

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова

**УТВЕРЖДАЮ:**  
Директор института  
энергетики и автоматизированных систем  
Лукьянов С.И.  
09 2018г.



**ПРОГРАММА**

вступительного испытания (междисциплинарного экзамена)  
для поступающих в магистратуру по направлению

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Программа «Электропривод и автоматика»

Магнитогорск, 2018 г.

Программа содержит перечень тем (вопросов) по дисциплинам базовой и вариативной частей профессионального цикла учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника, вошедших в содержание билетов (тестовых заданий) вступительных испытаний в магистратуру по направлению 13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника (программа «Электропривод и автоматика»).

Составители:

заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и мехатроники,  
доцент, канд. техн. наук Николаев А.А.,  
доцент кафедры автоматизированного электропривода и мехатроники, канд. техн.  
наук Шохин В.В.

Программа рассмотрена и рекомендована к изданию методической комиссией  
института энергетики и автоматизированных систем

« 26 » 09 2018 г., протокол № 1

Председатель  /С.И.Лукьянов/

Согласовано:

Руководитель ООП  /А.А.Николаев/

Заведующий кафедрой АЭПиМ  /А.А.Николаев/

## **1. Дисциплины, включенные в программу вступительных испытаний в магистратуру**

*из базовой части учебного плана бакалавриата 13.03.02*

- 1.1. Теоретические основы электротехники
- 1.2. Электрические машины
- 1.3. Электрический привод

*из вариативной части учебного плана бакалавриата 13.03.02*

- 1.4. Системы управления электроприводов
- 1.5. Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

## **2. Содержание учебных дисциплин**

### **2.1. Теоретические основы электротехники**

1. Линейные электрические цепи постоянного тока.
  - 1.1. Электрическая цепь и ее элементы. Идеализированные пассивные элементы и их характеристики.
  - 1.2. Законы Ома и Кирхгофа.
  - 1.3. Расчеты электрических цепей с одним источником методом эквивалентных преобразований.
  - 1.4. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод контурных токов.
  - 1.5. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод наложения.
  - 1.6. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод узловых потенциалов. Формула двух узлов.
  - 1.7. Методы анализа электрического состояния разветвленных цепей. Метод эквивалентного генератора.
2. Линейные однофазные цепи синусоидального тока.
  - 2.1. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.
  - 2.2. Способы представления электрических величин синусоидальных функций: временные диаграммы, вектора, комплексные числа.
  - 2.3. Особенности анализа разветвленных и неразветвленных цепей при синусоидальных воздействиях. Активное, реактивное, полное сопротивление цепи.
  - 2.4. Уравнения электрического равновесия цепей синусоидального тока. Запись уравнений в дифференциальной и комплексной формах.
  - 2.5. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока.
  - 2.6. Резонансы напряжения и токов.
  - 2.7. Активная, реактивная и полная мощности в цепях переменного тока.
  - 2.8. Индуктивно связанные элементы.
3. Линейные трехфазные цепи.
  - 3.1. Расчет симметричных режимов трехфазных режимов цепей.
  - 3.2. Расчет несимметричных режимов трехфазных цепей. Аварийные режимы.
  - 3.3. Мощность трехфазных цепей и методы ее измерения.

4. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.
  - 4.1. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.
  - 4.2. Установившиеся (принужденные) и свободные составляющие токов и напряжений при расчете переходных процессов.
  - 4.3. Расчет переходных процессов в электрических цепях с одним реактивным элементом.
  - 4.4. Последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим методом.
5. Нелинейные резистивные и магнитные цепи.
  - 5.1. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянном токе.
  - 5.2. Расчет магнитных цепей при постоянном токе. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.
  - 5.3. Явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с сердечником и конденсатора.
  - 5.4. Явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с сердечником и конденсатора.

### Литература для подготовки

#### Основная литература:

1. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков. - СПб.: «Лань», 2009. – 432 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/95>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-0699-9
2. Основы теории цепей [Текст]: учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А.Чепурнов; под ред. Г. Н. Арсеньева. – М.: Форум: Инфра-М, 2012. - 447 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0466-4
3. Попов, В.П. Основы теории цепей [Текст]: учебник / В.П. Попов. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2013. – 696 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс. – ISBN: 978-5-9916-2000-0.
4. Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей [Текст]: учебник / А. Ф. Белецкий. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [др.]: - Лань, 2009. - 543 с.: - ISBN 978-5-8114-0905-1

#### Дополнительная литература:

1. Аполлонский, С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебник / С. М. Аполлонский. - СПб.: Лань, 2012.– 592 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3188>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-1155-9
2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков. - СПб.: Лань, 2009.– 592 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/900>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-0800-9
3. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков, С.Д. Купальян, А.Б. Тимофеев, С.С. Хухриков. СПб.: Лань, 2010.– 432 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/644>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-0803-0
4. Прянишников, В.А. Теоретические основы электротехники [Текст]: курс лекций. / В.А. Прянишников. – Спб.: КОРОНА принт, 2000. – 368 с.
5. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи [Текст]: учебник / Л.А. Бессонов – М.: Гардарики, 1999. – 638 с.

4. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.
  - 4.1. Причины возникновения переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации.
  - 4.2. Установившиеся (принужденные) и свободные составляющие токов и напряжений при расчете переходных процессов.
  - 4.3. Расчет переходных процессов в электрических цепях с одним реактивным элементом.
  - 4.4. Последовательность расчета переходных процессов в электрических цепях классическим методом.
5. Нелинейные резистивные и магнитные цепи.
  - 5.1. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянном токе.
  - 5.2. Расчет магнитных цепей при постоянном токе. Законы Ома и Кирхгофа для магнитных цепей.
  - 5.3. Явление феррорезонанса при параллельном соединении катушки с сердечником и конденсатора.
  - 5.4. Явление феррорезонанса при последовательном соединении катушки с сердечником и конденсатора.

#### Литература для подготовки

##### Основная литература:

1. Атабеков, Г.И. Основы теории цепей [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков. - СПб.: «Лань», 2009. – 432 с. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/95>. – Заглавие с экрана. - ISBN:978-5-8114-0699-9
2. Основы теории цепей [Текст]: учебное пособие / Г.Н. Арсеньев, В.Н. Бондаренко, И.А.Чепурнов; под ред. Г. Н. Арсеньева. – М.: Форум: Инфра-М, 2012. - 447 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-8199-0466-4
3. Попов, В.П. Основы теории цепей [Текст]: учебник / В.П. Попов. – 7-е изд., перераб. и доп. - М.: Издательство Юрайт, 2013. – 696 с. – Серия: Бакалавр. Базовый курс. – ISBN: 978-5-9916-2000-0.
4. Белецкий, А.Ф. Теория линейных электрических цепей [Текст]: учебник / А. Ф. Белецкий. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [др.]: - Лань, 2009. - 543 с.: - ISBN 978-5-8114-0905-1

##### Дополнительная литература:

1. Аполлонский, С. М. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебник / С. М. Аполлонский. - СПб.: Лань, 2012.– 592 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3188>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-1155-9
2. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков. - СПб.: Лань, 2009.– 592 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/900>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-0800-9
3. Атабеков, Г.И. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле [Электронный ресурс]: учебник / Г.И. Атабеков, С.Д. Купалян, А.Б. Тимофеев, С.С. Хухриков. СПб.: Лань, 2010.– 432 с.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/644>. – Заглавие с экрана.- ISBN:978-5-8114-0803-0
4. Прянишников, В.А. Теоретические основы электротехники [Текст]: курс лекций. / В.А. Прянишников. – СПб.: КОРОНА принт, 2000. – 368 с.
5. Бессонов, Л.А. Теоретические основы электротехники: Электрические цепи [Текст]: учебник / Л.А. Бессонов – М.: Гардарики, 1999. – 638 с.

## 2.2. Электрические машины

1. Электрические машины постоянного тока.
  - 1.1. Конструкция машин, магнитная цепь, кривая намагничивания
  - 1.2. Электромагнитный момент, эдс обмотки якоря, понятие реакции якоря, коммутация.
  - 1.3. Генераторы постоянного тока (классификация, энергетическая диаграмма, характеристики, параллельная работа генераторов).
  - 1.4. Двигатели постоянного тока, принцип обратимости машин, энергетическая диаграмма, уравнения, электромеханические характеристики, пуск и регулирование скорости
  - 1.5. Потери и КПД машин постоянного тока.
2. Трансформаторы
  - 2.1. Однофазные трансформаторы (назначение, классификация, конструкция и принцип действия, холостой ход трансформатора, схема замещения, уравнения ЭДС и МДС, режим короткого замыкания, работа под нагрузкой, характеристики)
  - 2.2. Трехфазные трансформаторы (магнитные системы, ЭДС трехфазных обмоток, схемы и группы соединения, параллельная работа, характеристики).
3. Машины переменного тока.
  - 3.1. Классификация, конструкция, принцип действия, ЭДС обмоток переменного тока, намагничивающие силы обмоток, индуктивные сопротивления
  - 3.2. Асинхронная машина (электромагнитные процессы при неподвижном и вращающемся роторе, приведение рабочего процесса вращающейся машины к неподвижной, основные уравнения, векторные диаграммы, схемы замещения, режимы работы, электромагнитная мощность и момент).
  - 3.3. Механические, электромеханические и рабочие характеристики асинхронного двигателя, рабочие характеристики, способы пуска и регулирования частоты вращения АД, однофазные АД, принцип действия.
  - 3.4. Синхронная машина (классификация и конструкция, электромагнитные процессы в синхронной машине в режиме холостого хода и под нагрузкой)
  - 3.5. Параллельная работа синхронных генераторов (характеристики синхронных генераторов, электромагнитная мощность, синхронизирующая мощность и момент,  $U$  – образные характеристики).
  - 3.6. Синхронный двигатель (основные энергетические соотношения и векторные диаграммы, способы пуска, рабочие характеристики, реактивные синхронные двигатели, регулирование реактивной мощности, синхронные компенсаторы).

### Литература для подготовки

1. Беспалов В.Я. Электрические машины. [Текст]: учебное пособие / В.Я. Беспалов, Н.Ф. Котеленец.- 3-е изд., стер.- М.: Академия, 2010.- 313с.: ил., табл.- (Высшее проф. образование :Электротехника).- ISBN 5-7695-2228-3.
2. Копылов И.П. Электрические машины. [Текст]: учебник / И.П.Копылов.- 6-ое изд., стер.- М : Высшая школа, 2009.- 607 с.: ил., табл., схемы.- ISBN 5- 06- 003841- 6
3. Встовский А.Л. ,Электрические машины. [Текст] : учебное пособие / А.Л. Встовский.- М.: СФУ Издательство, 2013.- 464 с.: - 978- 5- 7638- 2518- 3ISBN.
4. Вольдек А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы. [Текст] : учебник / А.И.Вольдек, В.В.Попов. : Питер, 2007.- 319 с.: ил.- (Учебник для ВУЗов).- ISBN 5- 469- 01380- 4.
5. Вольдек А.И. Электрические машины. Машины переменного тока. [Текст]: учебник / А.И.Вольдек, В.В.Попов : Питер, 2008.- 349 с.: ил.- (учебник для ВУЗов). - ISBN 978- 5- 469- 01381- 5.

6. Епифанов А.П. Электрические машины [Электронный ресурс]: Учебник. СПб : Издательство «Лань», 2006.- 272 с.: ил.- Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/591/>- Загл. с экрана.- isbn 5g- 8114- 0669- X.
7. Копылов И.П. Проектирование электрических машин. [Текст]: учебник / И.П.Копылов, В.П.Клоков, В.П.Морозкин и др. – М.: Высшая школа, 2005. – 757 с.- ISBN 5- 06- 004032- 1/
8. Гольдберг О.Д. Электромеханика [Электронный ресурс]: учебник /О.Д.Гольдберг, С.П.Хелемская; под ред. О.Д.Гольдберга . – М.: Издательский центр «Академия», 2007.- 504 с.
9. Костенко М.П. Электрические машины. [Текст]: учебник в 2-х т. /М.П.Костенко, Л.М.Пиотровский. – Л.: Энергоатомиздат, 1972.- 548 с.,648 с.

### 2.3. Электрический привод

Электропривод как система

2. Механическая часть силового канала электропривода

2.1. Уравнение движения электропривода

2.2. Приведение моментов статических сопротивлений, моментов инерции вращающихся элементов, поступательно движущихся масс к валу двигателя

2.3. Механические характеристики механизмов, активные и реактивные моменты (силы)

2.4. Механические характеристики двигателей и производственных механизмов  $\omega=f(M)$ ,  $\omega=f(MC)$

2.5. Механические переходные процессы при  $MC = \text{const}$   $I = \text{const}$ . Определение времени пуска, торможения свободного выбега.

3. Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока

3.1. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения

3.2. Характеристики и режимы работы электроприводов с двигателями независимого, последовательного и смешанного возбуждения. Номинальные режимы. Допустимые значения координат.

3.3. Пусковые, тормозные режимы и регулирование координат электроприводов с двигателями постоянного тока.

4. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями

4.1. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электроприводов. Формулы Клосса. Естественная и искусственная характеристики

4.2. Пусковые, тормозные режимы и регулирование скорости асинхронных электроприводов. Перегрузочная способность

4.3. Механические характеристики синхронного электропривода. Угловая характеристика, способы пуска, торможения и регулирования скорости.

5. Электрическая часть силового канала электропривода

5.1. Структура силового канала электропривода. Преобразователи электрической энергии. Выпрямители, инверторы, источники тока. Принцип действия преобразователей, схемы, техническая реализация

5.2. Система тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока

5.3. Система преобразователь частоты – двигатель переменного тока

5.4. Электромеханические и механические характеристики электроприводов с преобразователями энергии

6. Принципы управления в электроприводе

6.1. Разомкнутая система управления электропривода. Реостатное управление двигателями постоянного и переменного тока. Системы РКСУ. Реостатное регулирование

скорости, изменением магнитного потока, напряжения, напряжения и частоты переменного тока

6.2. Переходные процессы в разомкнутых электроприводах. Электромеханическая и электромагнитная постоянные времени.

6.3. Классические методы расчета переходных процессов в электроприводах с линейными механическими характеристиками

6.4. Переходные процессы в электроприводах постоянного и переменного тока (системы ТП-Д и ПЧ-АД) без учета электромагнитной инерции

7. Элементы проектирования электроприводов

7.1. Основные этапы инженерного проектирования электроприводов: постановка и анализ задачи проектирования, поиск возможных решений, выбор двигателей, передаточных устройств, преобразователей

7.2. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Тепловая модель двигателя, стандартные режимы S1-S8

7.3. Проверка двигателей по нагреву и перегрузке. Элементы теории надежности

7.4. Выбор двигателей по мощности для различных режимов работы электроприводов. Расчет нагрузочных диаграмм и тахограмм

### **Литература для подготовки**

1. Косматов, В.И. Электрический привод [Текст]: учеб. пособие / В.И. Косматов; МГТУ им Г.И. Носова. – Магнитогорск, 2012. – 199 с.
2. Москаленко, В.В. Электрический привод [Электронный ресурс]: учебник / В.В. Москаленко. – М.: ИНФРА – М., 2015. – 364 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – Режим доступа: [www.dx.doi.org/10.12737/4557](http://www.dx.doi.org/10.12737/4557). – ISBN 978-5-16-009474-8 (print). – ISBN 978-5-16-100607 (online)
3. Лукин, А.Н. Электрический привод [Текст] : учебное пособие / А.Н. Лукин, В.И. Косматов ; МГТУ. – Магнитогорск, 2009 г. – 170 с.
4. Ильинский, Н.Ф. Основы электропривода [Текст] : учебное пособие / Н.Ф. Ильинский.- М.: МЭИ, 2003.
5. Онищенко, Г.Б. Электрический привод [Текст]: учебник для вузов / Г.Б. Онищенко. – М.: РАСХН, 2003 . – 320 с. – М.: Академия, 2006.

### **2.4. Системы управления электроприводов**

1. Релейно-контакторные схемы управления электроприводами. Защиты в схемах электропривода. Блокировки и сигнализация в схемах электропривода.
2. Системы управления электроприводов (система ТП-Д) с параллельными обратными связями (СУЭП с обратными связями по напряжению, току, скорости).
  - 2.1. Понятие замкнутой системы регулирования, обратные связи.
  - 2.2. Свойства системы управления электроприводом по системе ТП-Д с отрицательной обратной связью по напряжению.
  - 2.3. Свойства системы управления электроприводом по системе ТП-Д с отрицательной обратной связью по скорости.
  - 2.4. Свойства системы управления электроприводом по системе ТП-Д с положительной обратной связью по току.
  - 2.5. Свойства системы управления электроприводом по системе ТП-Д с задержанной отрицательной обратной связью по току
3. Системы управления с подчиненным регулированием координат.
  - 3.1. Понятие оптимального переходного процесса. Настройка контура регулирования на модульный оптимум. Передаточная функция регулятора.
  - 3.2. Настройка контура регулирования якорного тока на модульный оптимум.



- 3.3. Настройка контура регулирования скорости на модульный оптимум.
- 3.4. Свойства однократно интегрирующей системы регулирования (П – РС, ПИ – РТ).
- 3.5. Свойства двукратно интегрирующей системы регулирования (ПИ-РС, ПИ – РТ).
- 3.6. Применение задатчика интенсивности в системе управления электроприводом.
- 3.7. Свойства позиционной системы управления электроприводом.
- 3.8. Двухзонная система управления электроприводом.
4. Система преобразователь частоты – асинхронный двигатель (ПЧ-АД). Общие принципы частотного регулирования координат асинхронного двигателя.
  - 4.1. Система скалярного управления (свойства, достоинства и недостатки, характеристики, структурные схемы).
  - 4.2 Система векторного управления (свойства, достоинства и недостатки, характеристики, структурные схемы, настройка контурных регуляторов).
  - 4.3. Система прямого управления моментом АД (свойства, достоинства и недостатки, характеристики, структурные схемы).
  - 4.4. Система управления синхронным двигателем
  - 4.4. Система управления электроприводом с вентильным двигателем.

### Литература для подготовки

1. Анучин, А. С. Системы управления электроприводов [Текст]: учебник для вузов. — М.: Издательский дом МЭИ, 2015. — 373. с.: ил .ISBN 978-5-383-00918-5
2. Ощепков, А. Ю. Системы автоматического управления: теория, применение, моделирование в MATLAB [Электронный ресурс]: Учебное пособие.- 2-е изд., испр. и доп.-СПб.: Издательство «Лань», 2013.- 208 с.: ил.-(Учебники для вузов. Специальная литература).- Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=5849](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5849).- Заглавие с экрана.- ISBN 978-5-8114-1471-0
3. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводов [Текст]: учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 293с. : ил., граф., схемы, табл. - ISBN 978-5-9967-0297-8.
4. Фомин, Н. В. Системы управления электроприводами. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1 электрон.опт. диск (CD-ROM).
5. Ившин, В. П., Перухин, М. Ю. Современная автоматика в системах управления технологическими процессами [Электронный ресурс]: Учеб.пособие.- М.: ИНФРА-М, 2014.- 400 С. (Высшее образование.Бакалавриат)/- Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=430323> .- Заглавие с экрана- ISBN 978-5-16-005162-8
6. Фомин, Н. В. Системы подчиненного регулирования координат в электроприводах постоянного тока [Текст] : учебное пособие / Н. В. Фомин ; МГТУ, [ каф. АЭиМ ]. - Магнитогорск, 2010. - 199с. : ил., граф., схемы, табл.
7. Соколовский, Г. Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст]: учеб.для высших учебных заведений – М.: Изд. центр Академия, 2006. – 272 с.
8. Терехов, В. М. Системы управления электроприводов [Текст]: Учебник для студ. высш. учеб.заведений /В. М. Терехов; О. И. Осипов; под ред. В. М. Терехова.- М.: Изд. центр «Академия», 2005.-305 с.
9. Виноградов, А. Б. Векторное управление электроприводами переменного тока [Текст]: ГОУ ВПО «Ивановский государственной энергетический университет им. В. И. Ленина».- Иваново, 2008, - 298 с.

## 2.5. Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

3. Силовая часть автоматизированного электропривода в металлургии.
  - 3.1. Приводы постоянного тока (особенности двигателей и преобразователей)
  - 3.2. Приводы переменного тока (асинхронные и синхронные двигатели, их характеристики, преобразователи частоты с непосредственной связью и со звеном постоянного тока, автономные инверторы напряжения и тока, рекуперативный выпрямитель, возврат энергии в сеть, преобразователи на низкое и среднее напряжение)
4. Системы регулирования в электроприводах металлургического производства.
  - 4.1. Системы регулирования скорости в электроприводах постоянного тока (однозонные и двухзонные), типовые структурные схемы.
  - 4.2. Системы регулирования скорости в электроприводах переменного тока (скалярные, векторные), типовые структуры.
  - 4.3. Датчики в электроприводах в металлургической промышленности.
5. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах постоянного тока.
  - 5.1. Системы регулирования тока и скорости в комплектных электроприводах
  - 5.2. Структурная схема САРС при однозонном и двухзонном регулировании скорости.
  - 5.3. Регулирование тока (потока) возбуждения в комплектных электроприводах.
  - 5.4. Регулирование положения механизмов в комплектных электроприводах. Особенности построения регуляторов для систем регулирования положения.
6. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах переменного тока.
  - 6.1. Реализация типовых структур систем регулирования в электроприводах переменного тока.
  - 6.2. Построение систем регулирования скорости в электроприводах переменного тока с применением микропроцессорных устройств.
  - 6.3. Построение регуляторов тока, скорости, ЭДС, узлов задания скорости.
  - 6.4. Параметрирование систем регулирования скорости.
7. Автоматизированный электропривод в доменном производстве.
  - 7.1. Технология доменного производства.
  - 7.2. Основное технологическое оборудование в доменных цехах. Требования к электроприводам основных механизмов.
  - 7.3. Автоматизированный электропривод скипового подъемника доменной печи.
8. Автоматизированный электропривод сталеплавильного производства.
  - 8.1. Технология и оборудование сталеплавильного производства.
  - 8.2. Особенности конвертерного производства стали.
  - 8.3. Технологическое оборудование в конвертерном производстве.
  - 8.4. Автоматизированный электропривод механизма поворота конвертера.
  - 8.5. Автоматизированный электропривод механизма подъема фурмы.
  - 8.6. Технологическое оборудование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Общие требования к электроприводам МНЛЗ.
  - 8.7. Автоматизированный электропривод механизма качания кристаллизатора.
9. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве.
  - 9.1. Технология и оборудование прокатного производства.
  - 9.2. Типы прокатных станов. Основные понятия теории прокатки.
10. Автоматизированный электропривод реверсивных станов горячей прокатки.
  - 10.1. Технологические процессы. Тахограмма и нагрузочная диаграмма. Требования к электроприводу. Оптимальная диаграмма скорости и тока.
  - 10.2. Типовые решения для силовой части электропривода.
  - 10.3. Система автоматического регулирования скорости. Особенности построения САРС при индивидуальном электроприводе валков.
11. Автоматизированный электропривод непрерывных листовых станов горячей прокатки.
  - 11.1. Типы прокатных станов. Технологическое оборудование.
  - 11.2. Технологические режимы. Требования к электроприводам.

- 11.3. Типовые решения для силовой части электроприводов и САРС. САРС чистовой клетки непрерывного широкополосного стана горячей прокатки.
12. Автоматизированный электропривод станов холодной прокатки.
  - 12.1. Типы прокатных станов.
  - 12.2. Технологические процессы при производстве холодного проката. Технологические режимы на непрерывных листовых станах холодной прокатки.
  - 12.3. Требования к электроприводам валков непрерывных листовых станов. Построение силовой части электроприводов и САРС.
13. Автоматизированный электропривод вспомогательных механизмов прокатных станов.
  - 13.1. Конструкция механизмов.
  - 13.2. Технологические режимы. Требования к электроприводам.
  - 13.3. Нажимные устройства клетей.
  - 13.4. Ножницы для резки металла.
  - 13.5. Рольганги.
  - 13.6. Намоточно-размоточные механизмы.
  - 13.7. Особенности построения систем автоматизированного электропривода указанных механизмов.

### Литература для подготовки

#### Основная литература:

1. Белов, М.П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов [Текст] : учебник для студ. высш. учеб.заведений / Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. – 3-е изд., испр. - М.: Издательский центр «Академия», 2007.-576с. – режим доступа: <http://techlibrary.ru/> - заглавие с экрана - ISBN 978-5-7695-4497-2
2. Шохин, В.В. Автоматизированный электропривод механизмов металлургического производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В.Шохин, А.С.Сарваров. - ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова». - Электрон.текстовые дан. (2,42 Мб). - Магнитогорск : ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. - 1 электрон, опт.диск (CD-R). – Загл. с титул. экрана. - № гос.регистрации 0321302198

#### Дополнительная литература

- 1.Фролов, Ю.М. Проектирование электропривода промышленных механизмов [Текст] / Фролов Ю.М. Шелякин В.П. - Издательство: "Лань", 1-е изд., 2014. - 448 стр. – режим доступа: [http://e.lanbook.com/enter.php?su\\_lm=-1](http://e.lanbook.com/enter.php?su_lm=-1) - заглавие с экрана - ISBN 978-5-8114-1571-7
- 2.Никитенко, Г. В. Электропривод производственных механизмов [Текст] / Никитенко Г. В. - Издательство "Лань" 2-е изд., испр. и доп., 2013. - 208 стр. – режим доступа: [http://e.lanbook.com/enter.php?su\\_lm=-1](http://e.lanbook.com/enter.php?su_lm=-1) - заглавие с экрана - ISBN 978-5-8114-1468-0
3. Москаленко, В.В. Системы автоматизированного управления электропривода [Текст] : Учебник / В.В. Москаленко. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 208 с.: 60x90 1/16. - (Среднее профессиональное образование). (переплет) – режим доступа: <http://znanium.com/index.php?logout> - заглавие с экрана - ISBN 978-5-16-005116-1 =1
- 4.Бычков, В.П. Электропривод и автоматизация металлургического производства [Текст] /В.П.Бычков. - М.: Высшая школа, 1977.
- 5.Марголин, Ш.М. Электрооборудование конвертерных цехов [Текст] / Ш.М. Марголин - М.: Металлургия, 1977.
6. Марголин, Ш.М. Электропривод машин непрерывного литья заготовок [Текст] / Марголин Ш.М. - М.: Металлургия, 1987.
- 7.Комплектные тиристорные электроприводы : Справочник. Под ред. В.М.Перельмутера. - М.: Энергоатомиздат,1988.

#### Интернет-ресурсы:

1. Управляемые преобразователи и их компоненты для систем электроприводов переменного тока: [www.automation-drives.ru](http://www.automation-drives.ru), [www.schneider-electric.ru](http://www.schneider-electric.ru), [www.omron.com](http://www.omron.com), [www.boschclirexroth.ru](http://www.boschclirexroth.ru), [www.yaskawa.com](http://www.yaskawa.com), [www.ab.com](http://www.ab.com), [www.mitsubishi-automation.com](http://www.mitsubishi-automation.com), [www.keb.de](http://www.keb.de), [www.lenze.de](http://www.lenze.de), [www.vacon.com](http://www.vacon.com), [www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru), [www.alstom.com](http://www.alstom.com), [www.sew-eurodrive.ru](http://www.sew-eurodrive.ru), [www.flender.com](http://www.flender.com), [www.abb.com](http://www.abb.com), [www.rakurs.com](http://www.rakurs.com), [www.bcc.ru](http://www.bcc.ru)

2. Высоковольтные электроприводы: [www.automation-drives.ru](http://www.automation-drives.ru), [www.ab.com](http://www.ab.com) ,  
[www.mitsubishi-automation.com](http://www.mitsubishi-automation.com) , [www.alstom.com](http://www.alstom.com) , [www.abb.com](http://www.abb.com), [www.rakurs.com](http://www.rakurs.com) , [www.bcc.ru](http://www.bcc.ru)
3. Электродвигатели и мотор-редукторы: [www.automation-drives.ru](http://www.automation-drives.ru), [www.omron.com](http://www.omron.com) ,  
[www.bosclirexroth.ru](http://www.bosclirexroth.ru), [www.heidenhain.com](http://www.heidenhain.com) , [www.fagorautomation.ru](http://www.fagorautomation.ru), [www.ab.com](http://www.ab.com),  
[www.yaskawa.com](http://www.yaskawa.com) , [www.keb.de](http://www.keb.de) , [www.lenze.de](http://www.lenze.de), [www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru) , [www.baumueller.com](http://www.baumueller.com) , [www.sew-eurodrive.ru](http://www.sew-eurodrive.ru) ,  
[www.flender.com](http://www.flender.com) , [www.abb.com](http://www.abb.com), [www.reduktor.ru](http://www.reduktor.ru) , [www.eldin.ru](http://www.eldin.ru) , [www.vemz.ru](http://www.vemz.ru),  
[www.automation-drives.ru](http://www.automation-drives.ru), [www.omron.com](http://www.omron.com) , [www.bosclirexroth.ru](http://www.bosclirexroth.ru), [www.heidenhain.com](http://www.heidenhain.com) ,  
[www.fagorautomation.ru](http://www.fagorautomation.ru), [www.ab.com](http://www.ab.com), [www.yaskawa.com](http://www.yaskawa.com) , [www.keb.de](http://www.keb.de) , [www.lenze.de](http://www.lenze.de),  
[www.danfoss.ru](http://www.danfoss.ru) , [www.baumueller.com](http://www.baumueller.com) , [www.sew-eurodrive.ru](http://www.sew-eurodrive.ru) , [www.flender.com](http://www.flender.com) , [www.abb.com](http://www.abb.com),  
[www.reduktor.ru](http://www.reduktor.ru) , [www.eldin.ru](http://www.eldin.ru) , [www.vemz.ru](http://www.vemz.ru)
4. Средства модернизации существующих электроприводов постоянного тока:  
[www.automation-drives.ru](http://www.automation-drives.ru)

### 1. Пример экзаменационного билета (тестового задания)

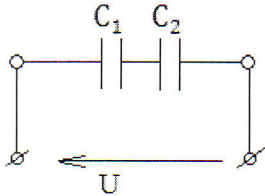
Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова»

Утверждаю:  
Руководитель ООП  
\_\_\_\_\_/А.А.Николаев/  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ (ТЕСТОВАЯ ФОРМА)

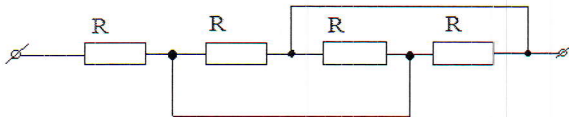
### Теоретические основы электротехники

1. Два конденсатора емкостью  $C_2=2C_1$  соединены последовательно и подключены к источнику напряжения  $U$ . Каково будет соотношение между их зарядами?



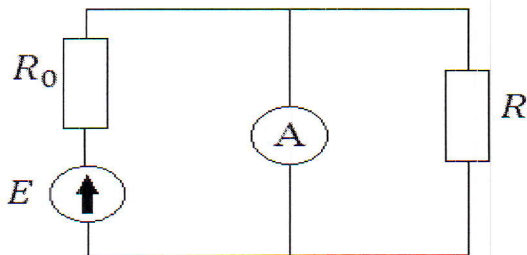
1.  $q_1=q_2$
2.  $q_2=2q_1$
3.  $q_1=q_2$
4.  $q_1=(1/3)q_2$

2. Эквивалентное сопротивление цепи равно:



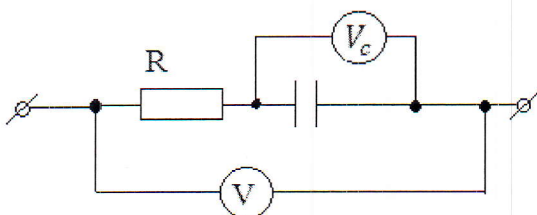
1.  $4R$
2.  $R/4$
3.  $R$
4.  $4/3R$

3. Чему будет равно показание амперметра с нулевым внутренним сопротивлением, включенного в цепь, как показано на рисунке?



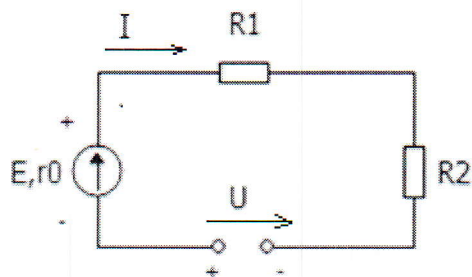
1.  $I = \frac{E}{R_0 + R}$
2.  $I = \frac{E}{R_0}$
3.  $I = 0$
4.  $I = \frac{E}{R}$

4. Чему равно показание вольтметра  $V$ , включенного в цепь постоянного тока, если вольтметр  $V_c$  показывает 24В, а сопротивление  $R=16$  Ом.



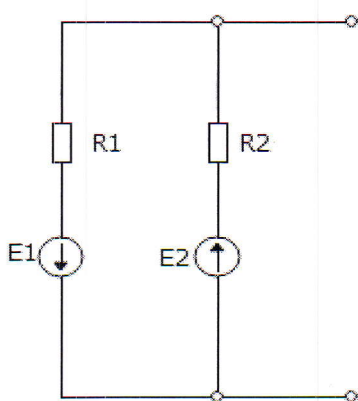
1. 56 В
2. 12 В
3. 24 В
4. 0 В

5. Записать второй закон Кирхгофа для цепи:



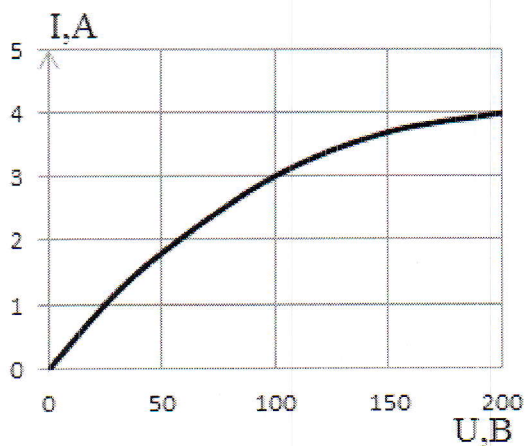
1.  $I(R_1 + R_2 + r_0) - U = E$
2.  $I(R_1 + R_2) = E + U$
3.  $I(R_1 + R_2 + r_0) + U = E$
4.  $IR_1 - IR_2 + Ir_0 - U = E$

6. Дано:  $E_1=50$  В,  $E_2=70$  В,  $R_1=5$  Ом,  $R_2=7$  Ом. Определить ЭДС эквивалентного генератора:



1.  $E_3=120$  В
2.  $E_3=20$  В
3.  $E_3=25$  В
4.  $E_3=0$  В

7. Два одинаковых нелинейных сопротивления, вольтамперная характеристика каждого из которых изображена на графике, соединены последовательно. К цепи приложено напряжение 200 В. Найти ток:



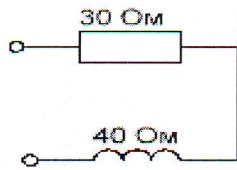
1. 4 А
2. 2.3 А
3. 3.2 А
4. 4.4,5 А

8. Найти напряжение на зажимах катушки имеющей индуктивность  $L=0,062$  Г, пренебрегая ее омическим сопротивлением, если ток в ней в данный момент времени равномерно возрастает со скоростью 1100 А/сек.

1. 68,2 В
2. 110 В
3. 6,82 В

4. 0 В

9. К цепи приложено синусоидальное напряжение. Чему равно полное сопротивление?



- 1. 1.100 Ом
- 2. 2.50 Ом
- 3. 3.70 Ом
- 4. 4.40 Ом

10. Какой характер нагрузки имеет цепь, если ток и напряжение выражаются функциями  $i = I_m \sin(\omega t + 30^\circ)$ ;  $U = U_m \sin(\omega t + 30^\circ)$ ;

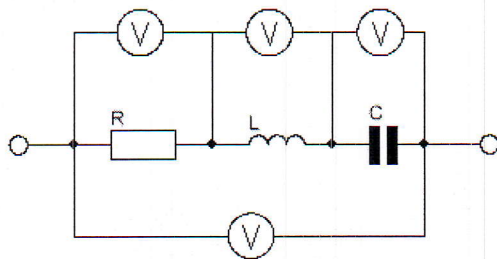
- 1. Активный
- 2. Емкостный
- 3. Активно-индуктивный
- 4. Индуктивный

11. Найти синусоидальную функцию времени, изображенную комплексным действующим значением:

$$I = 5e^{j90^\circ} A;$$

- 1.  $i = 5\sqrt{2} \sin \omega t$
- 2.  $i = 5\sqrt{2} \sin(\omega t + 90^\circ)$
- 3.  $i = 5\sqrt{2} \sin(\omega t - 90^\circ)$
- 4.  $i = 5 \sin(\omega t + 90^\circ)$

12. Какие условия необходимы, чтобы все четыре вольтметра показывали одно и то же значение?



- 1.  $\omega L = \frac{1}{\omega C}$
- 2.  $R = \omega L = \frac{1}{\omega C}$
- 3.  $R = \omega L$
- 4.  $R = \frac{1}{\omega C}$

13. Заданы мгновенные значения тока и напряжения:

$$i = 5\sqrt{2} \sin(\omega t + 60^\circ) \text{ и } U = 10\sqrt{2} \sin \omega t$$

Определить активную мощность

- 1. P=50 Вт
- 2. P=25 Вт
- 3. P=100 Вт
- 4. P=0 Вт

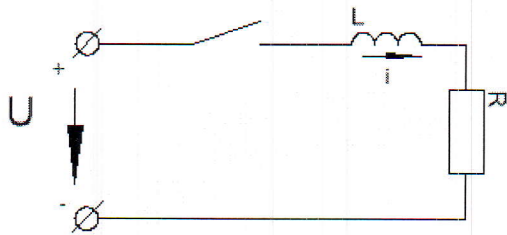
14. Линейное напряжение в трехфазной цепи это:

1. разность потенциалов точек в начале и конце провода линии
2. напряжение между двумя линейными проводами
3. произведение тока в линии на полное сопротивление фазы нагрузки
4. напряжение между началом и концом фазы

15. Симметричный трехфазный потребитель, соединенный в звезду, подключен к четырехпроводной трехфазной сети с напряжением 220В. Определить ток в нейтральном проводе, если сопротивление фазы приемника 22 Ом.

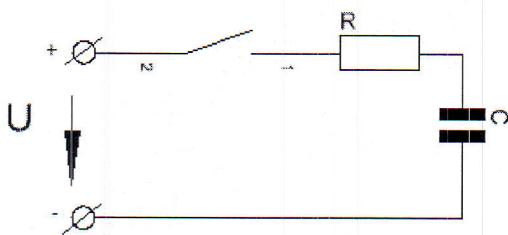
1.  $I_0 = 10 \text{ A}$ ;
2.  $I_0 = 30 \text{ A}$ ;
3.  $I_0 = 0 \text{ A}$ ;
4.  $I_0 = 20 \text{ A}$ ;

16. В цепи, представленной на рисунке, определить переходной ток.



1.  $i = 0$
2.  $i = \frac{U}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$
3.  $i = \frac{U}{R} - \frac{U}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$
4.  $i = -\frac{U}{R} e^{-\frac{R}{L}t}$

17. Как изменится время переходного процесса в цепи, если R увеличить в 2 раза.



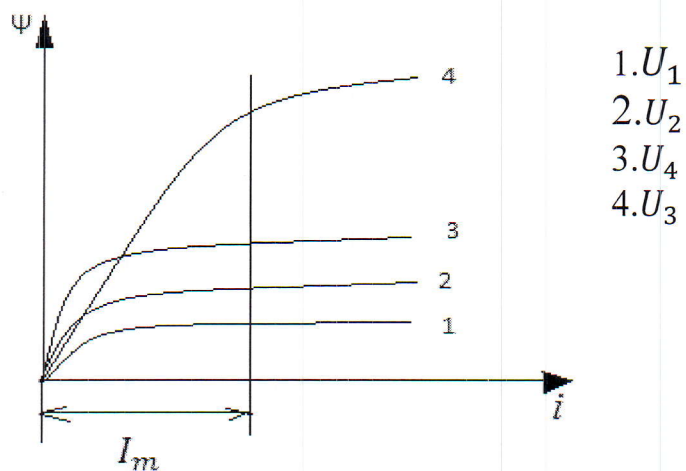
1. не изменится
2. увеличится в 2 раза
3. уменьшится в 2 раза
4. увеличится в 4 раза

18. Первый закон коммутации записывается :

1.  $U_R(-0) = U_R(+0)$
2.  $i_C(-0) = i_C(+0)$
3.  $i_L(-0) = i_L(+0)$
4.  $i_R(-0) = i_R(+0)$

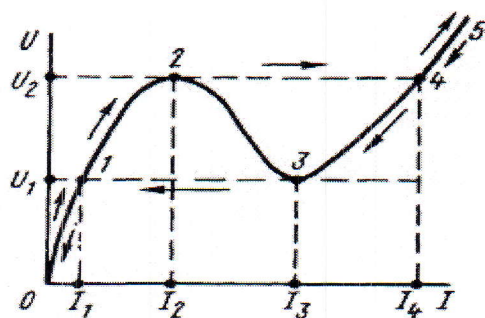


19. Четыре катушки с ферромагнитными сердечниками, соединены последовательно и находятся в режиме заданного синусоидального тока с амплитудой  $I_m$ . Напряжение какой катушки ( $U_1, U_2, U_3$  или  $U_4$ ) будет наиболее близким к синусоидальному, если вебер-амперные характеристики представлены на рисунке.



1.  $U_1$
2.  $U_2$
3.  $U_4$
4.  $U_3$

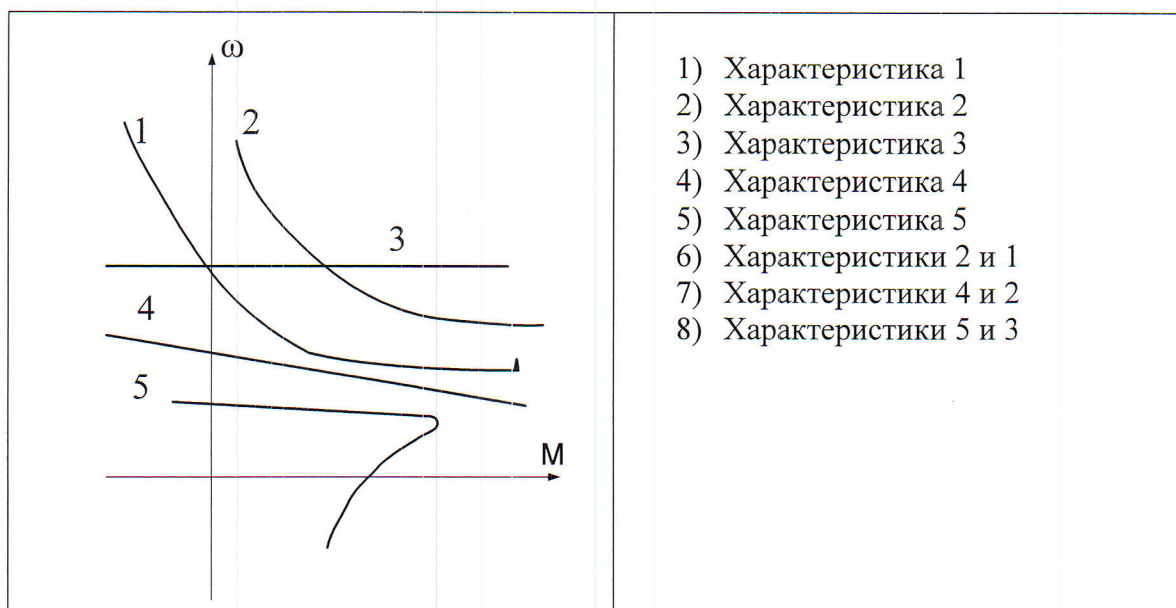
20. Указать на кривой  $U=f(i)$  точку феррорезонанса напряжений.



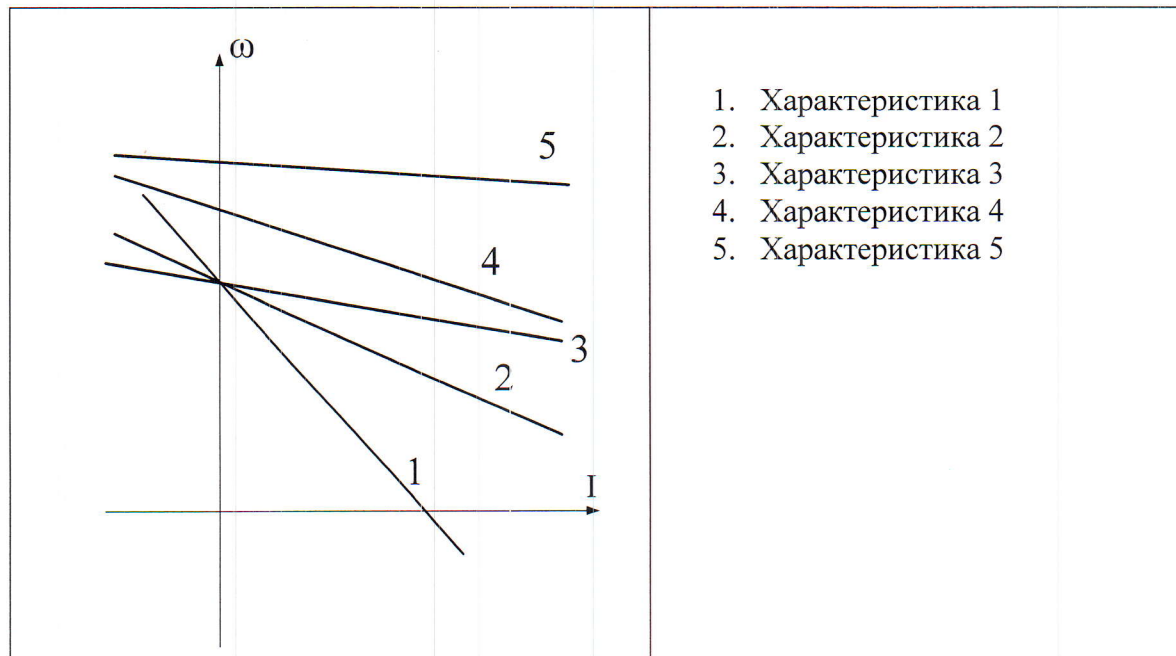
- 1.1
- 2.2
- 3.3
- 4.4

## Электрические машины

1. Какая характеристика принадлежит двигателю постоянного тока, смешанного возбуждения?



2. Какая характеристика соответствует работе двигателя постоянного тока независимого возбуждения при ослаблении магнитного потока?



3. Какие условия соответствуют работе двигателя постоянного тока на естественной характеристике?
1. Напряжение номинальное.
  2. Ток номинальный.
  3. Номинальный момент.
  4. Номинальная скорость.
  5. Номинальные магнитный поток и напряжение и отсутствие добавочных резисторов в якорной цепи.
4. Выберите правильное определение назначения компенсационной обмотки (КО) машины постоянного тока.
- 1) КО размещена на главных полюсах машины и служит для улучшения условий коммутации.
  - 2) КО размещается на добавочных полюсах машины и служит для устранения реакции якоря машины.
  - 3) КО размещается в пазах основных полюсов машины и служит для устранения реакции якоря машины.
  - 4) КО размещена в пазах главных полюсов машины и служит для борьбы с искажением поля машины от реакции якоря и снижения напряжения между коллекторными пластинами.
5. Какие зависимости соответствуют внешней и регулировочной характеристикам генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
- 1) Зависимости  $I_a = f(U)$ ,  $U = f(i_v)$ .
  - 2) Зависимости  $U = f(I_a)$ ,  $i_v = f(I_a)$ .
  - 3) Зависимости  $U = f(i_v)$ ,  $\Phi = f(i_v)$ .
  - 4) Зависимости  $U = f(I_a)$ ,  $U = f(i_v)$ .
6. Какую мощность (приблизительно) потребляет из сети двигатель постоянного тока, если момент на валу двигателя равен  $M = 300/\pi$  Нм, напряжение питающей сети 220 В, скорость вращения равна 1000 об/мин, а КПД составляет  $\eta = 95\%$ .
- 1) 8,5 кВт
  - 2) 10,5 кВт
  - 3) 11,5 кВт
  - 4) 12 кВт
  - 5) 15,5 кВт

7. При параллельной работе двух генераторов постоянного тока независимого возбуждения ток нагрузки какого генератора будет больше, если  $R_{a1} > R_{a2}$ ?
- 1) Ток первого будет больше, чем второго.
  - 2) Ток второго генератора будет больше, чем первого.
  - 3) Токи будут равными.
8. Какое уравнение соответствует работе электрической машины в двигательном режиме?
- 1)  $U = k\Phi\omega - E_a$
  - 2)  $U = k\Phi\omega + I_a R_a$
  - 3)  $E_a = U - I_a R_a$
  - 4)  $U = k\Phi\omega - I_a R_a$
9. Какие потери пропорциональны квадрату тока якоря?
- 1) Магнитные потери (потери в стали)
  - 2) Механические потери
  - 3) Электрические потери
  - 4) Потери на возбуждение
10. Какие способы регулирования скорости вращения применяются для электродвигателя независимого возбуждения?
- 1) Изменением магнитного потока.
  - 2) Изменением подводимого напряжения якоря.
  - 3) Изменением величины резистора в якорной цепи.
  - 4) Применимы все перечисленные способы.
11. По какой формуле можно определить коэффициент трансформации трансформатора?
- 1)  $K_{тр} = U_1 / E_2$
  - 2)  $K_{тр} = U_2 / U_1$
  - 3)  $K_{тр} = E_2 / E_1$
  - 4)  $K_{тр} = U_1 / U_2$
12. Как изменится величина магнитного потока трансформатора при изменении частоты питающего напряжения?
- 1) Величина магнитного потока не изменится.
  - 2) Величина магнитного потока увеличится при увеличении частоты.
  - 3) Величина магнитного потока уменьшится при увеличении частоты.
  - 4) Величина магнитного потока уменьшится при уменьшении частоты.

13. Какой вектор соответствует падению напряжения на индуктивном сопротивлении первичной обмотки трансформатора?

- 1) OA
- 2) OB
- 3) OC
- 4) CD
- 5) DE
- 6) OF
- 7) OH
- 8) HG

14. Условия включения трехфазных трансформаторов на параллельную работу?

- 1) Равенство мощностей, равенство напряжений, равенство кпд.
- 2) Равенство коэффициентов трансформации, равенство мощностей, равенство напряжений короткого замыкания.
- 3) Равенство коэффициентов трансформации, одинаковые группы соединений обмоток, равенство напряжений короткого замыкания.
- 4) Равенство коэффициентов трансформации, равенство кпд, равенство напряжений короткого замыкания.

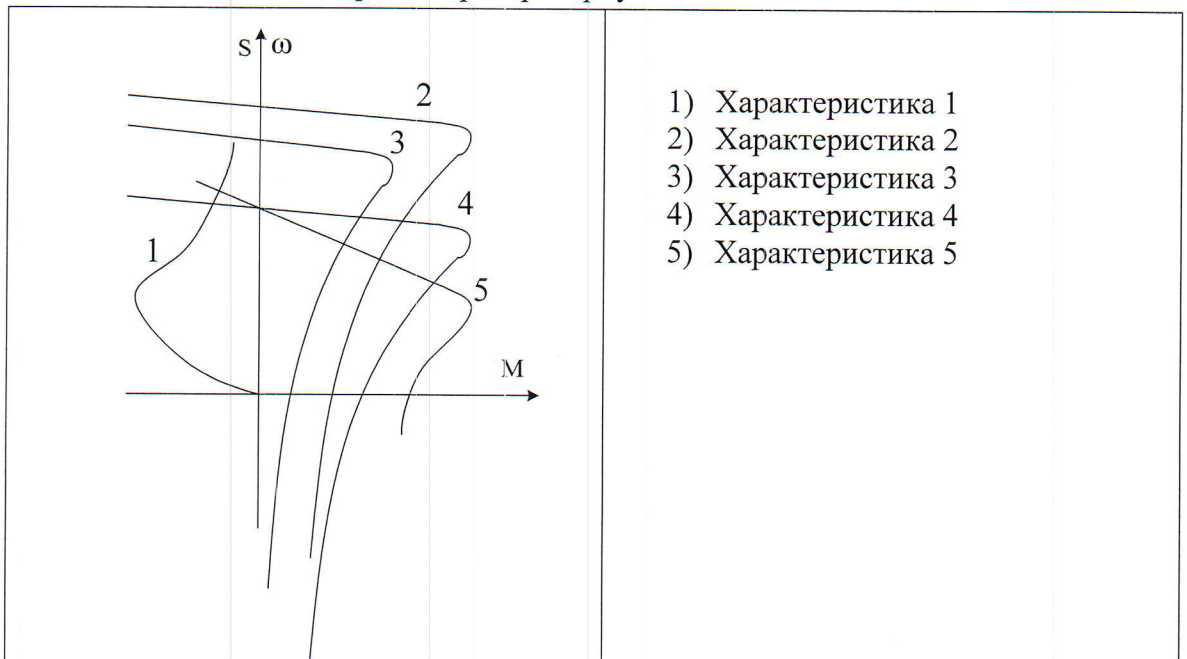
15. Определите скольжение трехфазного асинхронного двигателя, напряжением питания 380В, мощностью 50 кВт, номинальным током 75 А, вращающегося со скоростью 950 об/мин.

- 1) 0,025
- 2) 5%
- 3) 10%
- 4) 0,005
- 5) 0,5

16. Как влияет величина приложенного напряжения на величину критического момента асинхронного двигателя?

- 1) Момент не зависит от величины напряжения.
- 2) Момент увеличится пропорционально увеличению напряжения.
- 3) Момент уменьшится пропорционально увеличению напряжения.
- 4) Момент увеличится квадратично величине повышенного напряжения.
- 5) Момент уменьшится квадратично величине повышенного напряжения.

17. Какая характеристика соответствует режиму работы асинхронного двигателя с введением добавочного резистора в роторную цепь?



- 1) Характеристика 1
- 2) Характеристика 2
- 3) Характеристика 3
- 4) Характеристика 4
- 5) Характеристика 5

18. Какая зависимость соответствует характеристике холостого хода синхронного генератора?

- 1)  $U = f(I)$
- 2)  $U = f(i_f)$
- 3)  $I = f(i_f)$
- 4)  $E = f(I)$
- 5)  $i_f = f(I)$

19. Какие условия работы соответствуют перевозбужденному синхронному компенсатору?

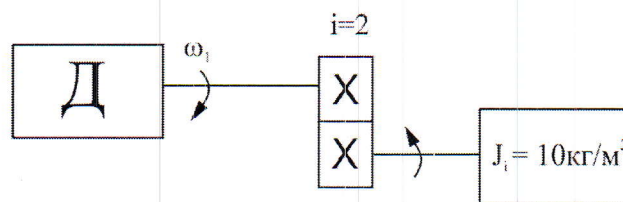
- 1)  $P > 0, Q > 0$
- 2)  $P < 0, Q < 0$
- 3)  $P = 0, Q < 0$
- 4)  $P = 0, Q > 0$

20. Как изменится потребляемая активная мощность синхронного двигателя при постоянной нагрузке, если увеличить ток возбуждения?

- 1) Потребляемая активная мощность увеличится
- 2) Потребляемая активная мощность уменьшится
- 3) Потребляемая активная мощность не изменится.

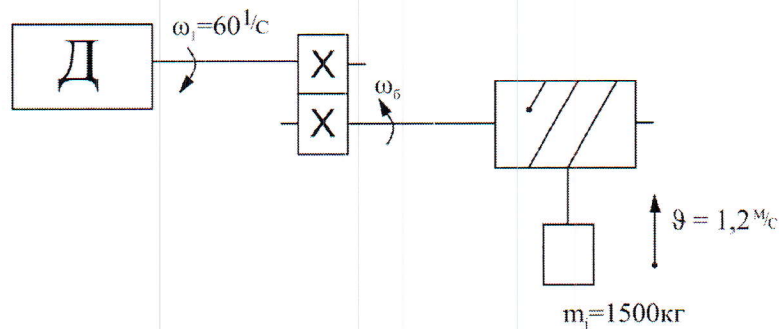
### Электрический привод

1 Момент инерции вращающегося элемента  $J_i$ , приведенный к валу двигателя, составит \_\_\_\_\_  $\text{кгм}^2$



- 1) 5
- 2) 20
- 3) 2,5
- 4) 10

2 Момент инерции поступательно движущейся массы  $m_i$ , приведенный к валу двигателя Д, составит \_\_\_\_\_  $\text{кгм}^2$



- 1) 0,1
- 2) 0,4
- 3) 0,6
- 4) 1,0

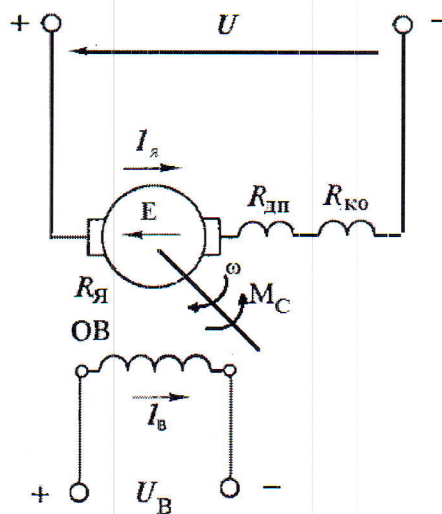
3 Время пуска электропривода до скорости  $\omega_c = 60 \text{ 1/с}$ , если  $M_{\Gamma} = 180 \text{ Нм}$ ,  $M_C = 80 \text{ Нм}$  – реактивный,  $J = 4 \text{ кгм}^2$ , составит \_\_\_\_\_ с.

- 1) 5,78
- 2) 3
- 3) 2,4
- 4) 0,923

4. Время торможения электропривода, работавшего в режиме подъема груза, со скорости  $\omega_C = 60$  1/с до нуля, если  $M_{\Pi} = 180$  Нм,  $M_C = 80$  Нм – активный,  $J = 4$  кгм<sup>2</sup>, составит \_\_\_\_\_ с.

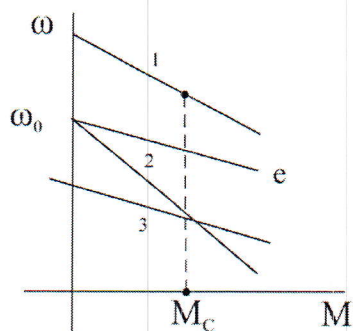
- 1) 0,923
- 2) 3
- 3) 2,4
- 4) 5,78

5. Для двигателя постоянного тока независимого возбуждения (см. рис) укажите энергетический баланс мощностей при работе в двигательном режиме



- 1)  $U \cdot I_{\text{я}} = E \cdot I_{\text{я}} + I_{\text{я}}^2 \cdot R_{\text{я}}$
- 2)  $U \cdot I_{\text{я}} = E \cdot I_{\text{я}} + I_{\text{я}} \cdot (r_{\text{я}} + r_{\text{дп}} + r_{\text{к0}} + \Delta P_{\text{с}})$
- 3)  $U \cdot I_{\text{я}} = E \cdot I_{\text{я}} + I_{\text{я}}^2 \cdot R_{\text{я}} + \Delta P_{\text{с}} + \Delta P_{\text{мех}}$
- 4)  $U \cdot I_{\text{я}} = E \cdot I_{\text{я}}^2 + \Delta P_{\text{мех}}$

6. Укажите, какая из характеристик, показанных на рисунке, реостатная



7. Назовите наиболее эффективный способ регулирования скорости электропривода с ДПТ НВ

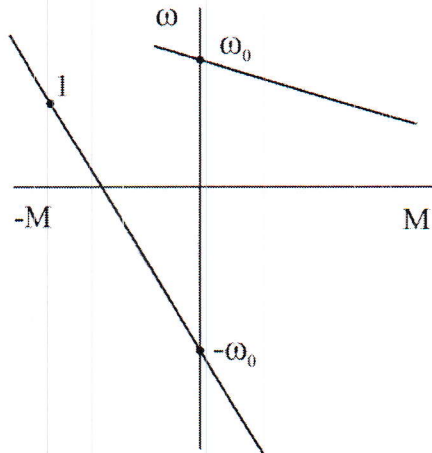
- 1) Изменением сопротивления якорной цепи
- 2) Изменением напряжения, подводимого к якорю двигателя
- 3) Изменением магнитного потока
- 4) Шунтированием якоря сопротивлением



8 Назовите наиболее эффективный способ электрического торможения электропривода с ДПТ НВ

- 1) Торможение противовключением
- 2) Рекуперативное торможение
- 3) Динамическое торможение
- 4) Торможение на свободном выбеге

9 Назовите режим работы электропривода в т. 1

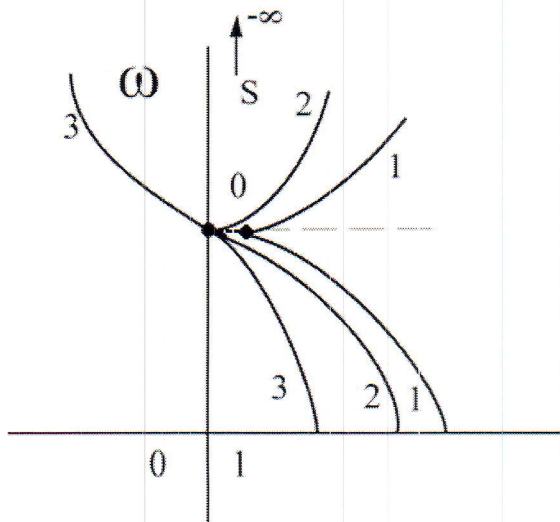


- 1) Двигательный
- 2) Динамическое торможение
- 3) Противовключение
- 4) Рекуперативное торможение

10 Определите скорость идеального холостого хода электропривода с ДПТ НВ  $P_H = 4,5$  кВт,  $U_H = 220$  В,  $I_H = 22$  А,  $\omega_H = 100$  1/с,  $R_r = 0,4$  Ом

- 1) 220
- 2) 110
- 3) 50
- 4) 115

11 Укажите зависимость тока статора от скольжения  $I_1 = f(S)$

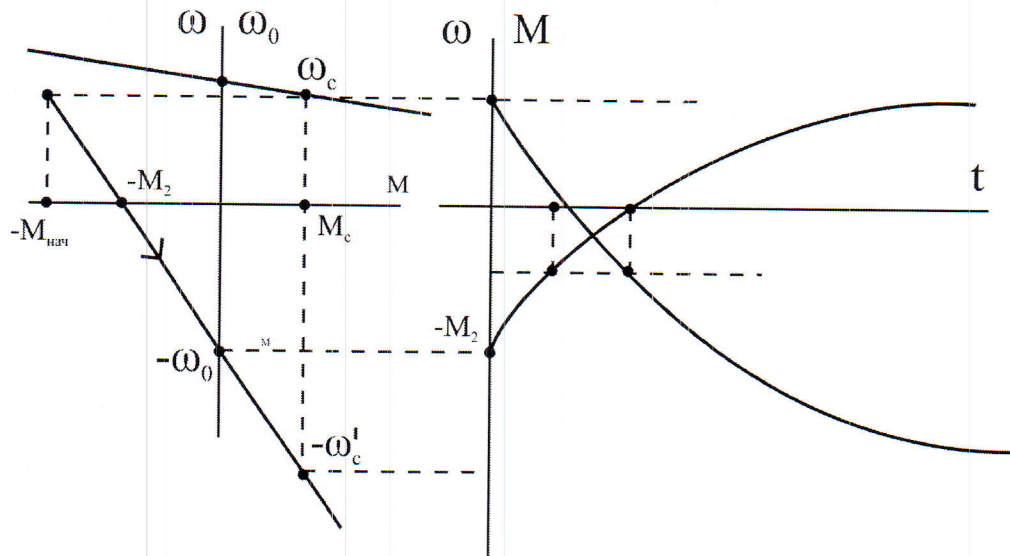


- 12 Определите синхронную скорость асинхронного двигателя, если  $f_1=50$  Гц,  $n_n=960$  об/мин
- 1) 1020 об/мин
  - 2) 1000 об/мин
  - 3) 1500 об/мин
  - 4) 750 об/мин
- 13 Перегрузочная способность асинхронного двигателя зависит от величины
- 1)  $U_\phi$
  - 2)  $U_\phi^2$
  - 3)  $R_2$
- 14 Укажите наиболее эффективный способ регулирования скорости асинхронных двигателей
- 1) Реостатный
  - 2) Изменением подводимого напряжения
  - 3) Изменением числа пар полюсов
  - 4) Изменением напряжения и частоты
- 15 Определите величину ЭДС обмотки ротора асинхронного двигателя  $P_n = 16$  кВт,  $U_n = 380$  В,  $E_1 = 200$  В,  $f_1=50$  Гц,  $n_n=880$  об/мин при номинальном скольжении
- 1) 42 В
  - 2) 24 В
  - 3) 12 В
  - 4) 10 В
- 16 Укажите основной недостаток электропривода по системе ТП-Д
- 1) Низкий КПД
  - 2) Большие капитальные затраты
  - 3) Влияние на питающую сеть
  - 4) Прерывистый режим работы тиристорного преобразователя
- 17 Уравнение электрического равновесия в системе ТП-Д записывается в виде
- 1)  $E_d - a_B \cdot \Delta U_B = U_d - I_{Я} \cdot R_{Я}$
  - 2)  $E_{d0} \cdot \cos \alpha - a_B \cdot \Delta U_B = E - I_{Я} [R_{Я} + a_B (R_T + \frac{X_T \cdot m}{2\pi})]$
  - 3)  $E_{d0} \cdot \cos \alpha = U_d - I_{Я} \cdot R_{Я}$
  - 4)  $E_{d0} \cdot \cos \alpha = E - I_{Я} \cdot R_{Я}$
- 18 Укажите основной вариант исполнения системы преобразователь частоты – асинхронный двигатель
- 1) С непосредственным преобразователем частоты
  - 2) С автономным инвертором напряжения
  - 3) С активным выпрямителем и автономным инвертором напряжения
  - 4) С автономным инвертором тока

19 Закон частотного регулирования скорости асинхронного двигателя  $U/f = const$  применяется при

- 1)  $M_C = k \cdot \omega^2$
- 2)  $M_C = k \cdot \frac{1}{\omega}$
- 3)  $M_C = const$
- 4)  $M_C = k \cdot \omega$

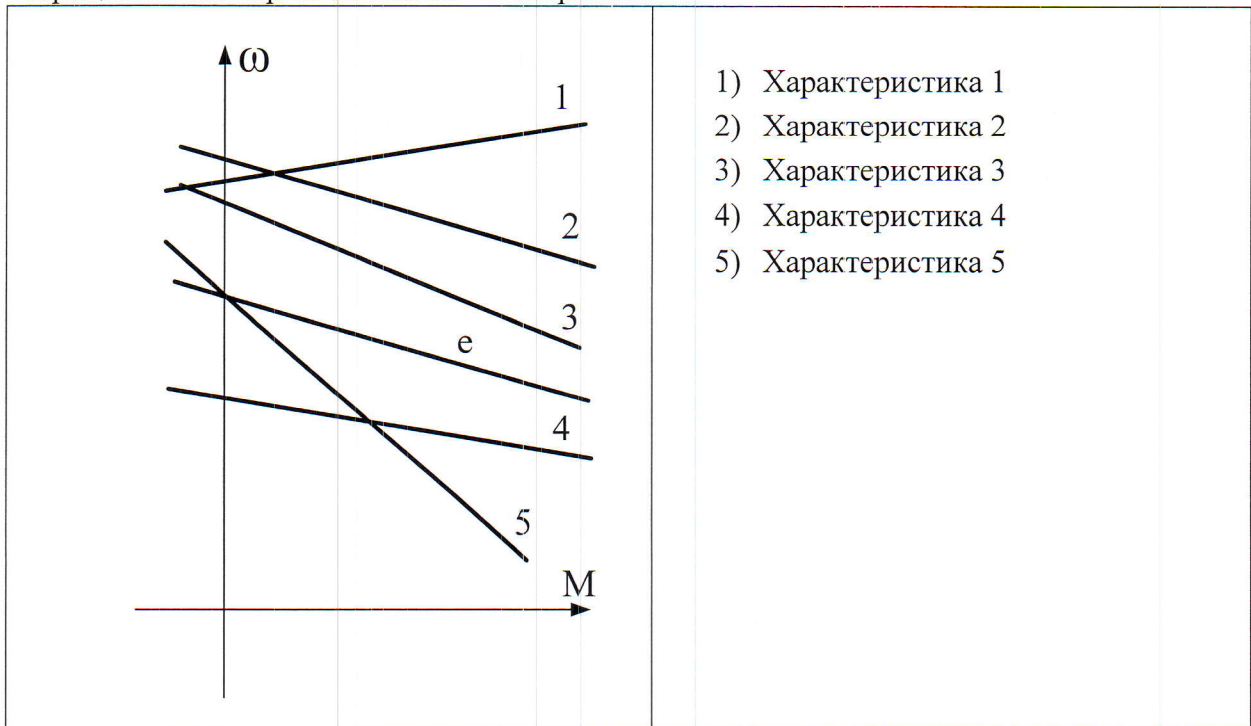
20 Укажите, какому способу электрического торможения двигателя соответствует переходный процесс, показанный на рисунке



- 1) Рекуперативное
- 2) Противовключение
- 3) Динамическое

## Системы управления электроприводов

1. Какая характеристика соответствует замкнутой системе регулирования (ТП-Д) с отрицательной обратной связью по скорости?



2. Какая защита сработает при обрыве одной питающей фазы асинхронного двигателя?

- 1) Максимальная токовая
- 2) Минимальная токовая
- 3) Тепловая.
- 4) Концевая
- 5) От обрыва поля

3. Чему равно напряжение обратной связи по скорости на входе ПИ регулятора скорости в системе ТП-Д в статическом режиме работы, если  $u_{zc}=5\text{В}$ ,  $K_{pc}=5$ ,  $M_c=M_n$ ,  $K_{п} = 25$ ,  $U_n = 220\text{В}$ ,  $K\Phi_n = 3,5 \text{ Вс}$ .

- 1) 4 В
- 2) 5 В
- 3) 6 В
- 4) 7 В
- 5) 8 В

4. При настройке контура регулирования на модульный оптимум какой должна быть передаточная функция регулятора, если передаточная функция объекта регулирования – инерционное звено?

- 1) Пропорциональный (П – регулятор)
- 2) Интегральный (И – регулятор)
- 3) Дифференциальный (Д- регулятор)
- 4) Пропорционально – интегральный (ПИ – регулятор)
- 5) Пропорционально – дифференциальный (ПД- регулятор).
- 6) Пропорционально – интегрально – дифференциальный (ПИД – регулятор)

5. Что ограничивает применение числа контуров регулирования свыше 3-х в системе подчиненного регулирования координат?

- 1) Сложность настройки контурного регулятора.
- 2) Сложность технической реализации контурного регулятора.
- 3) Значительное снижение быстродействия контура регулирования.
- 4) Недостаточная точность регулирования.
- 5) Сложность ограничения регулируемой координаты.
- 6) Значительно возрастает перерегулирование регулируемой координаты.

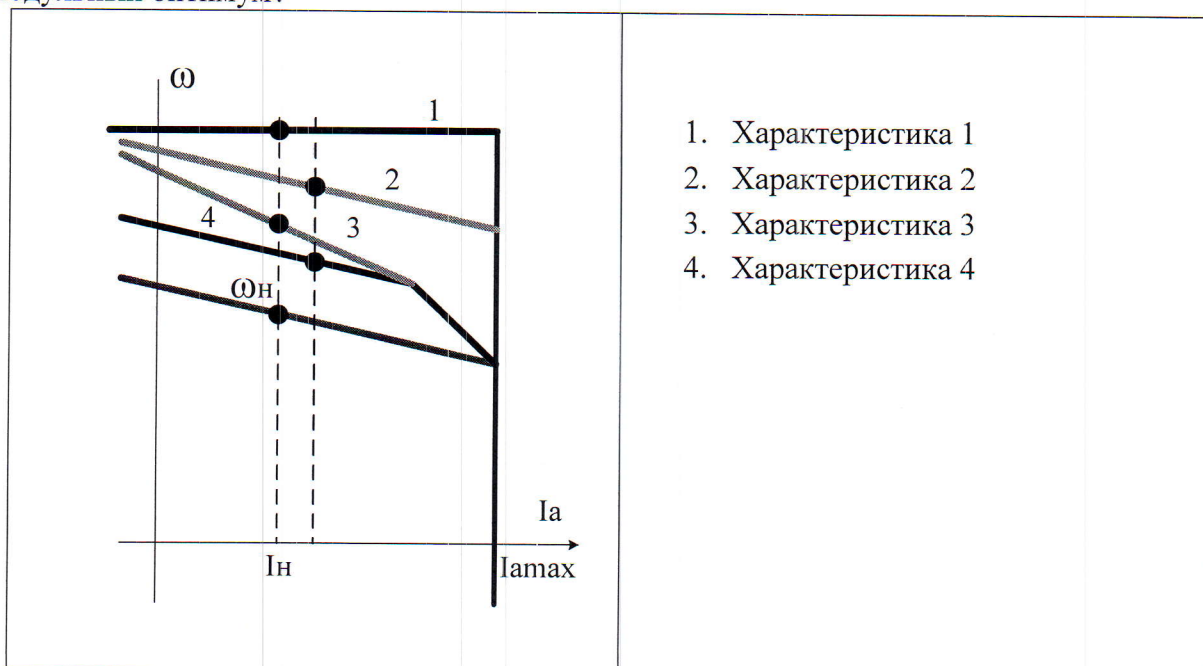
6. Какой параметр определяет быстродействие контура регулирования в системе подчиненного регулирования координат (ТП-Д)?

1. Электромагнитная постоянная времени двигателя  $T_a$ .
2. Электромеханическая постоянная времени электропривода  $T_m$ .
3. Постоянная времени тиристорного преобразователя  $T_c$ .
4. Коэффициент обратной связи по скорости электропривода  $K_{ос}$ .
5. Коэффициент усиления тиристорного преобразователя  $K_{п}$ .
6. Эквивалентная электромагнитная постоянная времени якорной цепи  $T_э$ .
7. Индуктивность якоря двигателя  $L_a$ .
8. Коэффициент усиления контурного регулятора.

7. Какие показатели характеризуют двукратно-интегрирующую систему регулирования ТП-Д (ПИ-РС и ПИ-РТ), настроенную на симметричный оптимум?

1. Система астатическая по заданию, статическая по возмущению
2. Система статическая по заданию, астатическая по возмущению.
3. Система астатическая по возмущению, астатическая по заданию.
4. Справедливы все вышеперечисленные ответы.

8. Какая характеристика соответствует работе электропривода во второй зоне регулирования с ослаблением магнитного потока при постоянстве момента нагрузки ( $M_c = \text{const}$ ), в системе двухзонного регулирования (П-РС и ПИ-РТ), настроенной на модульный оптимум?



- 9 Какие условия работы электропривода соответствуют отработке средних перемещений в позиционной системе ТП-Д?
1. Скорость вращения электропривода достигает установившегося значения, ток не достигает установившегося значения.
  2. Скорость вращения электропривода не достигает установившегося значения, ток достигает установившегося значения.
  3. Величина якорного тока достигает установившегося значения, скорость достигает установившегося значения.
  4. Справедливы все вышеперечисленные ответы.
- 10 Какой момент развивает электродвигатель в системе ТП-Д в статическом режиме работы с П – РС и ПИ – РТ, если ошибка на входе РС составляет 0,5В, остальные параметры равны:  $K_{pc} = 5$ ,  $u_{zc} = 9В$ ,  $K_{от} = 0,05 В/А$ ,  $K\Phi_n = 6 Вc$ ,  $K_{oc} = 0,01 Вc$ .
- 1) 25 А
  - 2) 40 А
  - 3) 50 А
  - 4) 75 А
  - 5) 100 А
- 11 Как называется регулирование скорости вращения в системе ПЧ - АД при изменении величин подводимого тока и частоты?
- 1) Скалярное регулирование
  - 2) Векторное регулирование
  - 3) Частотное регулирование
  - 4) Частотно – токовое регулирование
  - 5) Прямое регулирование
- 12 С какой целью выполняется IR компенсация в области малых частот работы АД в системе скалярного управления?
- 1) Для повышения скорости вращения электродвигателя
  - 2) Для расширения диапазона регулирования скорости вращения
  - 3) Для увеличения критического (максимального) момента АД
  - 4) Для снижения намагничивания АД
- 13 Какую функцию выполняет регулятор тока в системе скалярного управления?
- 1) Регулирование величины активного тока статора
  - 2) Регулирование величины реактивного тока статора
  - 3) Обеспечение токовой отсечки
  - 4) Ограничение заданного ускорения
- 14 Как влияет регулирование скорости АД при постоянстве потокосцепления ротора на вид механических характеристик АД?
- 1) Увеличивается величина критического момента
  - 2) Увеличивается величина критического скольжения
  - 3) Механические характеристики становятся линейными
  - 4) Уменьшается величина критического момента
  - 5) Уменьшается величина критического скольжения

15 Какая обратная связь применяется в системе скалярного регулирования ПЧ – АД для осуществления IR – компенсации?

- 1) Положительная по напряжению ПЧ
- 2) Отрицательная по напряжению ПЧ
- 3) Положительная по току статора
- 4) Отрицательная по току статора
- 5) Положительная по скорости двигателя
- 6) Отрицательная по активной составляющей тока статора

16 Как формируется величина момента АД в системе векторного управления?

- 1) изменением угла между векторами напряжения статора и тока статора
- 2) изменением угла между векторами потокосцепления ротора и тока статора
- 3) изменением угла между векторами потокосцепления статора и ЭДС ротора
- 4) изменением угла между векторами ЭДС статора и тока статора

17 Как ориентирована вращающаяся система координат X-Y в системе векторного управления?

- 1) Ось X совмещена с вектором напряжения статора
- 2) Ось X совмещена с вектором тока статора
- 3) Ось X совмещена с вектором потокосцепления статора
- 4) Ось X совмещена с вектором потокосцепления ротора

18 Какой параметр задает выходной сигнал регулятора скорости в системе векторного управления?

- 1) Задание скорости
- 2) Задание тока статора по оси X
- 3) Задание тока статора по оси Y
- 4) Задание момента АД

19 Как выполняется ограничение момента АД в системе векторного управления?

- 1) ограничением составляющей тока статора по оси Y
- 2) ограничением тока ротора
- 3) ограничением тока статора
- 4) ограничением составляющей тока статора по оси X

20 Какие векторы являются моментобразующими в системе прямого управления моментом АД?

- 1) Векторы напряжения и тока статора
- 2) Векторы тока статора по оси X и оси Y
- 3) Векторы потокосцепления статора и тока ротора
- 4) Векторы потокосцепления ротора и тока статора
- 5) Векторы потокосцепления статора и потокосцепления ротора
- 6) Векторы потокосцепления статора и основного потокосцепления

## Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

- 1 Для каких прокатных станов применяют вентильные преобразователи постоянного тока с различной мощностью групп вентиля «вперед» и «назад»
  - 1.Реверсивные станы горячей прокатки
  - 2.Непрерывные станы
  - 3.Обжимные прокатные станы
- 2 Почему на действующих станах горячей прокатки для чистовых клетей при прокатке полосы в качестве основного применяют регулирование скорости изменением потока двигателя
  - 1.Необходим большой диапазон регулирования скорости для этого режима прокатки
  - 2.Для ограничения момента двигателя
  - 3.Необходимо обеспечить хорошие энергетические показатели привода
- 3 Почему для главных электроприводов переменного тока прокатных станов применяют векторную систему регулирования скорости
  - 1.Необходимо обеспечить высокие качества системы регулирования в статике и динамике
  - 2.Необходимо обеспечить большие моменты двигателя
  - 3.Необходимо исключить динамическую просадку скорости
- 4 С какой целью на моталках станов холодной прокатки применяют узлы компенсации динамического тока
  - 1.Для повышения точности регулирования натяжения при установившейся скорости прокатки
  - 2.Для обеспечения разгона моталки со станом с сохранением заданного натяжения
  - 3.Для исключения динамического момента двигателя моталки
- 5 С какой целью на моталках станов холодной прокатки применяют узлы компенсации механических потерь
  - 1.Для повышения точности регулирования натяжения при установившейся скорости прокатки
  - 2.Для исключения момента механических потерь при работе моталки
  - 3.Для обеспечения работы моталки на различных скоростях прокатки с сохранением заданного натяжения
- 6 В чем преимущество активного выпрямителя при использовании его в преобразователях частоты для реверсивного прокатного стана
  - 1.Обеспечивает рекуперативное торможение электродвигателя при выполнении технологических операций
  - 2.Обеспечивает эффективное торможение в режиме противовключения
  - 3.Обеспечивает ограничение динамических моментов при прокатке
- 7 Почему для сортовых станов горячей прокатки в электроприводах возможно использование преобразователя частоты в режиме торможения с использованием тормозного резистора
  - 1.По технологическим условиям другие виды торможения недопустимы



2. Инвертор напряжения не допускает изменение направления потока мощности
3. В соответствии с технологическими условиями прокатка ведется на постоянной скорости и торможения редки, поэтому возникающие потери невелики
- 8 Для чего в электроприводах непрерывных станов холодной прокатки используют узел компаундирования
1. Для регулирования натяжения при рабочей скорости прокатки
  2. Для обеспечения заправки полосы в клетки стана без проскальзывания валков относительно полосы и без порывов полосы
  3. Для повышения жесткости механической характеристики двигателя при заправке полосы
- 9 Указать закон изменения момента сопротивления на валу двигателя кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок
1.  $M_c = M + M_1 \cdot \sin \Omega t$
  2.  $M_c = \text{const}$
  3.  $M_c = M + M_1 \cdot \sin^2 \Omega t$
- 10 С какой целью для механизма поворота конвертера используют многодвигательный электропривод
1. С целью снижения суммарного момента инерции привода
  2. С целью равномерного распределения значительных усилий по зубчатому венцу механизма поворота
  3. С целью обеспечения необходимой скорости поворота конвертера
- 11 Каким образом в системах двухзонного регулирования скорости электроприводов металлургических агрегатов учитывается изменение перегрузочной способности двигателя по моменту
1. За счет применения устройства коррекции коэффициента передачи регулятора скорости
  2. За счет применения устройства коррекции коэффициента передачи регулятора ЭДС
  3. За счет применения специального регулятора мощности, ограничивающего выходное напряжение регулятора скорости
- 12 Каковы соотношения моментов и мощностей двигателей при выравнивании нагрузки (токов) в индивидуальных электроприводах валков клеток прокатных станов в случае воздействия на регуляторы скорости
1. Выравниваются моменты, при этом меняется соотношение мощностей
  2. Выравниваются мощности, при этом изменяется соотношение моментов
  3. Выравниваются и мощности, и моменты двигателей
- 13 Каковы соотношения моментов и мощностей двигателей при выравнивании нагрузки в индивидуальных электроприводах валков клеток прокатных станов в случае воздействия на поток возбуждения двигателей
1. Выравниваются моменты, при этом меняется соотношение мощностей
  2. Выравниваются мощности, при этом изменяется соотношение моментов
  3. Выравниваются и мощности, и моменты двигателей

- 14 Для чего обеспечивают качание кристаллизатора машины непрерывного литья заготовок (2 ответа)
1. Чтобы не было прилипания кристаллизующегося металла к стенкам кристаллизатора
  2. Чтобы обеспечить лучшие условия формирования образующейся корочки формирующегося слитка
  3. Для обеспечения охлаждения кристаллизатора и его двигателя
- 15 Какую настройку применяют для контура регулирования скорости валков клетки на реверсивных прокатных станах горячей прокатки
1. Модульный оптимум
  2. Симметричный оптимум
  3. Необходимо получить мягкую электромеханическую характеристику привода
- 16 В каком режиме работает двигатель разматывателя прокатного стана при прокатке листа
1. В двигательном
  2. В режиме рекуперации
  3. В режиме динамического торможения
- 17 В каких случаях для металлургических агрегатов целесообразно использовать рекуперативный выпрямитель для преобразователей частоты со звеном постоянного тока
1. При редких торможениях агрегата
  2. При частых реверсах и торможениях
  3. При редких пусках агрегата
  4. При длительной работе на одной скорости
- 18 В каких случаях для металлургических агрегатов необходимо использовать позиционную систему регулирования с нелинейным регулятором положения
1. В случаях отработки больших, средних и малых перемещений
  2. В случаях отработки больших перемещений
  3. При использовании пропорционального регулятора скорости
- 19 В каких случаях и для чего применяют двухдвигательные электроприводы моталок станов холодной прокатки
1. Для повышения суммарной мощности электропривода
  2. При большом диапазоне изменения величины натяжения для повышения точности регулирования небольших натяжений
  3. Для обеспечения заправки полосы на барабан моталки и последующей ее намотки
- 20 Узел компаундирования на непрерывных станах холодной прокатки обеспечивает:
1. Смягчение механической характеристики электропривода клетки при заправке полосы в клетку
  2. Повышение жесткости электромеханической характеристики электропривода при заправке полосы
  3. Ограничение тока двигателя

**ПРОГРАММА**  
вступительного испытания (междисциплинарного экзамена)  
для поступающих в магистратуру по направлению  
**13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника**  
(магистерская программа «Электропривод и автоматика»)

---

Составители:

заведующий кафедрой автоматизированного электропривода и мехатроники,  
доцент, канд. техн. наук Николаев А.А.,

доцент кафедры автоматизированного электропривода и мехатроники, канд. техн.  
наук Шохин В.В.