





|  |  |
| --- | --- |
| **1** **Цели** **освоения** **дисциплины** **(модуля)** | |
| Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний и прак-тических навыков для решения задач совершенствования и развития автоматизиро-ванного электропривода в основных агрегатах металлургического производства. | |
|  |  |
| **2** **Место** **дисциплины** **(модуля)** **в** **структуре** **образовательной** **программы** | |
| Дисциплина Современный автоматизированный электропривод входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.  Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик: | |
| Дисциплина “Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)” изучается в 8-м семестре 4-го курса.  Дисциплина входит в вариативную часть цикла дисциплин (по выбору) и базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин «Физика», «Математика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», “Электрический привод”, “Силовая электроника”, “Схемотехника”, «Теория автоматического управления», “Системы управления электроприводов” в объеме настоящей образовательной программы. Знания, умения, владения, полученные при изучении данной дисциплины, будут необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы. | |
| Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик: | |
| Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы | |
|  |  |
| **3** **Компетенции** **обучающегося,** **формируемые** **в** **результате** **освоения**  **дисциплины** **(модуля)** **и** **планируемые** **результаты** **обучения** | |
| В результате освоения дисциплины (модуля) «Современный автоматизированный электропривод» обучающийся должен обладать следующими компетенциями: | |
| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
| ПК-2 Способность разрабатывать концепции системы электропривода | |
| ПК-2.1 | Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **4.** **Структура,** **объём** **и** **содержание** **дисциплины** **(модуля)** | | | | | | | | |
| Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц 180 акад. часов, в том числе:  – контактная работа – 57,2 акад. часов:  – аудиторная – 54 акад. часов;  – внеаудиторная – 3,2 акад. часов  – самостоятельная работа – 87,1 акад. часов;  – подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа  Форма аттестации - экзамен | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Раздел/ тема  дисциплины | | Семестр | Аудиторная  контактная работа  (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной  работы | Форма текущего контроля успеваемости и  промежуточной аттестации | Код компетенции |
| Лек. | лаб.  зан. | практ. зан. |
| 1. Введение | | |  | | | | | | |
| 1.1 Цель и задачи курса, его содержание, связь с другими дисциплинами учебного плана специальности. | | 1 | 1 |  |  | 2,1 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 1 |  |  | 2,1 |  |  |  |
| 2. Силовая часть автоматизированного электропривода в металлургии | | |  | | | | | | |
| 2.1 Приводы постоянного тока (особенно-сти двигателей и преобразователей) | | 1 | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедия- ми). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 2.2 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) | | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 2 |  | 4/4И | 10 |  |  |  |
| 3. Системы регулирования в электроприводах металлургического производства | | |  | | | | | | |
| 3.1 Системы регулирования скорости в электроприводах постоянного тока (однозонные и двухзонные), типовые структурные схемы. | | 1 | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 3.2 Системы регулирования скорости в электроприводах переменного тока (скалярные, векторные), типовые структуры. | | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 3.3 Датчики в электроприводах в металлургической промышленности. | | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 3 |  | 6/6И | 15 |  |  |  |
| 4. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах постоянного тока | | |  | | | | | | |
| 4.1 Системы регулирования тока и скорости в комплектных электроприводах.  Структурная схема САРС при однозонном и двухзонном регулировании скорости. | | 1 | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 4.2 Регулирование тока (потока) возбуждения в комплектных электроприводах.  Регулирование положения механизмов в комплектных электроприводах. Особенности построения регуляторов для систем регулирования положения. Датчики и схемы измерения положения. | | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 2 |  | 4/4И | 10 |  |  |  |
| 5. Реализация типовых структур систем регулирования в комплектных электроприводах переменного тока | | |  | | | | | | |
| 5.1 Реализация типовых структур систем регулирования в электроприводах переменного тока. | | 1 | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 5.2 Построение систем регулирования скорости в электроприводах переменного тока с применением микропроцессорных устройств. Построение регуляторов тока, скорости, ЭДС, узлов задания скорости. Параметрирование систем регулирования скорости. | | 1 |  | 2/2И | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 2 |  | 4/4И | 10 |  |  |  |
| 6. Методика изучения автоматизированного электропривода металлургических машин и агрегатов | | |  | | | | | | |
| 6.1 Методика изучения автоматизированного электропривода металлургических машин и агрегатов. | | 1 |  |  | 2/2И |  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | |  |  | 2/2И |  |  |  |  |
| 7. Автоматизированный электропривод в доменном производстве | | |  | | | | | | |
| 7.1 Технология доменного производства. Основное технологическое оборудование в доменных цехах. Требования к электроприводам основных механизмов. Автоматизированный электропривод скипового подъемника доменной печи. | | 1 | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 1 |  | 2 | 5 |  |  |  |
| 8. Автоматизированный электропривод сталеплавильного производства | | |  | | | | | | |
| 8.1 Технология и оборудование сталеплавильного производства. Особенности конвертерного производства стали. Технологическое оборудование в конвертерном производстве. Автоматизированный электропривод механизма поворота конвертера. Автоматизированный электропривод механизма подъема фурмы. | | 1 | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 8.2 Технологическое оборудование машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). Общие требования к электроприводам МНЛЗ. Автоматизированный электропривод механизма качания кристаллизатора. | | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 2 |  | 4 | 10 |  |  |  |
| 9. Автоматизированный электропривод в прокатном производстве | | |  | | | | | | |
| 9.1 Технология и оборудование прокатного производства. Типы прокатных станов. Основные понятия теории прокатки. | | 1 | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 9.2 Автоматизированный электропривод реверсивных станов горячей прокатки.Технологические процессы. Тахограмма и нагрузочная диаграмма. Требования к электроприводу. Оптимальная диаграмма скорости и тока. Типовые решения для силовой части электропривода. Система автоматического регулирования скорости. Особенности построения САРС при индивидуальном электроприводе валков. | | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 9.3 Автоматизированный электропривод непрерывных листовых станов горячей прокатки. Типы прокатных станов. Технологическое оборудование. Технологические режимы. Требования к электроприводам. Типовые решения для силовой части электроприводов и САРС. САРС чистовой клети непрерывного широкополосного стана горячей прокатки. | | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 9.4 Автоматизированный электропривод станов холодной прокатки. Типы прокатных станов. Технологические процессы при производстве холодного проката. Технологические режимы на непрерывных листовых станах холодной прокатки. Требования к электроприводам валков непрерывных листовых станов. Построение силовой части электроприводов и САРС. | | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| 9.5 Автоматизированный электропривод вспомогательных механизмов прокатных станов.  Конструкция механизмов. Технологические режимы. Требования к электроприводам. Нажимные устройства клетей. Ножницы для резки металла. Рольганги. Намоточно-размоточные механизмы. Особенности построения систем автоматизированного электропривода указанных механизмов. | | 1 |  | 2 | 5 | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | | 5 |  | 10 | 25 |  |  |  |
| 10. Перспективы развития автоматизированного электропривода в металлургии | | |  | | | | | | |
| 10.1 Перспективы развития автоматизированного электропривода в металлургии. | | 1 |  |  |  |  | Самостоятельное изучение учебной и научной литературы  Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографичес ким материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ). | Устный опрос студентов по изученной теме |  |
| Итого по разделу | | |  |  |  |  |  |  |  |
| Итого за семестр | | | 18 |  | 36/20И | 87,1 |  | экзамен |  |
| Итого по дисциплине | | | 18 |  | 36/20И | 87,1 |  | экзамен |  |

|  |
| --- |
| **5** **Образовательные** **технологии** |
|  |
| Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины используются традиционная и информационно-коммуникационная образовательные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений происходит с использованием мультимедийного оборудования.  Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-визуализаций. На лекции-визуализации изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов). Возможны лекции – консультации, на которых изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.  При проведении практических занятий используются работа в команде и методы информационных технологий. |
|  |
| **6** **Учебно-методическое** **обеспечение** **самостоятельной** **работы** **обучающихся** |
| Представлено в приложении 1. |
|  |
| **7** **Оценочные** **средства** **для** **проведения** **промежуточной** **аттестации** |
| Представлены в приложении 2. |
|  |
| **8** **Учебно-методическое** **и** **информационное** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)** |
| **а)** **Основная** **литература:** |
| 1. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106890 (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  2. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/3812 (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
|  |
| **б)** **Дополнительная** **литература:** |
| 1. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106890 (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.  2. Епифанов, А. П. Электропривод : учебник / А. П. Епифанов, Л. М. Малайчук, А. Г. Гущинский. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 400 с. — ISBN 978-5-8114-1234-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/3812 (дата обращения: 26.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
|  |
| **в)** **Методические** **указания:** |
| 1. 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 // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/121467 (дата обращения: 26.10.2020). — Режим |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| доступа: для авториз. пользователей. | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **г)** **Программное** **обеспечение** **и** **Интернет-ресурсы:** | | | | |
|  | | | | |
|  |  |  |  |  |
| **Программное** **обеспечение** | | | | |
|  | Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |  |
|  | MS Windows 7 Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |  |
|  | MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |  |
|  | MathWorks MathLab v.2014 Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014 | бессрочно |  |
|  | MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013 | бессрочно |  |
|  |  |  |  |  |
| **Профессиональные** **базы** **данных** **и** **информационные** **справочные** **системы** | | | | |
|  | Название курса | | Ссылка |  |
|  | 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/ |  |
|  | Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |  |
| **9** **Материально-техническое** **обеспечение** **дисциплины** **(модуля)** | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Материально-техническое обеспечение дисциплины включает: | | | | |
| Лекционная аудитория (123, 227, 023): Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.    Компьютерный класс (227а, 023): Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета    Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся (227а, 023): Персональные компьютеры с пакетом MS Office, Matlab+Simulink и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета | | | | |
|

**Приложение 1. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде проработки материалов лекций с применением рекомендуемой литературы, работы над курсовым проектом, подготовки к экзамену.

**Перечень тем практических занятий**

**Тема 1**. Изучение автоматизированного электропривода блюминга 1500

***Вопросы:***

1.1. В чем заключается особенность работы электроприводов валков обжимного стана?

1.2. Каковы законы изменения основных параметров электропривода? (Скорость, ток, напряжение якоря, ток и напряжение возбуждения генератора)

1.3. Каково назначение множительно-делительного и делительного устройств в САР ЭП?

1.4. Как обеспечивается ограничение тока якоря на максимально допустимом уровне?

1.5. Как обеспечивается регулирование соотношения скоростей и нагрузок двигателей верхнего и нижнего валков?

1.6. Для чего в режиме токоограничения возникает необходимость обеспечения примерного соответствия заданной и действительной скорости двигателя?

**Тема 2.** Изучение автоматизированного электропривода реверсивного двухклетьевого стана холодной прокатки

***Вопросы:***

2.1. Какие технологические процессы прокатки листа существуют?

2.2. Каковы требования к ЭП валков клетей стана и как эти требования реализуются?

2.3. Основные виды защит электропривода данного стана.

2.4. Поясните, как работает синхронный двигатель стана в САР. Рассматривать двигатель следует как объект управления.

2.5. Поясните, как осуществляется векторное преобразование в системе регулирования.

2.6. Как происходит реализация САРС на данном стане?

**Тема 3.** Электропривод валков непрерывного стана 630 холодной прокатки

***Вопросы:***

3.1. Опишите технологические режимы прокатки непрерывного стана 630.

3.2. Поясните тахограмму работы электропривода непрерывного стана 630.

3.3. Поясните физические процессы в автоматизированном электроприводе при выравнивании нагрузок между двигателями валков.

3.4. Поясните физические процессы в САРС в режиме токоограничения (работа с номинальным потоком двигателя и при ослабленном потоке).

3.5. Поясните реализацию регуляторов САРС по принципиальной схеме.

3.6. Какие методы защиты электропривода используются на стане 630?

**Тема 4.** Изучение автоматизированного электропривода моталки стана холодной прокатки

***Вопросы:***

4.1. Для чего намотка полосы в рулон должна производиться с натяжением?

4.2. В чем суть и какие преимущества имеет ЭП моталки с двухзонным регулированием по сравнению с ЭП с однозонным регулированием?

4.3. От чего зависит точность поддержания натяжения полосы в ЭП моталки с косвенными регуляторами?

4.4. Какую задачу и как решает узел компенсации динамической составляющей тока двигателя?

4.5. Как осуществляется компенсация динамической составляющей натяжения?

4.6. Каким образом согласуется изменение скорости намотки с изменением скорости прокатки листа?

Тема 5. Изучение автоматизированного электропривода входного накопителя полосы агрегата непрерывного горячего цинкования

***Вопросы:***

5.1. Опишите технологические операции производства АНГЦ

5.2. Какие требования выдвигаются к ЭП входного накопителя? Как они физически реализуются?

5.3. Опишите принцип управления частотно-регулируемого асинхронного привода.

5.4. Опишите силовую схему группового питания ЭП и её особенности.

5.5. Поясните, как осуществляется векторное преобразование в системе регулирования.

5.6. Какие методы защиты электропривода используются?

**Рекомендуемая литература к практическим занятиям:**

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

**Приложение 2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Код**  **индикатора** | **Индикатор достижения компетенции** | **Оценочные средства** |
| *ПК-2: Способность разрабатывать концепции системы электропривода* | | |
| ПК-2.1 | Формирует компетенции и задачи на разработку системы электропривода | Модуль 1  1. Дайте определение электрического привода и приведите общую структуру электропривода.  2. Объясните назначение основных элементов и частей элек­тропривода.  3. Как классифицируются электрические приводы?  4. Какие элементы относятся к механической части электро­привода?  5. Объясните, в каких случаях можно получить многомассовую кинематическую схему механической части системы, покажите моменты и скорости, действующие на отдельные массы этой сис­темы.  6. Каким образом можно получить упрощенную одномассовую систему?  7. Для чего выполняется операция приведения статистиче­ских моментов и моментов инерции системы электропривода?  8. В чем отличие расчета приведенного момента сопротивле­ния нагрузки механизма при различных направлениях потока энер­гии механической части электропривода?  9. Объясните особенности приведения поступательного дви­жения механизма к вращательному движению двигателя.  10. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?  11. Какие моменты действуют на электропривод в устано­вившемся и переходном режимах?  12. Запишите и объясните уравнение движения электропри­вода для одномассовой системы.  13. В каких режимах будет работать двигатель при,  и , а также если уравнение движения имеет вид  ?  14. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замед­ленного.  15. Уравнение движения электропривода при имеет вид: . В каком режиме работает двигатель и как изменится этот режим при ?  16. Поясните правила знаков моментов в уравнении движе­ния электропривода.  17. Что такое динамический момент электропривода?  18. Представьте уравнение движения электропривода дл двухмассовой системы.  19. Представьте и объясните структурную схему двухмассовой системы электропривода.  20. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры.  21. Что такое жесткость механической характеристики?  22. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?  23. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?  24. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода?  25. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?  26. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?  27. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.  28. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.  Модуль 2  1. Какая характеристика называется естественной механи­ческой?  2. Начертите семейство механических характеристик двига­теля постоянного тока независимого возбуждения:  – при неизменном потоке и для различных напряжений;  – при неизменном напряжении и различных потоках;  – при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря.  3. Что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения, режим динамического торможения? Начертите механические характеристики этих режи­мов для различных сопротивлений цепи якоря.  4. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?  5. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?  6. Рассчитайте номинальное сопротивление двигателя па­раллельного возбуждения при , ,, если ток возбуждения составляет 0,025 от ?  7. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.  8. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и пе­регрузочной способности.  9. Как осуществляется расчет механических характеристик двигателя параллельного возбуждения по каталожным данным?  10. Какой вид имеют уравнения механических характеристик двигателя постоянного тока в относительных единицах?  11. Крановый двигатель постоянного тока параллельного возбуждения опускает груз в режиме противовключения. Что про­изойдет с его скоростью вращения, если в цепь якоря будет введе­но дополнительное сопротивление?  12. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения?  13. Какая мощность расходуется в последовательном внеш­нем сопротивлении в режиме противовключения двигателя?  14. При каких статических моментах возможен режим проти­вовключения двигателя параллельного возбуждения посредством увеличения сопротивления в цепи якоря, посредством изменения полярности напряжения на якоре?  15. Допустим ли режим противовключения двигателя при от­сутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?  16. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения9  17. Каков физический смысл характеристик режима противовключения во втором или четвертом квадранте?  18. Каковы преимущества и недостатки различных способов электрического торможения двигателей?  19. Что такое параметрический способ регулирования скоро­сти двигателя?  20. Перечислите недостатки регулирования скорости двига­теля изменением сопротивления в цепи якоря.  21. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?  22. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя параллельного возбуждения?  23. Как понимать термин «регулирование скорости с постоян­ным моментом и с постоянной мощностью»?  24. Почему при регулировании скорости изменением магнит­ного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?  25. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах со­противления?  26. Чем объяснить, что характеристики  при ос­лаблении магнитного потока пересекаются в одной точке при ?  27. Почему и при каких значениях тока и скорости пересека­ются в одной точке характеристики двигателя при соединении его по схеме шунтирования якоря?  28. Может ли двигатель параллельного возбуждения рекупе­рировать энергию в сеть при соединении его по схеме шунтирова­ния якоря?  29. Как изменит свое положение механическая характеристи­ка динамического торможения при ослаблении магнитного потока двигателя.  30. Во сколько раз изменится момент двигателя при заданной скорости, если поток снизится в два раза (двигатель параллельного возбуждения)?  31. Начертите принципиальную реверсивную схему системы Г-Д, укажите принцип ее действия при регулировании скорости и торможении двигателя.  32. Каков общий диапазон регулирования скорости двигателя в системе Г-Д при комбинированном регулировании напряжением генератора и потоком двигателя?  33. Какие факторы ограничивают диапазон регулирования скорости в системе Г-Д и какими способами его можно расширить?  34. Укажите достоинства и недостатки системы Г-Д.  35. Как принципиально производится регулирование скорости двигателя в тиристорном приводе?  36. Что такое угол регулирования тиристоров и как его вели­чина влияет на скорость двигателя?  37. Как осуществляется реверс двигателя в системе ТП-Д?  38. Назовите и представьте силовые схемы реверсивных тиристорных преобразователей, укажите их достоинства и недостат­ки, а также области применения.  39. Что такое инверторный режим тиристорного преобразователя?  40. В каком режиме работает двигатель при инверторном ре­жиме преобразователя и какие переключения необходимо произ­вести в этом случае в цепи якоря двигателя?  41. Какой вид имеют механические характеристики двигателя в системе ТП-Д?  42. Что такое прерывистый режим тиристорного преобразо­вателя и каково его влияние на работу привода?  43. Как зависит  тиристорного привода от скорости вращения двигателя?  44. Укажите достоинства и недостатки тиристорного привода и возможные области его применения.  45. Как осуществляется регулирование скорости при исполь­зовании импульсных регуляторов напряжения?  Модуль 3  1. Почему для двигателя последовательного возбуждения нельзя получить точное аналитическое выражение механической характеристики?  2. Для какой цели могут служить выведенные приближенные уравнения механической характеристики двигателя с последова­тельным возбуждением?  3. В каких режимах может работать двигатель последова­тельного возбуждения? Почему для него невозможна работа в ге­нераторном режиме с отдачей энергии в сеть?  4. Почему естественная и реостатные характеристики двига­теля последовательного возбуждения не переходят в область от­рицательных моментов, а при шунтировании якоря того же двига­теля переходят?  5. Покажите по уравнению электромеханической характери­стики, изменением каких параметров можно регулировать скорость двигателя последовательного возбуждения.  6. Охарактеризуйте различные способы регулирования ско­рости двигателя последовательного возбуждения.  7. Чем объяснить нелинейность механической характеристи­ки двигателя при шунтировании якоря и ?  8. Возможна ли рекуперация энергии в сеть при шунтирова­нии якоря двигателя последовательного возбуждения?  9. Почему в зоне значительных нагрузок механические харак­теристики при шунтировании обмотки возбуждения приближаются к линейным?  10. Какие способы пуска возможны для двигателя последова­тельного возбуждения и какие из них наиболее часто применяются на практике?  11. Поясните, как производится расчет пусковых и тормозных сопротивлений.  12. Представьте механические характеристики двигателя при шунтировании якоря и обмотки возбуждения.  13. Для какой цели и каким образом используются универ­сальные характеристики двигателя последовательного возбужде­ния в относительных единицах?  14. Двигатель постоянного тока с последовательным возбу­ждением работает на линейном участке кривой намагничивания. Как изменится жесткость механической характеристики, если на­грузка снизится в 2 раза?  15. Начертите принципиальные схемы включения двигателей последовательного и смешанного возбуждения при пуске.  16. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момен­та для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?  17. Какими условиями определяется реальная скорость хо­лостого хода двигателя постоянного тока с последовательным воз­буждением?  18. Почему в электроприводах с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения не применяются ременные и цеп­ные передачи?  19. Какое соотношение  является допустимым для двигателя последовательного возбуждения из соображений меха­нической прочности электрической машины?  20. Каким образом может быть построена искусственная рео­статная характеристика при известной естественной характеристи­ке двигателя?  21. Объясните, почему перегрузочная способность электро­двигателя последовательного возбуждения по моменту выше, чем у двигателя независимого возбуждения.  22. Изобразите примерную зависимость магнитного потока двигателя от скорости для естественной характеристики в схеме с шунтированием якоря.  23. Почему при токе якоря, превышающем номинальное зна­чение, механические характеристики двигателя последовательного возбуждения линейны?  24. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и пе­регрузочной способности.  25. Каким образом осуществляется торможение противовключением при активном и реактивном статическом моменте?  26. В чем заключаются недостатки динамического торможе­ния двигателя последовательного возбуждения с самовозбуждени­ем и почему при динамическом торможении иногда осуществляет­ся независимое питание обмотки возбуждения?  27. Почему в реальных условиях механические характеристи­ки двигателя последовательного возбуждения в тормозном режиме с самовозбуждением при различных дополнительных сопротивле­ниях в якорной цепи исходят не из начала координат?  28. При каких условиях должно осуществляться торможение с самовозбуждением, чтобы не допустить размагничивания машины?  29. Чемобъясняетсяограниченностьприменениядинамиче­скоготорможениядвигателяпоследовательноговозбужденияс самовозбуждением?  30. Назовитеобластиприменениядвигателейпоследова­тельногоисмешанноговозбужденияиобъяснитеих.  31. Какбудутвыглядетьмеханическиехарактеристикидвига­телейсмешанноговозбужденияприразныхсоотношенияхмежду ампер витками (МДС) параллельной и последовательной обмоток?  32. Какие способы электрического торможения используются для двигателей смешанного возбуждения?  33. Как производится реверсирование двигателя смешанного возбуждения?  34. Как графически произвести расчет пускорегулировочного реостата для двигателя смешанного возбуждения?  35. Почемудвигательсмешанноговозбужденияработаетне­устойчивопривстречномвключенииобмотоквозбуждения?  Модуль 4  1. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?  2. Как зависит максимальный (критический) момент асин­хронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ро­тора?  3. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?  4. Как определить активное сопротивление ротора асинхрон­ного двигателя по каталожным данным?  5. Каким образом может быть построена естественная меха­ническая характеристика асинхронного двигателя?  6. Как построить искусственную характеристику асинхронно­го двигателя при известной естественной характеристике:  – для другого сопротивления ротора;  – для другого напряжения, к которому подключен статор;  – для другой частоты сети?  7: При каких скольжениях возможна устойчивая работа асин­хронного двигателя при постоянном статическом моменте ?  8. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двига­тельном режиме?  9. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи?  10. Почему при одних и тех же значениях моментов коротко­го замыкания (начальных моментах), получающихся в одном слу­чае при замыкании ротора накоротко, а в другом–при соответст­вующем дополнительном сопротивлении, различным и оказывают­ся значения токов короткого замыкания?  11. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения?  12. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в не­сколько раз превышает номинальный ток?  13. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора?  14. При каком напряжении сети практически может приме­няться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник?  15. Какие способы электрического торможения применяются для асинхронных двигателей?  16. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть?  17. С какой целью при динамическом торможении асинхрон­ного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток?  18. Начертите примерный вид механической характеристики динамического торможения асинхронного электродвигателя и укажите, как влияют на вид характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи.  19. В какой области механической характеристики двигателя при динамическом торможении может иметь место неустойчивый режим?  20. Можно ли утверждать, что при любой скорости выше син­хронной двигатель будет отдавать энергию в сеть?  21. Чем объяснить наличие максимума момента при динами­ческом торможении и почему с уменьшением дополнительного со­противления в роторной цепи максимум момента смешается в сто­рону меньших скольжений?  22. Изобразите примерную зависимость тока в роторной цепи двигателя при динамическом торможении, а также кривую резуль­тирующего рабочего магнитного потока от скорости.  23. Приведите примеры приводов, в которых возможен пере­ход асинхронного двигателя в генераторный режим.  24. Чем объяснить появление больших токов при переходе в режим противовключением асинхронного двигателя?  25. Асинхронный двигатель механизма подъема крана обес­печивает подъем груза. Что происходит с его скоростью вращения, если в роторную цепь вводится значительное по величине допол­нительное сопротивление?  26. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.  27. Какие способы регулирования скорости асинхронного дви­гателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?  28. К какому типу относится регулирование скорости асин­хронного двигателя включением дополнительного сопротивления в роторе? Перечислите недостатки этого способа регулирования скорости.  29. Начертите схемы обмоток статора двухскоростного дви­гателя при регулировании скорости с постоянным моментом и по­стоянной мощностью.  30. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.  31. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых вы­прямителей в цепи ротора.  32. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегру­зочной способности двигателя?  33. Как изменяется критическое скольжение при уменьшении частоты, если управление производится по закону ?  34. Как влияет учет насыщения на величины критического и пускового моментов двигателя при различных частотах и законе ?  35. Оцените преимущества и недостатки частотного управле­ния с неизменным магнитным потоком при различных частотах.  36. Объясните возможность импульсного регулирования ско­рости асинхронного двигателя и представьте применяемые схемы реализации данного способа регулирования.  37. Сравните регулировочные свойства асинхронных двига­телей и двигателей постоянного тока.  38. Какие из рассмотренных способов регулирования обеспе­чивают приблизительно постоянную располагаемую мощность, а какие и момент?  Модуль 5  1. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?  2. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?  3. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?  4. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуется механические и электромагнитные переходные процессы?  5. Объясните физическую сущность электромеханической  и электромагнитной  постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времени и?  7. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?  8. Представьте и объясните основные уравнения для скоро­сти и тока двигателя при переходных процессах.  9. Почему при приложении нагрузки к валу двигателя посто­янного тока увеличивается ток якоря?  10. Каким образом может быть определено время разгона двигателя при одноступенчатом и многоступенчатом пусках?  11. Представьте и объясните кривые переходных процессов при пуске, торможении противовключением и динамическом тор­можении.  12. Представьте и объясните кривые переходных процессов для скорости и тока двигателя постоянного тока независимого возбуждения при учете электромагнитной инерции якоря.  13. Как влияет изменение сопротивления при переходных процессах на длительность их протекания?  14. Объясните особенность исследования переходных про­цессов в разомкнутых электроприводах с асинхронным двигателем.  15. Для какой цели необходимо дефорсирование при пуске двигателя постоянного тока изменением напряжения?  16. Какие способы применяются для ускорения электромаг­нитных переходных процессов в обмотках возбуждения электри­ческих машин?  17. Перечислите способы форсирования и покажите, как будет изменяться ЭДС генератора при разных способах форси­рования.  18. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и мо­мента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?  19. Для какой цели необходимо определять потери энергии при пуске и торможении двигателя?  20. Начертите диаграмму мощности и потерь при торможе­нии противовключением двигателя постоянного тока параллельно­го возбуждения.  21. Запишите и объясните общее выражение для потерь в асинхронном двигателе в установившемся режиме. Определите потери в стали в режиме короткого замыкания.  22. Какая составляющая потерь энергии ,  или обычно является доминирующей, и в каких случаях остальные со­ставляющие могут иметь большее значение?  23. Каково соотношение между основными потерями при пуске и торможении для двигателя постоянного тока с параллель­ным возбуждением и для асинхронного двигателя?  24. Как определить потери энергии при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и углубленным пазом или двойной клеткой?  25. Назовите возможные способы уменьшения пусковых по­терь двигателей.  26. Назовите основной способ снижения потерь и расхода энергии при пуске двигателей постоянного тока.  27. Почему при ступенчатом пуске по сравнению с прямым до той же скорости время пуска и, соответственно, потери энергии заметно сокращаются?  28. Каким образом могут быть снижены потери в электро­приводах с регулируемой скоростью?  29. Что представляют собой средние потери за цикл?  30. В каком соотношении находятся потери энергии при пус­ке двигателя в холостую и под нагрузкой?  31. Сравните потери энергии, выделяющиеся в двигателях при прямом и реостатном пусках в холостую. |

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения за определенный период обучения (семестр) и проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсового проекта.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современный автоматизированный электропривод» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

**Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.