Системы электропривода с частотно-параметрическим (частотным) и частотно-токовым управлением.

32. Скалярное и векторное управление в частотно-регулируемом электроприводе. Автономный инвертор напряжения с ШИМ-модуляцией напряжения двигателя.

33. Автоматические системы управления положением рабочего органа механизма. Системы позиционирования. Системы слежения. Добротность по скорости следящего привода.