

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-методическому
комплексу

С. А. Упоров
» _____ 2022 г.

Программа вступительного испытания
по специальной дисциплине для поступления в аспирантуру

Группа научных специальностей 2.4 – Энергетика и электротехника

Научная специальность 2.4.2 – Электротехнические комплексы и системы

Форма обучения очная

Факультет горно-механический

Выпускающая кафедра электрификации горных предприятий (ЭГП)

Кафедра-разработчик программы электрификации горных предприятий

Екатеринбург – 2022

Содержание

1 Общие сведения	3
2 Критерии оценки уровня подготовки поступающих в аспирантуру	3
3 Структура и содержание материала вступительного испытания.....	3
1. Преобразовательная техника	3
1.1. Схемотехника полупроводниковых преобразователей.....	3
1.2. Системы управления преобразователями.....	4
1.3. Основная литература	5
1.4. Дополнительная литература	5
2. Электрические машины	6
2.1. Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей	6
2.2. Потери и тепловые явления в электрических машинах	7
2.3. Трансформаторы	7
2.4. Основная литература	7
2.5. Дополнительная литература	7
3. Теория электропривода	8
3.1. Основные понятия и законы	8
3.2. Основная литература	8
3.3. Дополнительная литература	8
4. Автоматическое управление электроприводом.....	9
4.1. Основные понятия и законы	9
4.2. Основная литература	9
4.3. Дополнительная литература	9
5. Системы управления электроприводов	10
5.1. Основная литература	11
5.2. Дополнительная литература	11
6. Электрооборудование для электроснабжения горных и промышленных предприятий	11
6.1. Основные понятия и законы	11
6.2. Основная литература	12
6.3. Дополнительная литература	12
4. Пример тестовых заданий в билете.....	12

1 Общие сведения

Программа предназначена для подготовки и проведения вступительных испытаний для поступления в аспирантуру для обучения по основной образовательной программе *Электротехнические комплексы и системы*.

Программа составлена с опорой на компетенции, приобретаемые выпускниками при обучении по направлению *Электроэнергетика и электротехника* в магистратуре, и обучении по специальности *Горное дело*, специализация *Электрификация и автоматизация горных производств*, при изучении дисциплин, связанных с описанием общих закономерностей преобразования, накопления, передачи и использования электрической энергии и электротехнической информации, принципами и средствами управления электротехническими комплексами и системами горного и промышленного назначения: *преобразовательная техника, электрические машины, теория электропривода, автоматическое управление электроприводом, системы управления электроприводов, электрооборудование для электроснабжения горных и промышленных предприятий*.

2 Критерии оценки уровня подготовки поступающих в аспирантуру

Вступительные испытания проводятся в форме тестирования. Программа случайным образом выбирает 20 тестовых заданий. Каждое из заданий содержит вопрос и варианты ответов. Правильным является только один вариант ответа.

Уровень знаний и умений абитуриента оценивается по 100-бальной шкале. Все тестовые задания имеют одинаковый «вес» в баллах, который составляет $100/20 = 5$ баллов.

Задача абитуриента – правильно ответить на все вопросы тестовых заданий и набрать, таким образом, максимальное количество баллов из 100 возможных.

Интерпретация качества знаний не представлена в связи с тем, что вступительные испытания проводятся в форме тестирования.

3 Структура и содержание материала вступительного испытания

1. Преобразовательная техника

1.1. Схемотехника полупроводниковых преобразователей

Основные схемы одно- и трехфазных выпрямителей. Работа однофазных выпрямителей на активно-индуктивную, активно-емкостную нагрузки, на нагрузку, содержащую противо-ЭДС и индуктивность. Режим прерывистого тока. Трехфазный мостовой выпрямитель. Внешняя характеристика выпрямителя при различном числе одновременно работающих вентилях. Несимметричный (полу управляемый) выпрямитель, его регулировочная характеристика. Многофазные схемы выпрямления на основе последовательного или параллельного соединения выпрямителей. Взаимодействие выпрямителя с источником переменного тока. Первичные токи многофазных выпрямителей. Коэффициент мощности источника переменного тока при управляемом и неуправляемом режимах работы выпрямителя. Способы повышения коэффициента мощности. Явление вынужденного подмагничивания трансформатора в одно- и трехфазных трансформаторных выпрямителях, способы устранения эффекта подмагничивания. Влияние анодных индуктивностей на работу выпрямителей.

Инверторы, ведомые сетью, и преобразователи частоты. Переход от выпрямительного режима к инверторному. Электрические процессы в инверторе, ведомом

сетью, его регулировочная характеристика. Влияние анодных индуктивностей на работу инвертора, коэффициент его мощности, приемы повышения коэффициента мощности инвертора. Реверсивный преобразователь переменного-постоянного тока. Перекрестная и встречно-параллельная схемы преобразователя. Совместное и раздельное управление преобразователем. Особенности работы преобразователя на индуктивную нагрузку и индуктивную нагрузку с противо-ЭДС. Непосредственный преобразователь частоты. Одно- и многофазная схемы непосредственного преобразователя частоты, особенности его работы на активно-индуктивную нагрузку.

Импульсные преобразователи и регуляторы постоянного напряжения. Импульсные методы регулирования напряжения (тока) – широтно- и частотно-импульсное регулирование, метод позиционного слежения. Импульсные регуляторы I, II и III родов, их регулировочные характеристики. Транзисторные преобразователи напряжения с передачей энергии через трансформатор на интервале формирования импульса и во время паузы. Импульсные преобразователи постоянного напряжения на тиристорах с параллельной и последовательной двухступенчатой коммутацией.

Автономные инверторы и преобразователи на их основе. Автономные инверторы тока и напряжения, их сравнительная оценка. Автономный параллельный инвертор как пример инвертора тока, его внешняя характеристика. Стабилизация и регулирование выходного напряжения инвертора тока с помощью индуктивно-тиристорного компенсирующего устройства. Инвертор тока с отсекающими диодами. Одно- и трехфазные инверторы напряжения, особенности их работы на индуктивную нагрузку, роль отсекающих диодов. Инвертор напряжения с одноступенчатой (прямой) коммутацией (схема Мак-Муррея-Бедфорда). Инвертор напряжения с двухступенчатой (не прямой) коммутацией. Электрические процессы в коммутационных узлах при последовательной и параллельной коммутации. Преобразователи частоты на основе инверторов напряжения и инверторов тока для частотно-управляемого электропривода. Параллельный и последовательный резонансные инверторы, токи и напряжения в инверторах при граничном режиме работы и в режиме с паузой. Резонансные инверторы с обратными диодами. Особенности работы тиристоров при принудительной коммутации – отпирание, запираение, коммутационные потери мощности, эффекты, связанные с изменением производных тока и напряжения в период коммутации. Преобразователи напряжения со звеном повышенной частоты.

Методы снижения коммутационных потерь в инверторах повышенной частоты – демпфирующие цепи, резонансная и квазирезонансная коммутация.

Методы улучшения спектрального состава выходного напряжения инверторов. Многофазные преобразователи со ступенчатой формой напряжения.

1.2. Системы управления преобразователями

Обработка информации. Количественная оценка информации. Виды сигналов. Характеристика аналоговых сигналов – спектры и функции распределения. Передача информации модулированными сигналами с гармоническим и импульсным носителями. Кодирование цифровых сигналов, виды цифровых кодов. Понятие о системах счисления, обратном и дополнительном кодах. Кодовые расстояния, избыточное кодирование, коды с обнаружением и исправлением ошибок. Способы цифро-аналогового и аналого-цифрового преобразований. Преобразователи, основанные на последовательном счете, поразрядном уравнивании и считывании. Преобразователи временных интервалов: аналоговый сигнал – интервал, аналоговый сигнал – частота, интервал – код, частота – код.

Основы проектирования цифровых узлов и устройств. Коммутационные логические устройства. Логические функции, способы их описания, их реализации с использованием типовых логических элементов И, ИЛИ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ. Дешифраторы, мультиплексоры, арифметические логические устройства – принцип их действия и особенности

использования. Основные виды триггеров, построение счетчиков и регистров. Реверсивные счетчики. Емкость счетчика и управление ею. Регистры с последовательным и параллельным вводом и выводом информации. Автоматы на основе интегральных микросхем. Способы описания состояния автоматов, таблицы переходов и выходов. Кодирование входов, выходов и внутренних состояний автоматов. Противогоночное кодирование. Синтез узлов на основе типовых логических элементов. Виды полупроводниковых запоминающих устройств. Способы расширения адресного пространства и разрядности данных запоминающего устройства. Программирование ПЗУ, ОЗУ, РПЗУ. ПЗУ как многофункциональный логический элемент. Построение автоматов на основе программируемых ПЗУ с обратными связями.

Микропроцессорная техника систем управления. Программная реализация процедуры сбора, вычислительных операций над информацией и управления. Структура микропроцессорной системы, ее составные части. Магистральный способ связи узлов. Магистрали данных, адреса управления. Функционирование микропроцессора при выполнении команд. Машинные циклы, слова состояния процессора. Виды команд. Переходы – выполнение подпрограмм, стек, прерывания и обработка прерываний, прямой доступ к памяти. Однокристалльные и разрядно-модульные микропроцессоры, однокристалльные микро-ЭВМ, периферийные устройства микропроцессорных систем (интерфейсы).

1.3. Основная литература

1. Пасынков В.В., Чиркин Л. К., Шинков А.Д. Полупроводниковые приборы. -М.: Высшая школа, 1981 г.
2. Челноков В.Е., Евсеев Ю. А. Физические основы работы силовых полупроводниковых приборов. -М.: Энергия, 1975 г.
3. Толстов Ю. Г., Теврюков А.А. Теория электрических цепей. -М.: Высшая школа, 1971 г.
4. Матханов П.Н. основы анализа электрических цепей. Нелинейные цепи. -М.: Высшая школа, 1977 г.
5. Гусев В. Г., Гусев Ю. М. Электроника. -М.: Высшая школа, 1982 г.
6. Степаненко И. П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем. -М.: Энергия, 1977 г.
9. Руденко В. С., Сенько В. И., Чиженко И.М. Основы преобразовательной техники. -М.: Высшая школа, 1981 г.
10. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. -М.: Высшая школа, 1982 г.
11. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В. И. Теоретические основы информационной техники. -М.: Энергия, 1972 г.
12. Алексеенко А. Г., Шагурин И.И. Микросхемотехника. -М.: Радио и связь, 1982 г.
13. Микропроцессоры. Кн. 1, архитектура и проектирование микро-ЭВМ, организация вычислительных процессов. Под ред. Л. Н. Преснухина. - М.: Высшая школа, 1986 г.

1.4. Дополнительная литература

1. Епифанов Г. К. Физические основы микроэлектроники. -М.: Сов. радио, 1975 г.
2. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники. -М.: Радио и связь, 1980 г.
3. Теоретические основы электротехники. Под ред. П.А. Ионкина, т. 1. 2. -М.: Высшая школа, 1976 г.
4. Матханов П.Н. основы анализа электрических цепей. Линейные цепи. -М.: Высшая школа, 1981 г.

5. Гольденберг Л.М. Импульсные устройства. -М.: Радио и связь, 1981 г.
6. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. -М.: Мир, 1982 г.
7. Полупроводниковые выпрямители. Под ред. Ф. И. Ковалева и Г.И. Мостковой. -М.: Энергия, 1978 г.
8. Розанов Ю. И. Основы силовой преобразовательной техники. -М.: Энергия, 1979 г.
9. Силовая электроника. Под ред. Р. Лампе, пер. с нем. -М.: Энергоиздат, 1987 г.
10. Бахтиаров Г. Д., Малинин В.В., Школин В.П. Аналого-цифровые преобразователи. -М.: Сов. радио, 1980 г.
11. Ефимов И. Е. и др. Микроэлектроника. -М.: Высшая школа, 1987 г.

2. Электрические машины

2.1. Методы исследования электрических машин с позиций теории цепей

Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.

Два подхода к описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей. Сравнительное сопоставление физического моделирования, аналитических и численных методов решения уравнений.

Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка-Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях.

Уравнения установившегося режима работы асинхронных и синхронных машин. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения. Основные характеристики двигателей и генераторов.

Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей. Способы измерения момента.

Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник. Методы расчета гармоник МДС и магнитной индукции в воздушном зазоре с учетом формы зубцовой зоны сердечников и нелинейных свойств магнитной цепи.

Исследование электрических машин при несинусоидальном и несимметричном напряжении. Управление электрическими двигателями от полупроводниковых преобразователей. Работа синхронного генератора на выпрямительную нагрузку. Вентильные двигатели. Особенности работы электрических машин при пульсирующем токе.

Многообмоточные электрические машины. Математические модели асинхронных двигателей с двойной беличьей клеткой и синхронных машин с демпферными обмотками. Учет влияния вихревых токов, гистерезиса и потерь в стали.

Математическое моделирование электрических машин с изменяющимися параметрами. Учет вытеснения тока в проводниках, насыщения и изменения момента инерции.

Несимметричные электрические машины. Способы математического описания и математические модели синхронных и асинхронных машин с магнитной и электрической несимметрией статора и ротора. Однофазные двигатели переменного тока.

Электрическая машина как элемент электромеханической системы. Математические модели электрических машин с учетом внешних элементов, включенных в цепи статора и ротора.

2.2. Потери и тепловые явления в электрических машинах

Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока. КПД электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.

Физические процессы нагревания и охлаждения электрических машин и трансформаторов. Уравнения теплообмена и тепловые параметры. Методы расчета переходных и установившихся температур. Эквивалентные тепловые схемы замещения электрических машин.

Электроизоляционные материалы и классы их нагревостойкости. Зависимость срока службы изоляции от температуры и режимов работы электрических машин.

Системы косвенного и непосредственного охлаждения электрических машин и трансформаторов. Расчет системы охлаждения. Способы интенсификации охлаждения. Тепловые испытания электрических машин.

2.3. Трансформаторы

Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии.

Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток.

Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения.

Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах.

Классификация трансформаторов, их специальные типы.

2.4. Основная литература

1. И. П. Копылов. Электрические машины. –М.: Логос, 2000.
2. А. В. Иванов-Смоленский. Электрические машины. –М.: энергия, 1980.
3. Д.А. Бут. Бесконтактные электрические машины. –М.: высшая школа, 1976.
- 4.Ф. М. Юферов, И. Л. Осин. Электрические машины автоматических устройств. –М.: Изд-во МЭИ, 2003.
- 5.И. П. Копылов. Математическое моделирование электрических машин. –М.: Высшая школа, 2001.
6. М. В. Антонов. Технология производства электрических машин. –М.: Энергоатомиздат, 1993.

2.5. Дополнительная литература

1. А. И. Борисенко, В. Р. Данько, А. И. Яковлев. Аэродинамика и теплопередача в электрических машинах. –М.: Энергия, 1974.
2. Проектирование электрических машин. /Под ред. И. П. Копылова. –М.: Высшая школа, 2002.
3. Универсальный метод расчета электромагнитных процессов в электрических машинах. /Под ред. А. В. Иванова-Смоленского. –М.: энергоатомиздат, 1986.

3. Теория электропривода

3.1. Основные понятия и законы

Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым приводом и его обобщенные функциональные схемы. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных и шаговых двигателей. Механические устройства. Нагрузка двигателя. Сопряжение двигателя с рабочим механизмом (редукторы, муфты).

Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.

Статические и динамические режимы работы электроприводов с электродвигателями разных типов.

Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.

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.

Обобщенный алгоритм компьютерного моделирования линейных или не линейных систем автоматизированного электропривода; представление и обработка результатов моделирования.

Регулирование координат электропривода. 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.

Основные характеристики приборных систем электроприводов.

Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы. Тяговые электроприводы.

Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя. Основные этапы эскизного и рабочего проектирования электропривода.

3.2. Основная литература

1. Ключев В.И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1998.
2. Башарин А.В., Постников Ю. В. Примеры расчета автоматизированного привода на ЭВМ. Л.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Ильинский Н. Ф., Козаченко В. Ф. Общий курс электропривода. М.: Энергоатомиздат, 1992.

3.3. Дополнительная литература

1. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
2. Чиликин М.Г., Ключев В. И., Сандлер А.С. Теория автоматизированного электропривода. М.: Энергия, 1979.

4. Автоматическое управление электроприводом

4.1. Основные понятия и законы

Основные функции и структуры автоматического управления электроприводом. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Синтез систем с контактными и бесконтактными элементами. Принципы выбора элементной базы.

Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводом (САУ) при заданном рабочем механизме.

Методы анализа и синтеза замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных САУ. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.

Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями. Системы с машинами двойного питания. Структура управления специальным приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т. д.). Управление электроприводами с линейными двигателями.

Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.

Типовые узлы и типовые САУ, поддерживающие постоянство заданных переменных. Типовые узлы и типовые следящие САУ непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные САУ. Анализ и синтез следящих САУ с учетом стохастических воздействий. Цифровые САУ. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микро-ЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.

Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.

Надежность и техническая диагностика электроприводов.

4.2. Основная литература

1. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов. – М., Изд. центр «Академия», 2005–300 с.
2. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебн. – М., Изд. центр «Академия», 2006–272 с.
3. Шенфельд Р., Хабигер Э. Автоматизированные электроприводы. Л.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Лукас В.А. Теория управления техническими системами: учеб. пособие для вузов. изд. УГГУ, 2005. –677 с.

4.3. Дополнительная литература

1. Ильинский Н. Ф. Основы электропривода. М.: Изд-во МЭИ, 2000.
2. Чиликин М.Г., Сандлер А.С. Общий курс электропривода. М.: Энергоиздат, 1981.

3. Башарин А.В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами. Л.: Энергоиздат, 1982.

4. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. /О.В. Слежановский, Л.Х. Дацковский, И. С. Кузнецов и др. М.: Энергоатомиздат, 1983.

5. Справочник по автоматизированному электроприводу. /Под ред. В. А. Елисеева и А.В. Шинянского. М.: Энергоиздат, 1983.

6. Поздеев А.А. Электромагнитные и электромеханические процессы в частотно регулируемых асинхронных электроприводах. Чебоксары.: Изд-во Чувашского государственного университета, 1998.

5. Системы управления электроприводов

Назначение, классификация и структурная схема систем управления электроприводов. Принципы построения систем управления электроприводов – регулируемые переменные, обратные связи, типовые структуры систем управления.

Логические переменные, их свойства, операции над ними. Синтез комбинационных дискретных систем управления электроприводов с использованием законов алгебры логики. Синтез комбинационных дискретных систем управления электроприводов по картам Карно.

Конечные автоматы – определение, математическое описание, диаграммы и таблицы переходов и выходов, пример описания СУЭП в форме конечного автомата. Структурный синтез конечных автоматов. Программирование конечных автоматов на языке релейных (лестничных) диаграмм.

Структура системы управления с суммирующим усилителем, принципы настройки контуров регулирования и ограничения выходных координат. Структура подчиненного регулирования системы управления электроприводом, типовые объекты регулирования, принципы настройки контуров и ограничения выходных координат.

Системы управления скоростью электропривода постоянного тока – структура и расчет.

Способы ограничения тока (момента) электродвигателя в электроприводе.

Непрерывные системы управления положением механизма.

Математическое описание асинхронного электродвигателя в неподвижной и вращающейся системах координат. Преобразование координат в векторной системе управления.

Законы скалярного управления асинхронным электродвигателем. Классическая и векторная широтно-импульсная модуляция. Разомкнутые системы скалярного управления асинхронным электродвигателем. Замкнутые системы скалярного управления.

Принцип векторного управления электроприводом переменного тока с ориентацией по вектору основного потокосцепления. Принцип векторного управления электроприводом переменного тока с ориентацией по вектору потокосцепления ротора. Функциональная структура системы векторного управления. Алгоритмическая структура системы векторного управления.

Система векторного управления синхронным двигателем.

Математическое описание вентильного электродвигателя. Система управления вентильным двигателем.

Квантование сигнала по уровню. Основные характеристики аналого-цифрового преобразователя. Ошибка квантования по уровню. Экстраполятор нулевого порядка. Структурная схема цифрового контура регулирования. Дискретная передаточная функция. Теорема о квантовании, методы восстановления сигналов. Способы аппроксимации

линейных дифференциальных уравнений (Эйлера, обратной разностью, Тустена) и выбор периода квантования. Цифровые ПИД-регуляторы.

Векторно-матричная форма описания электроприводов. Восстановление полного вектора состояния электропривода на основе наблюдателя. Метод модального синтеза регулятора системы управления электроприводов.

Системы управления электроприводов на основе нечёткой логики.

5.1. Основная литература

1. Терехов В. М., Осипов О. И. Системы управления электроприводов. — М., Изд. центр «Академия», 2005—300 с.

2. Соколовский Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. учебн. — М., Изд. центр «Академия», 2006—272 с.

5.2. Дополнительная литература

3. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами — Л. Энергоиздат, 1982—392 с.

4. Герман-Галкин С. Г. компьютерное моделирование полупроводниковых систем в Matlab 6.0. Учебное пособие. СПб., Корона принт, 2001. 320 с.

5. Лукас В. А. Теория управления техническими системами. Компактный учеб. курс для вузов. — 3-е издание. — Екатеринбург: изд-во УГГГА, 2002. 675 с.

6. Носырев М. Б., Карякин А. Л. Расчеты и моделирование САУ главных электроприводов одноковшовых экскаваторов. Учебное пособие. Свердловск, изд-во СГИ, 1987, 88 с.

7. Ключев В. И. Теория электропривода. М.: Энергоатомиздат, 2001 г.

8. Острём К., Виттенмарк Б. Системы управления с ЭВМ. — М. : Мир, — 1987—480 с.

9. Бабенко А. Г. Цифровые системы управления. — Изд-во УГГУ, — 2005—325 с.

6. Электрооборудование для электроснабжения горных и промышленных предприятий

6.1. Основные понятия и законы

Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени (по отраслям). Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.

Выбор систем и схем электроснабжения. Современные методы оптимизации систем электроснабжения, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения. Сокращение числа трансформации и выбор числа трансформации. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.

Качество электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.

Технико-экономические расчеты в системах электроснабжения и использование для этих целей современных компьютерных технологий. Теория интерполяции и аппроксимации; методы приближения функций в расчетах по электротехническим комплексам и системам.

Теория надежности и техническая диагностика в электроснабжении и преобразовании электрической энергии. Теория малых выборок, и ее использование в практике расчетов.

Компенсация реактивной мощности. Основные направления развития компенсирующих устройств.

Заземление электроустановок, молниезащита промышленных сооружений, жилых и культурно-бытовых зданий.

Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.

Электрический баланс в системах электроснабжения промышленных предприятий. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.

6.2. Основная литература

1. Федоров А. А. Основы электроснабжения предприятий. М.: Энергия, 1980.
2. Электрификация горного производства [Текст]. Учебник для вузов. В 2 т. Т.1. / Под ред. Л. А. Пучкова и Г. Г. Пивняка.- М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2007.- 511 с.
3. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий [Текст]. Учебник для вузов / Б. И. Кудрин.- 2-е изд.- М.: Интермет Инжиниринг, 2006.- 672 с.

6.3. Дополнительная литература

1. Липкин Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. М.: Высшая школа, 1990.
2. Крючков, И. П. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования [Текст]: учебное пособие /под ред. И. П. Крюčkова, В. А. Старшинова. – М. Academia, 2008.- 411 с.
3. Карякин, Р.Н. Заземляющие устройства промышленных электроустановок. Справочник электромонтажника [Текст]: Р. Н. Карякин, В. И. Солнцев / под. ред А.Д. Смирова и др. – М.: Энергоатомиздат, 1989.-191 с.

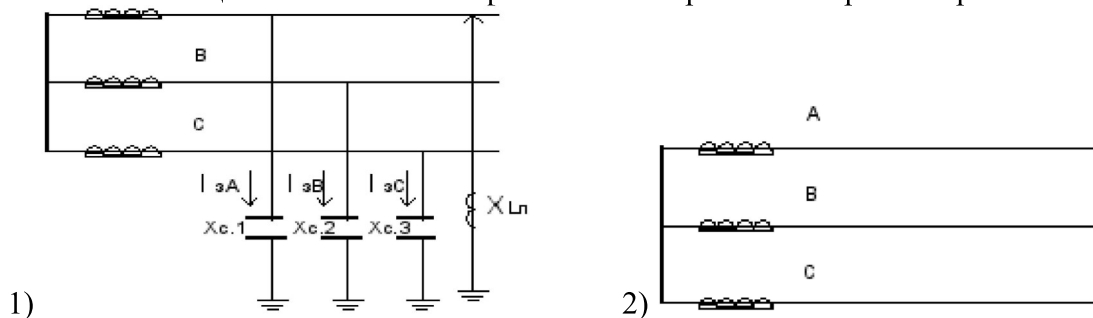
4. Пример тестовых заданий в билете

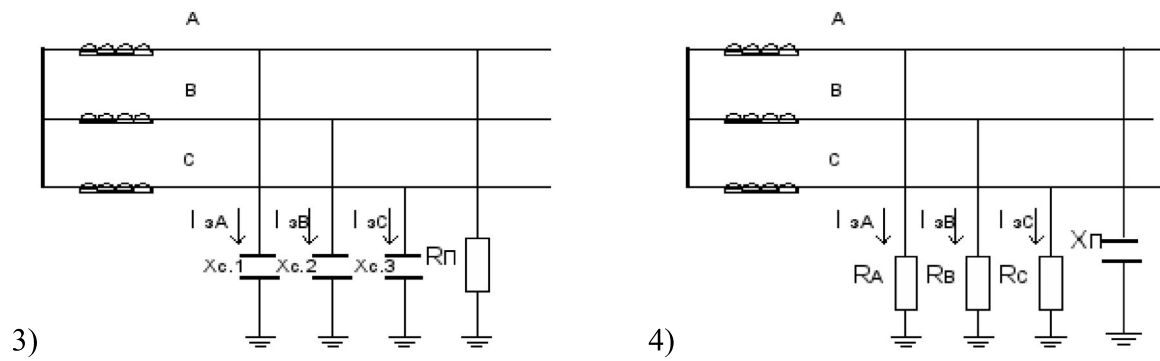
1. Для построения систем управления электроприводом переменного тока, приближающихся по свойствам к системам управления электроприводом постоянного тока, переменные в управляющем устройстве представлены: а) во вращающейся ортогональной системе координат; б) в неподвижной ортогональной системе координат; в) в неподвижной трехфазной системе координат.
2. Главный фактор, наличие которого не учитывает закон частотного управления асинхронным двигателем $U_1 / f_1 = const$: а) активное сопротивление обмоток; б)

взаимная индуктивность между обмотками; в) поток рассеяния; г) эффект вытеснения тока.

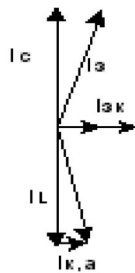
3. Желаемый закон регулирования при частотном управлении поддерживает постоянным: а) электромагнитный момент двигателя; б) пусковой момент двигателя; в) критический момент двигателя; г) коэффициент загрузки по эффективному моменту; д) стопорный момент двигателя; е) момент отсечки.
4. В состав системы непосредственного управления вращающим моментом асинхронного двигателя не входит: а) релейный регулятор; б) непрерывный регулятор; в) модель двигателя; г) логика оптимального переключения.
5. Количество возможных пар векторных произведений переменных АД, через которые можно вычислить электромагнитный момент двигателя: а) одна; б) три; в) шесть; г) девять.
6. Электропривод, в котором ротор асинхронного двигателя подключен к преобразователю частоты, а статор питается от сети: а) машина двойного питания; б) машина параллельного питания; в) системы непосредственного управления вращающим моментом; г) двухзонная система электропривода.
7. Аналог машины постоянного тока, в которой механический коммутатор (коллектор) заменен на полупроводниковый: а) транзисторный двигатель; б) вентильный двигатель; в) асинхронный двигатель с фазным ротором; г) шаговый двигатель.
8. Матрица C векторно-матричного описания определяет: а) собственные динамические свойства объекта; б) динамические свойства объекта по каналу управления; в) динамические свойства по каналу возмущения; г) вектор наблюдаемых координат; д) параметры объекта управления.
9. Для восстановления вектора состояния электропривода применяют: а) усилитель; б) фильтр; в) наблюдатель; г) регулятор; д) компаратор; е) компенсатор; ж) обратную связь; з) упредитель.
10. Функции принадлежности в системе фаззи-управления имеют вид: а) системы нелинейных уравнений; б) передаточных функций; в) системы линейных дифференциальных уравнений; г); системы дифференциальных уравнений в форме Коши; д) кусочно-линейных или гладких функций.
11. Системы адаптивного управления обеспечивают: а) желаемые показатели качества управления; б) сохранение заданных показателей качества управления при изменении параметров объекта управления; в) сохранение заданных показателей качества управления при изменении возмущающих воздействий; г) справедливы варианты *a, б*; д) справедливы варианты *б, в*; е) справедливы варианты *a, в*.

12. Схема замещения в сети с изолированной нейтралью в аварийном режиме.





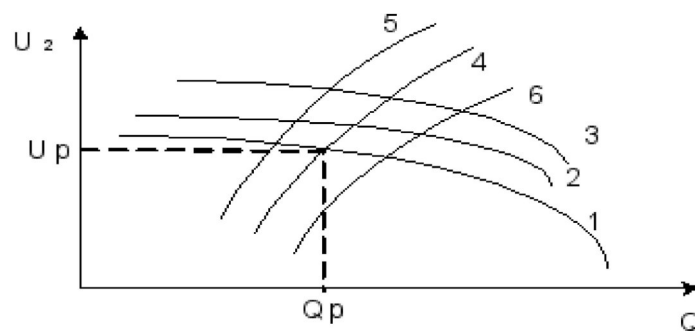
Режим, показанный на векторной диаграмме



1) До компенсации; 2) . Перекомпенсации; 3) Недокомпенсации; 4) Полной компенсации.

13. Чему равен коэффициент замыкания на землю в сети с эффективно заземленной нейтралью: 1) $K_z < 1,2$ 2) $K_z < 1,4$ 3) $K_z < 1,7$ 4) $K_z < 2,0$.

14. Зависимость а) уровня напряжения от потребляемой реактивной мощности $U_2 = f(Q)$, б) потребляемой реактивной мощности от уровня напряжения $Q = f(U_2)$



1. а) Графики 1,2,3; б) Графики 4,5,6;

2. а) Графики 4,5,6; б) Графики 1,2,3;

3. а) График 1; б) График 2;

4. а) График 4; б) График 5.

15. Источники несимметрии напряжения и токов при а) продольной и б) поперечной несимметрии:

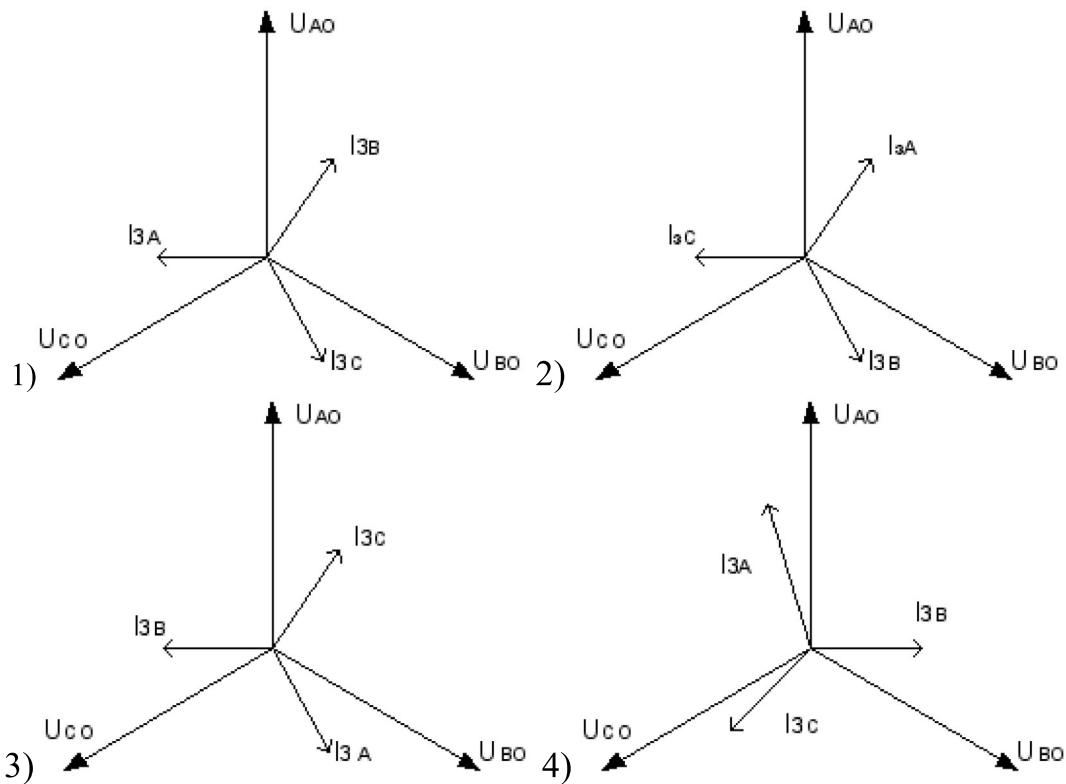
1. а) несимметрия источников тока, б) несимметрия нагрузки;

2. а) несимметрия нагрузки, б) несимметрия источников тока;

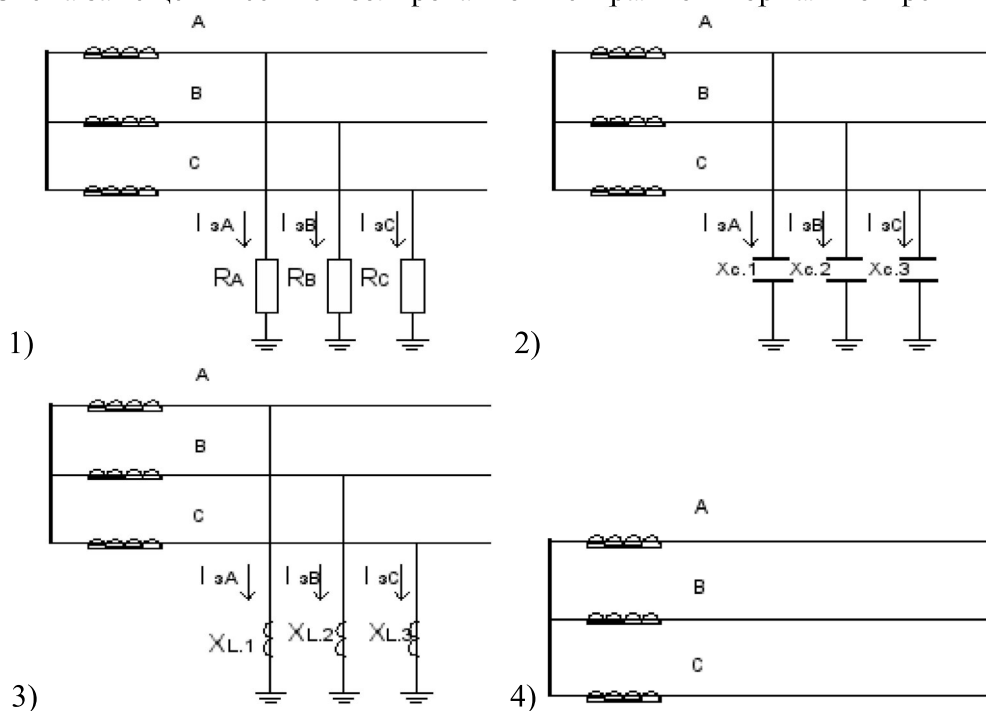
3. а) несимметрия емкостей, б) несимметрия индуктивностей;

4. а) несимметрия индуктивностей, б) несимметрия емкостей.

16. Векторная диаграмма сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.



17. Схема замещения сети с изолированной нейтралью в нормальном режиме.



18. Под динамической устойчивостью понимают: а) Сохранение динамических характеристик ЭД при неравномерном изменении нагрузки. б) Способность системы восстанавливать свое равновесие при внезапном, большом изменении режима ее работы в) Устойчивую работу ЭД при изменении его положения в пространстве.

19. По какому уравнению рассчитывают тепловой баланс электродвигателя (ЭД)? а) $Qdt = Cdt + A\tau dt$ б) $Qdt = Cdt - A\tau dt$ в) $Cd\tau = Qdt - A\tau dt$, где: C – теплоемкость ЭД; A –

теплоотдача ЭД; Qdt – количество теплоты, выделяемой ЭД за dt ; $Cd\tau$ – количество теплоты, идущей на нагрев ЭД; $A\tau dt$ – количество теплоты, выделяемой ЭД в окружающую среду за dt .

20. С помощью датчика обратной связи по скорости, векторное управление электродвигателем, обеспечивает диапазон регулирования скорости двигателя до (...) и выше: а) 1:1000; б) 1:100; в) 1:2000; г) 1:200.

Составил:

профессор кафедры

электрификации горных предприятий

А. Л. Карякин