

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института
энергетики и автоматизированных систем

Храмшин В.Р.

« _____ » _____ 2021г.

ПРОГРАММА

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

13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника

Программа «Современный автоматизированный электропривод в производственных и
технических системах»

Магнитогорск, 2021 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 «Современный автоматизированный электропривод в производственных и технических системах»).

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

«_____» _____ 2021 г., протокол № _____

Председатель _____ /В.Р. Храмшин/

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

а) Основная литература:

1. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учебное пособие / Г. И. Атабеков. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 592 с. — ISBN 978-5-8114-4383-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/119286> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учебное пособие / Г. И. Атабеков, С. Д. Купалян, А. Б. Тимофеев, С. С. Хухриков. — 6-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-0803-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/644> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Введение в теоретическую электротехнику. Курс подготовки бакалавров / Ю. А. Бычков, В. М. Золотницкий, Е. Б. Соловьева, Э. П. Чернышев. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-2406-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89931> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Теоретические основы электротехники: краткий курс : учебное пособие / Л. А. Потапов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-2089-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76282> (дата обращения: 24.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Петухова, О.И. Анализ и расчет трехфазных цепей : учебное пособие / О. И. Петухова, Г. В. Шурыгина, В. Р. Храмшин, Ю. И. Мамлеева. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1070.pdf&show=dcatalogues/1/1119496/1070.pdf&view=true> (дата обращения: 16.09.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
4. Петухова, О. И. Нелинейные электрические и магнитные цепи. Конспект лекций : учебное пособие / О. И. Петухова, Л. В. Яббарова ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И.Носова. Магнитогорск : МГТУ им. Г.И.Носова 2018. - 85 с. : ил., табл., схемы. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3626.pdf&show=dcatalogues/1/1524695/3626.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-1096-6. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

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).
 - 2.3. Специальные трансформаторы:
 - измерительные трансформаторы;
 - сварочные трансформаторы;
 - выпрямительные трансформаторы;
 - печные трансформаторы;
 - импульсные трансформаторы

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

а) Основная литература:

1. Иванов-Смоленский А.В., Электрические машины. В двух томах. Том 1 [Электронный ресурс]: учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01222-2 - Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>

б) Дополнительная литература:

1. Серебряков А.С., Трансформаторы [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Серебряков А.С. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01243- - Режим доступа:
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012437.html>
2. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/167448> (дата обращения: 14.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

2.3. Электрический привод

1. Механическая часть силового канала электропривода
 - 1.1. Уравнение движения электропривода
 - 1.2. Приведение моментов статических сопротивлений, моментов инерции вращающихся элементов, поступательно движущихся масс к валу двигателя
 - 1.3. Механические характеристики механизмов, активные и реактивные моменты (силы)
 - 1.4. Механические характеристики двигателей и производственных механизмов $\omega=f(M)$, $\omega=f(MC)$
 - 1.5. Механические переходные процессы при $MC = \text{const}$ $I = \text{const}$. Определение времени пуска, торможения свободного выбега.
2. Физические процессы в электроприводах с машинами постоянного тока
 - 2.1. Основные уравнения и основные соотношения для двигателей постоянного тока независимого, последовательного и смешанного возбуждения
 - 2.2. Характеристики и режимы работы электроприводов с двигателями независимого, последовательного и смешанного возбуждения. Номинальные режимы. Допустимые значения координат.
 - 2.3. Пусковые, тормозные режимы и регулирование координат электроприводов с двигателями постоянного тока.
3. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями
 - 3.1. Электромеханические и механические характеристики асинхронных электроприводов. Формулы Клосса. Естественная и искусственная характеристики
 - 3.2. Пусковые, тормозные режимы и регулирование скорости асинхронных электроприводов. Перегрузочная способность
 - 3.3. Механические характеристики синхронного электропривода. Угловая характеристика, способы пуска, торможения и регулирования скорости.
4. Электрическая часть силового канала электропривода
 - 4.1. Структура силового канала электропривода. Преобразователи электрической энергии. Выпрямители, инверторы, источники тока. Принцип действия преобразователей, схемы, техническая реализация
 - 4.2. Система тиристорный преобразователь – двигатель постоянного тока
 - 4.3. Система преобразователь частоты – двигатель переменного тока
 - 4.4. Электромеханические и механические характеристики электроприводов с преобразователями энергии
5. Принципы управления в электроприводе
 - 5.1. 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
 - 5.2. Переходные процессы в разомкнутых электроприводах. Электромеханическая и электромагнитная постоянные времени.
 - 5.3. Классические методы расчета переходных процессов в электроприводах с линейными механическими характеристиками

- 5.4. Переходные процессы в электроприводах постоянного и переменного тока (системы ТП-Д и ПЧ-АД) без учета электромагнитной инерции
6. Элементы проектирования электроприводов
- 6.1. Основные этапы инженерного проектирования электроприводов: постановка и анализ задачи проектирования, поиск возможных решений, выбор двигателей, передаточных устройств, преобразователей
- 6.2. Нагрузочные диаграммы механизма и двигателя. Тепловая модель двигателя, стандартные режимы S1-S8
- 6.3. Проверка двигателей по нагреву и перегрузке. Элементы теории надежности
- 6.4. Выбор двигателей по мощности для различных режимов работы электроприводов. Расчет нагрузочных диаграмм и тахограмм

а) Основная литература:

1. Электрический привод : учебное пособие / М. Б. Фомин, В. Г. Петько, И. А. Рахимжанова [и др.]. — Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2020. — 180 с. — ISBN 978-5-600-02859-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172656> (дата обращения: 15.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В. В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 364 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1044427> (дата обращения: 15.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Овсянников, Е. М. Электрический привод : учебник / Е.М. Овсянников. — М. : ФОРУМ, 2019. — 224 с. - ISBN 978-5-91134-519-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/987416> (дата обращения: 15.05.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Кузнецов, А. Ю. Электрический привод и электрооборудование в АПК. Ч. 2: Регулирование двигателя постоянного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Новосибир. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т; сост.: А.Ю. Кузнецов, П.В. Зонов. - Новосибирск: Золотой колос, 2014. - 68 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/515949> (дата обращения: 15.05.2021). – Режим доступа: по подписке.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

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

а) Основная литература:

1. Аксенов, М. И. Моделирование электропривода : учебное пособие / М.И. Аксёнов. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 135 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-009650-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1199262> (дата обращения: 25.05.2021). – Режим доступа: по подписке.
2. Анучин, А. С. Системы управления электроприводов : учебник для вузов. / Анучин А. С. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01258-1. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012581.html> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Колганов, А. Р. Электромеханотронные системы. Современные методы управления, реализации и применения : учебное пособие / Колганов А. Р. , Лебедев С. К. , Гнездов Н. Е. - Москва : Инфра-Инженерия, 2019. - 256 с. - ISBN 978-5-9729-0295-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785972902958.html> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа : по подписке.
2. Фираго, Б. И. Векторные системы управления электроприводами : учеб. пособие / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев - Минск : Выш. шк. , 2016. - 159 с. - ISBN 978-985-06-2624-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850626240.html> (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

2.5. Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

1. Силовая часть автоматизированного электропривода в металлургии.
 - 1.1. Приводы постоянного тока (особенности двигателей и преобразователей)
 - 1.2. 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)
2. Системы регулирования в электроприводах металлургического производства.
 - 2.1. Системы регулирования скорости в электроприводах постоянного тока (однозонные и двухзонные), типовые структурные схемы.
 - 2.2. Системы регулирования скорости в электроприводах переменного тока (скалярные, векторные), типовые структуры.
 - 2.3. Датчики в электроприводах в металлургической промышленности.
3. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах постоянного тока.
 - 3.1. Системы регулирования тока и скорости в комплектных электроприводах
 - 3.2. Структурная схема САРС при однозонном и двухзонном регулировании скорости.
 - 3.3. Регулирование тока (потока) возбуждения в комплектных электроприводах.
 - 3.4. Регулирование положения механизмов в комплектных электроприводах. Особенности построения регуляторов для систем регулирования положения.
4. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах переменного тока.

- 4.1. Реализация типовых структур систем регулирования в электроприводах переменного тока.
- 4.2. Построение систем регулирования скорости в электроприводах переменного тока с применением микропроцессорных устройств.
- 4.3. Построение регуляторов тока, скорости, ЭДС, узлов задания скорости.
- 4.4. Параметрирование систем регулирования скорости.
5. Автоматизированный электропривод в доменном производстве.
 - 5.1. Технология доменного производства.
 - 5.2. Основное технологическое оборудование в доменных цехах. Требования к электроприводам основных механизмов.
 - 5.3. Автоматизированный электропривод скипового подъемника доменной печи.
6. Автоматизированный электропривод сталеплавильного производства.
 - 6.1. Технология и оборудование сталеплавильного производства.
 - 6.2. Особенности конвертерного производства стали.
 - 6.3. Технологическое оборудование в конвертерном производстве.
 - 6.4. Автоматизированный электропривод механизма поворота конвертера.
 - 6.5. Автоматизированный электропривод механизма подъема фурмы.
 - 6.6. Технологическое оборудование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Общие требования к электроприводам МНЛЗ.
 - 6.7. Автоматизированный электропривод механизма качания кристаллизатора.
7. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве.
 - 7.1. Технология и оборудование прокатного производства.
 - 7.2. Типы прокатных станов. Основные понятия теории прокатки.
8. Автоматизированный электропривод реверсивных станов горячей прокатки.
 - 8.1. Технологические процессы. Тахограмма и нагрузочная диаграмма. Требования к электроприводу. Оптимальная диаграмма скорости и тока.
 - 8.2. Типовые решения для силовой части электропривода.
 - 8.3. Система автоматического регулирования скорости. Особенности построения САРС при индивидуальном электроприводе валков.
9. Автоматизированный электропривод непрерывных листовых станов горячей прокатки.
 - 9.1. Типы прокатных станов. Технологическое оборудование.
 - 9.2. Технологические режимы. Требования к электроприводам.
 - 9.3. Типовые решения для силовой части электроприводов и САРС. САРС чистой клетки непрерывного широкополосного стана горячей прокатки.
10. Автоматизированный электропривод станов холодной прокатки.
 - 10.1. Типы прокатных станов.
 - 10.2. Технологические процессы при производстве холодного проката. Технологические режимы на непрерывных листовых станах холодной прокатки.
 - 10.3. Требования к электроприводам валков непрерывных листовых станов. Построение силовой части электроприводов и САРС.
11. Автоматизированный электропривод вспомогательных механизмов прокатных станов.
 - 11.1. Конструкция механизмов.
 - 11.2. Технологические режимы. Требования к электроприводам.
 - 11.3. Нажимные устройства клетей.
 - 11.4. Ножницы для резки металла.
 - 11.5. Рольганги.
 - 11.6. Намоточно-размоточные механизмы.
 - 11.7. Особенности построения систем автоматизированного электропривода указанных механизмов.

Литература для подготовки

а) Основная литература:

1. Шохин, В. В. Электропривод агрегатов металлургического производства : учебное пособие / В. В. Шохин, А. С. Сарваров ; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 151 с. : граф., схемы, табл. - URL:

<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=804.pdf&show=d catalogues/1/116042/804.pdf&view=true> (дата обращения: 02.06.2021). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0499-6. - Имеется печатный аналог.

2. Шохин, В.В. Автоматизированный электропривод механизмов металлургического производства [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.В.Шохин, А.С.Сарваров. - М.: ФГУП НТЦ «Информрегистр», 2013. №гос.регистрации 0321302198

<http://magtu.ru:8085/marcweb2/Found.asp> -Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. 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 - заглавие с экрана - ISBN 978-5-8114-1468-0

2. 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

3. Фролов, В.Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В.Я. Фролов, В.В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL:

<https://e.lanbook.com/book/106890> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Фролов, Ю.М. Регулируемый асинхронный электропривод : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-2177-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/102251> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Фурсов, В.Б. Моделирование электропривода : учебное пособие / В.Б. Фурсов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3566-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121467> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com

1. Пример экзаменационного билета (тестового задания)

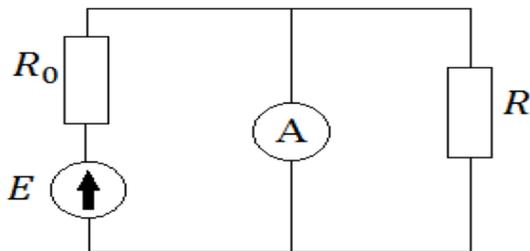
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.Носова»

Утверждаю:
Руководитель ООП
_____/А.А.Николаев/
« ____ » _____ 20__ г.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ (ТЕСТОВАЯ ФОРМА)

Теоретические основы электротехники

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



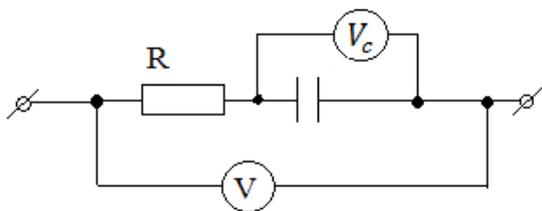
$$1. I = \frac{E}{R_0 + R}$$

$$2. I = \frac{E}{R_0}$$

$$3. I = 0$$

$$4. I = \frac{E}{R}$$

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



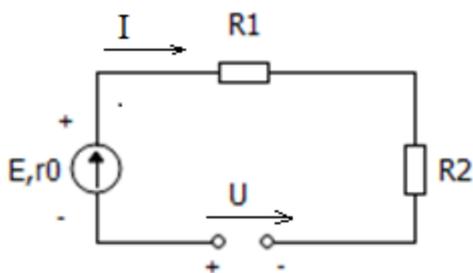
$$1. 56 \text{ В}$$

$$2. 12 \text{ В}$$

$$3. 24 \text{ В}$$

$$4. 0 \text{ В}$$

3. Записать второй закон Кирхгофа для цепи:



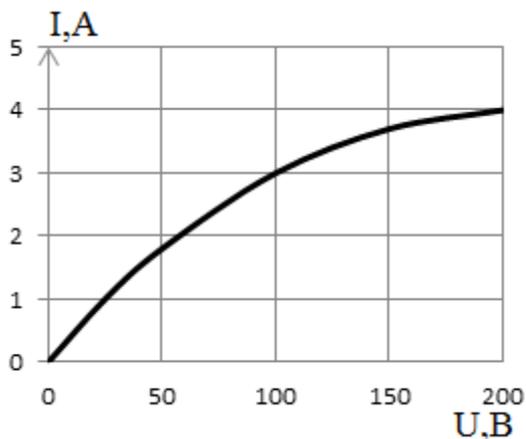
$$1. I(R_1 + R_2 + r_0) - U = E$$

$$2. I(R_1 + R_2) = E + U$$

$$3. I(R_1 + R_2 + r_0) + U = E$$

$$4. IR_1 - IR_2 + Ir_0 - U = E$$

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



$$1. 1.4 \text{ A}$$

$$2. 2.3 \text{ A}$$

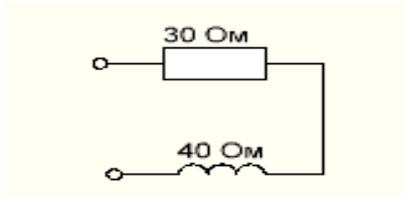
$$3. 3.2 \text{ A}$$

$$4. 4.4,5 \text{ A}$$

5. 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.

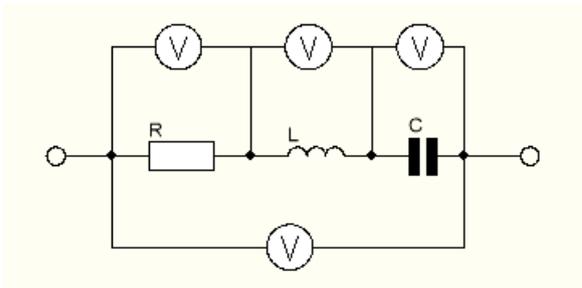
1. 68,2 В
2. 110 В
3. 6,82 В
4. 0 В

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



1. 100 Ом
2. 50 Ом
3. 70 Ом
4. 40 Ом

7. 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. $R = \frac{1}{\omega C}$

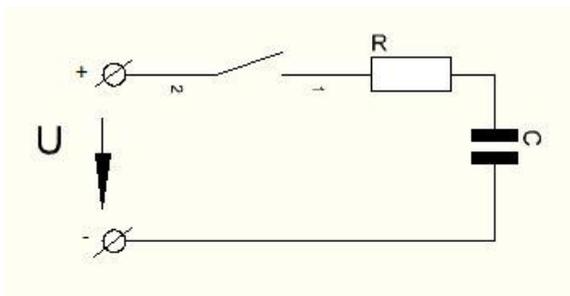
8. Линейное напряжение в трехфазной цепи это:

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

9. 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. $I_0 = 10$ А;
2. $I_0 = 30$ А;
3. $I_0 = 0$ А;
4. $I_0 = 20$ А;

10. 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

Электрические машины

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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) $U = k\Phi\omega - I_a R_a$

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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

9. 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.

10. 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) $i_f = f(I)$

Электрический привод

1. Время торможения электропривода, работавшего в режиме подъема груза, со скорости $\omega_c = 60$ 1/с до нуля, если $M_{п} = 180$ Нм, $M_c = 80$ Нм – активный, $J = 4$ кгм², составит _____ с.

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

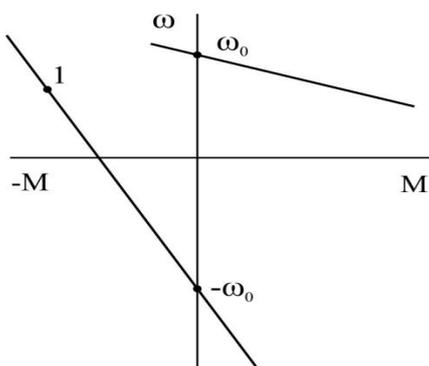
2. Назовите наиболее эффективный способ регулирования скорости электропривода с ДПТ НВ

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

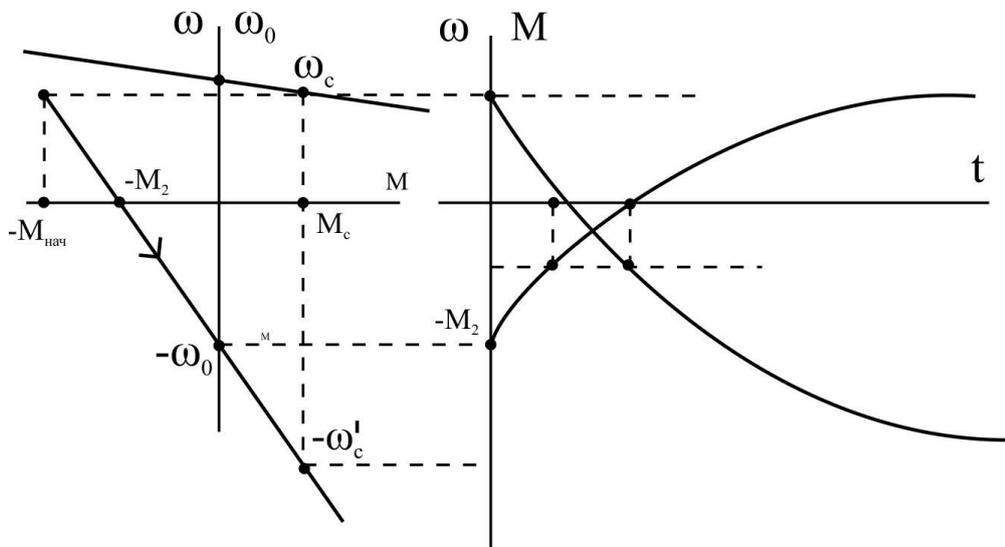
3. Назовите наиболее эффективный способ электрического торможения электропривода с ДПТ НВ

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

4. Назовите режим работы электропривода в т. 1



- 1) Двигательный
 - 2) Динамическое торможение
 - 3) Противовключение
 - 4) Рекуперативное торможение
- 5 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
- 6 Перегрузочная способность асинхронного двигателя зависит от величины
- 1) U_ϕ
 - 2) U_ϕ^2
 - 3) R_2
- 7 Укажите наиболее эффективный способ регулирования скорости асинхронных двигателей
- 1) Реостатный
 - 2) Изменением подводимого напряжения
 - 3) Изменением числа пар полюсов
 - 4) Изменением напряжения и частоты
- 8 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
- 9 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) $M_C = k \cdot \omega$
- 10 Укажите, какому способу электрического торможения двигателя соответствует переходный процесс, показанный на рисунке



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

Системы управления электроприводов

1. Какая защита сработает при обрыве одной питающей фазы асинхронного двигателя?
 - 1) Максимальная токовая
 - 2) Минимальная токовая
 - 3) Тепловая.
 - 4) Концевая
 - 5) От обрыва поля

2. 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)

3. 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.

4. 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

5 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

6 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

7 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

8 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

9 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

10 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 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

- 2 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

- 3 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

- 4 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

- 5 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

- 6 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

- 7 В каком режиме работает двигатель разматывателя прокатного стана при прокатке листа
 - 1.В двигательном
 - 2.В режиме рекуперации
 - 3.В режиме динамического торможения

- 8 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
- 9 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
- 10 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 «Современный автоматизированный электропривод в
производственных и технических системах»)**

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.