



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин  
03.02.2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ПРИВОД***

Направление подготовки (специальность)  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Электропривод и автоматика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
заочная

|                     |  |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем  |
| Кафедра             | Автоматизированного электропривода и мехатроники |
| Курс                | 3  |

Магнитогорск  
2026 год



## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Автоматизированного электропривода и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.А. Николаев

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Электрический привод» является формирование у студентов знаний в области современного электропривода, что позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Для достижения поставленной цели необходимо:

-создать у студентов правильное представление о сущности происходящих в электрических приводах процессов преобразования энергии и о влиянии требований рабочих машин и технологий на выбор типа и структуры электропривода;

-научить студентов самостоятельно выполнять простейшие расчеты по анализу движения электроприводов, определению их основных параметров и характеристик, оценке энергетических показателей работы и выборе двигателя и проверке его по нагреву;

- научить студентов самостоятельно проводить элементарные лабораторные исследования электрических приводов.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Электрический привод входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Математика

Теоретические основы электротехники

Электрические машины

Прикладная механика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Теория электропривода

Производственная-технологическая практика

Системы управления электроприводов

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрический привод» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции   |
|----------------|--|
| ПК-3           | Способность собирать, обрабатывать и анализировать данные об оборудовании, для которого предназначена система электропривода     |
| ПК-3.1         | Осуществляет мероприятия по сбору, обработке и анализу данных об оборудовании, для которого предназначена система электропривода |

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 12,9 акад. часов;
- аудиторная – 10 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 194,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

| Раздел/ тема дисциплины  | Курс | 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. Электропривод как система   |      |  |           |             |                                 |   |   |                 |
| 1.1 Определение понятия электропривод. Блок-схема электропривода                     | 3    | 0,1  |           |             | 17                              | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)                                    | ПК-3.1          |
| 1.2 Классификация электроприводов. История развития электропривода                   |      | 0,2  |           |             | 16                              | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)                                    | ПК-3.1          |
| Итого по разделу   |      | 0,3  |           |             | 33                              |   |   |                 |
| 2. Механическая часть силового канала электропривода                                 |      |  |           |             |                                 |   |   |                 |
| 2.1 Уравнение движения электропривода. Расчетная схема силовой части электропривода. | 3    | 0,2  | 0,2       |             | 14                              | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)                                    | ПК-3.1          |
| 2.2 Составление расчетных схем механической части электропривода                     |      |  | 0,2       |             | 14                              | Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины | Проверка индивидуальных заданий                                 | ПК-3.1          |
| 2.3 Приведение моментов сопротивления и моментов инерции к валу двигателя            |      | 0,2  | 0,2       |             | 14                              | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)                                    | ПК-3.1          |

|   |   |     |     |  |      |   |                                       |        |
|---|---|-----|-----|--|------|---|---------------------------------------|--------|
| 2.4 Контрольная работа<br>“Механика и режимы<br>работы электропривода”  | 3 |     | 0,2 |  | 14   | Контрольная<br>работа   | Контрольные<br>работы                 | ПК-3.1 |
| 2.5 Лабораторная работа<br>№1. Методика проведения<br>лабораторных работ  |   | 0,2 |     |  | 14   | Подготовка к<br>семинарскому,<br>практическому,<br>лабораторно-<br>практическому<br>занятию   | Лабораторной<br>работы                | ПК-3.1 |
| Итого по разделу  |   | 0,6 | 0,8 |  | 70   |   |                                       |        |
| 3. Физические процессы в<br>электроприводах с машинами<br>постоянного тока независимого<br>возбуждения  |   |     |     |  |      |   |                                       |        |
| 3.1 Лабораторная работа<br>№2. Исследование<br>электропривода с<br>двигателем постоянного<br>тока независимого<br>возбуждения                                     | 3 | 0,2 | 0,2 |  |      | Подготовка к<br>семинарскому,<br>практическому,<br>лабораторно-<br>практическому<br>занятию   | Лабораторные<br>работы                | ПК-3.1 |
| 3.2 Расчет и построение<br>электромеханических и<br>механических<br>характеристик   |   | 0,2 | 0,2 |  |      | Выполнение<br>практических<br>работ (решение<br>задач,<br>письменных<br>работ и т.п.),<br>предусмотренны<br>х рабочей<br>программой<br>дисциплины | Проверка<br>индивидуальных<br>заданий | ПК-3.1 |
| 3.3 Контрольная работа<br>“Электромеханические и<br>регулируемые свойства<br>электропривода с<br>двигателем постоянного<br>тока независимого<br>возбуждения”      |   |     |     |  | 14   | Контрольная<br>работа   | Контрольные<br>работы                 | ПК-3.1 |
| Итого по разделу  |   | 0,4 | 0,4 |  | 14   |   |                                       |        |
| 4. Физические процессы в<br>электроприводах с двигателями<br>последовательного и<br>смешанного возбуждения  |   |     |     |  |      |   |                                       |        |
| 4.1 Расчетно-графическая<br>работа<br>“Электромеханические<br>свойства электроприводов<br>постоянного тока с<br>двигателями<br>последовательного<br>возбуждения ” | 3 | 0,2 |     |  | 14,2 | Выполнение<br>практических<br>работ (решение<br>задач,<br>письменных<br>работ и т.п.),<br>предусмотренны<br>х рабочей<br>программой<br>дисциплины | Проверка<br>индивидуальных<br>заданий | ПК-3.1 |
| 4.2 Лабораторная работа<br>№3. Исследование<br>электропривода с<br>двигателем постоянного<br>тока последовательного<br>возбуждения                                |   | 0,2 | 0,2 |  | 4    | Подготовка к<br>семинарскому,<br>практическому,<br>лабораторно-<br>практическому<br>занятию   | Лабораторной<br>работы                | ПК-3.1 |
| 4.3 Контрольная работа<br>“Электромеханические и<br>регулируемые свойства   |   |     |     |  | 6    | Контрольная<br>работа   | Контрольные<br>работы                 | ПК-3.1 |

|  |   |     |     |  |      |   |  |                              |        |
|--|---|-----|-----|--|------|---|--|------------------------------|--------|
| электропривода с двигателями постоянного тока последовательного возбуждения”   |   |     |     |  |      |   |  |                              |        |
| Итого по разделу   |   | 0,4 | 0,2 |  | 24,2 |   |  |                              |        |
| 5. Физические процессы в электроприводах с асинхронными и синхронными двигателями  |   |     |     |  |      |   |  |                              |        |
| 5.1 Расчетно-графическая работа<br>“Электромеханические свойства электроприводов переменного тока с асинхронными двигателями”  | 3 |     |     |  | 4    | Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины | Проверка индивидуальных заданий                      | ПК-3.1                       |        |
| 5.2 Лабораторная работа №4. Исследование электропривода с асинхронным двигателем   |   |     |     |  | 5    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию   | Лабораторной работы                                  | ПК-3.1                       |        |
| 5.3 Контрольная работа<br>“Электромеханические и регулировочные свойства электропривода с асинхронными двигателями”  |   |     |     |  | 5    | Контрольная работа  | Контрольные работы                                   | ПК-3.1                       |        |
| Итого по разделу   |   |     |     |  | 14   |   |  |                              |        |
| 6. Электрическая часть силового канала электропривода  |   |     |     |  |      |   |  |                              |        |
| 6.1 Структура силового канала электропривода. Преобразователи электрической энергии в электроприводе. Выпрямители, инверторы, источники тока. Принцип действия преобразователей, схемы, техническая реализация | 3 | 0,1 |     |  |      | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)                         | ПК-3.1                       |        |
| 6.2 Лабораторная работа №5. Исследование системы тиристорный преобразователь-двигатель   |   | 0,1 |     |  | 4    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию   | Лабораторной работы                                  | ПК-3.1                       |        |
| 6.3 Система тиристорный преобразователь-двигатель постоянного тока. Система преобразователь частоты – двигатель переменного тока   |   |     | 0,1 |  |      | 4   | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы | Устный опрос (собеседование) | ПК-3.1 |
| 6.4 Скоростные и механические характеристики электроприводов с   |   |     | 0,1 |  |      | 4   | Самостоятельное изучение учебной и научно            | Устный опрос (собеседование) | ПК-3.1 |

|   |   |     |     |  |      |   |                                 |        |
|---|---|-----|-----|--|------|---|---------------------------------|--------|
| преобразователями энергии   |   |     |     |  |      | литературы  |                                 |        |
| 6.5 Расчет и построение фазовых , регулировочных и скоростных характеристик системы ТП -Д   | 3 |     |     |  | 7,2  | Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины | Проверка индивидуальных заданий | ПК-3.1 |
| 6.6 Лабораторная работа №6. Исследование системы преобразователь частоты –асинхронный двигатель   |   |     | 0,1 |  | 5    | Подготовка к семинарскому, практическому, лабораторно-практическому занятию   | Лабораторной работы             | ПК-3.1 |
| Итого по разделу  |   | 0,3 | 0,2 |  | 24,2 |   |                                 |        |
| 7. Принципы управления в электроприводе   |   |     |     |  |      |   |                                 |        |
| 7.1 Разомкнутые системы управления. Реостатное управление двигателями постоянного и переменного тока, пуск, торможение, регулирование скорости. Расчет пусковых и тормозных сопротивлений. Реостатное регулирование скорости, изменением напряжения, магнитного потока, напряжения и частоты переменного тока | 3 | 0,1 | 0,2 |  | 5    | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)    | ПК-3.1 |
| 7.2 Расчет переходных процессов в электроприводах постоянного и переменного тока  |   | 0,2 | 0,2 |  | 5    | Выполнение практических работ (решение задач, письменных работ и т.п.), предусмотренных рабочей программой дисциплины | Проверка индивидуальных заданий | ПК-3.1 |
| Итого по разделу  |   | 0,3 | 0,4 |  | 10   |   |                                 |        |
| 8. Элементы проектирования электропривода   |   |     |     |  |      |   |                                 |        |
| 8.1 Основные этапы инженерного проектирования электроприводов: постановка и анализ задачи проектирования, поиск возможных решений, выбор двигателя, выбор механической передачи, выбор преобразователя  | 3 | 1,5 |     |  | 5    | Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  | Устный опрос (собеседование)    | ПК-3.1 |
| 8.2 Нагрузочные диаграммы механизма и   |   | 0,2 | 4   |  |      | Самостоятельное изучение  | Устный опрос (собеседование)    | ПК-3.1 |

|   |   |     |   |  |       |  |         |        |
|---|---|-----|---|--|-------|--|---------|--------|
| двигателя. Тепловая модель двигателя, стандартные режимы. Проверка двигателей по нагреву и перегрузке. Элементы теории надежности |   |     |   |  |       | учебной и научно литературы  |         |        |
| Итого по разделу  |   | 1,7 | 4 |  | 5     |  |         |        |
| 9. Подготовка и сдача экзамена  |   |     |   |  |       |  |         |        |
| 9.1 Подготовка и экзамен по электрическим машинам.  | 3 |     |   |  |       | Поиск дополнительной информации по заданной теме (работа с библиографическим материалами, справочниками, каталогами, словарями, энциклопедиями ) | Экзамен | ПК-3.1 |
| Итого по разделу  |   |     |   |  |       |  |         |        |
| Итого за семестр  |   | 4   | 6 |  | 194,4 |  | экзамен |        |
| Итого по дисциплине   |   | 4   | 6 |  | 194,4 |  | экзамен |        |

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрический привод» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрический привод» происходит с использованием мультимедийного оборудования .

Лекции происходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении лабораторных занятий используются универсальные лабораторные стенды, работа в бригаде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на лабораторных занятиях, при подготовке к контрольным работам, при выполнении исследований на лабораторных установках и итоговой аттестации.

## **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**

### **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: 28.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **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: 28.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

2. Кузнецов, А. Ю. Электрический привод и электрооборудование в АПК. Ч. 2: Регулирование двигателя постоянного тока [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Новосиб. 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: 28.04.2024). – Режим доступа: по подписке.

**в) Методические указания:**

1. Безик, В. А. Электрический привод : методические указания / В. А. Безик, О. В. Кубаткина, В. В. Ковалев. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 76 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171983> (дата обращения: 28.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:****Программное обеспечение**

| Наименование ПО                                  | № договора                   | Срок действия лицензии |
|--|------------------------------|------------------------|
| 7Zip   | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |
| MathWorks<br>MathLab v.2014<br>Classroom License | К-89-14 от 08.12.2014        | бессрочно              |
| MathCAD v.15<br>Education<br>University Edition  | Д-1662-13 от 22.11.2013      | бессрочно              |
| MS Office 2007<br>Professional                   | № 135 от 17.09.2007          | бессрочно              |
| FAR Manager                                      | свободно распространяемое ПО | бессрочно              |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | <a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>     |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL:<br><a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a> |

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа  
мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий: лаборатория автоматизированного электропривода постоянного и переменного тока  
компьютеры Syntex mod-1 лабораторный стенд №1; лабораторный стенд №2;

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

Доска, мультимедийный проектор, экран

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся

Персональные компьютеры с ПО из п. 8(г), выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета

## **Приложение 1 «Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»**

По дисциплине «Электрический привод» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях.

### **Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):**

#### **Вариант 1**

Грузовая лебедка приводится в движение двигателем постоянного тока независимого

возбуждения с номинальными данными, указанными в таблице 1

1. Определить величины пусковых сопротивлений и полное сопротивление пускового реостата при колебаниях пускового момента от  $M_1 = 2,1 \text{ МН}$  до  $M_2 = 1,3 \text{ МН}$ . Определить также скорость вращения при установившемся движении после пуска.
2. Определить величину сопротивления при динамическом торможении, если двигатель переводится в указанный режим при  $M_C = 1,1 \text{ МН}$ . Начальный момент при динамическом торможении  $M_{МНАЧ} = 1,7 \text{ МН}$ .
3. Определить максимальный диапазон регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря, если при номинальном статическом моменте и токе возбуждения, ток нагрузки может колебаться кратковременно до двойного значения.
4. Определить шунтирующее и дополнительные сопротивления в цепи якоря двигателя и построить характеристику, проходящую через  $p_{01} = 0,5 p_0$ .
5. Какая мощность расходуется во внешнем последовательном сопротивлении в режимепротивовключения рассматриваемого двигателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения литературы по соответствующему разделу с проработкой материала; выполнения домашних заданий.

### **Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):**

1 Постройте естественные электромеханические и механические характеристики

двигателя постоянного тока с независимым возбуждением типа Д41 со следующими паспортными данными: номинальная мощность  $P_N = 13 \text{ кВт}$ , номинальное напряжение  $U_N = 220 \text{ В}$ , ток  $I_N = 69,5 \text{ А}$ , сопротивление обмотки якоря и дополнительных полюсов  $r_a = 0,11 \text{ Ом}$ ,  $r_{дп} = 0,051 \text{ Ом}$ , сопротивление обмотки возбуждения  $r_v = 70 \text{ Ом}$  (величина сопротивлений дана при температуре  $20^\circ \text{C}$ ).

## Приложение 2 «Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

| Код индикатора   | Индикатор достижения компетенции   | Оценочные средства   |
|--|--|--|
| ПК-3: Способность собирать, обрабатывать и анализировать данные об оборудовании, для которого предназначена система электропривода |  |  |
| ПК-3.1   | Осуществляет мероприятия по сбору, обработке и анализу данных об оборудовании, для которого предназначена система электропривода | <p><b>Примерные вопросы к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Дайте определение электрического привода и приведите общую структуру электропривода.</li> <li>2. Объясните назначение основных элементов и частей электропривода.</li> <li>3. Как классифицируются электрические приводы?</li> <li>4. Какие элементы относятся к механической части электропривода?</li> <li>5. Объясните, в каких случаях можно получить многомассовую кинематическую схему механической части системы, покажите моменты и скорости, действующие на отдельные массы этой системы.</li> <li>6. Каким образом можно получить упрощенную одномассовую систему?</li> <li>7. Для чего выполняется операция приведения статистических моментов и моментов инерции системы электропривода?</li> <li>8. В чем отличие расчета приведенного момента сопротивления нагрузки механизма при различных направлениях потока энергии механической части электропривода?</li> <li>9. Объясните особенности приведения поступательного движения механизма к вращательному движению двигателя.</li> <li>10. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?</li> <li>11. Какие моменты действуют на электропривод в установившемся и переходном режимах?</li> <li>12. Запишите и объясните уравнение движения электропривода для одномассовой системы.</li> <li>13. В каких режимах будет работать двигатель при <math>M = M_c</math>, <math>M &gt; M_c</math> и <math>M &lt; M_c</math>, а также если уравнение движения имеет вид             <math display="block">M - M_c = M_{дин} ?</math> </li> <li>14. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного.</li> <li>15. Уравнение движения электропривода при <math>M &gt; M_c</math> имеет вид: <math>-M + M_c = M_{дин}</math>. В каком режиме работает двигатель и как изменится этот режим при <math>M &lt; M_c</math>?</li> <li>16. Поясните правила знаков моментов в уравнении движения электропривода.</li> <li>17. Что такое динамический момент электропривода?</li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>18. Представьте уравнение движения электропривода для двухмассовой системы.</p> <p>19. Представьте и объясните структурную схему двухмассовой системы электропривода.</p> <p>20. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры.</p> <p>21. Что такое жесткость механической характеристики?</p> <p>22. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?</p> <p>23. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?</p> <p>24. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода?</p> <p>25. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте?</p> <p>26. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?</p> <p>27. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику.</p> <p>28. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику.</p> <p style="text-align: center;">Модуль 2</p> <p>1. Какая характеристика называется естественной механической?</p> <p>2. Начертите семейство механических характеристик двигателя постоянного тока независимого возбуждения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– при неизменном потоке и для различных напряжений;</li> <li>– при неизменном напряжении и различных потоках;</li> <li>– при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря.</li> </ul> <p>3. Что такое генераторный рекуперативный режим двигателя постоянного тока, режим противовключения, режим динамического торможения? Начертите механические характеристики этих режимов для различных сопротивлений цепи якоря.</p> <p>4. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?</p> <p>5. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?</p> <p>6. Рассчитайте номинальное сопротивление двигателя параллельного возбуждения при <math>P_n = 40 \text{ кВт}</math>,</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p><math>U_n = 220 В, \eta_n = 0.92</math> , если ток возбуждения составляет 0,025 от <math>I_n</math> ?</p> <p>7. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.</p> <p>8. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p>9. Как осуществляется расчет механических характеристик двигателя параллельного возбуждения по каталожным данным?</p> <p>10. Какой вид имеют уравнения механических характеристик двигателя постоянного тока в относительных единицах?</p> <p>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?</p> <p>12. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>13. Какая мощность расходуется в последовательном внешнем сопротивлении в режиме противовключения двигателя?</p> <p>14. При каких статических моментах возможен режим противовключения двигателя параллельного возбуждения посредством увеличения сопротивления в цепи якоря, посредством изменения полярности напряжения на якоре?</p> <p>15. Допустим ли режим противовключения двигателя при отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря?</p> <p>16. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения?</p> <p>17. Каков физический смысл характеристик режима противовключения во втором или четвертом квадранте?</p> <p>18. Каковы преимущества и недостатки различных способов электрического торможения двигателей?</p> <p>19. Что такое параметрический способ регулирования скорости двигателя?</p> <p>20. Перечислите недостатки регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря.</p> <p>21. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?</p> <p>22. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>23. Как понимать термин «регулирование скорости с постоянным моментом и с постоянной мощностью»?</p> <p>24. Почему при регулировании скорости изменением</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>магнитного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?</p> <p>25. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах сопротивления?</p> <p>26. Чем объяснить, что характеристики <math>\omega = f(I_{я})</math> при ослаблении магнитного потока пересекаются в одной точке при <math>\omega = 0</math>?</p> <p>27. Почему и при каких значениях тока и скорости пересекаются в одной точке характеристики двигателя при соединении его по схеме шунтирования якоря?</p> <p>28. Может ли двигатель параллельного возбуждения рекуперировать энергию в сеть при соединении его по схеме шунтирования якоря?</p> <p>29. Как изменит свое положение механическая характеристика динамического торможения при ослаблении магнитного потока двигателя.</p> <p>30. Во сколько раз изменится момент двигателя при заданной скорости, если поток снизится в два раза (двигатель параллельного возбуждения)?</p> <p>31. Начертите принципиальную реверсивную схему системы Г-Д, укажите принцип ее действия при регулировании скорости и торможении двигателя.</p> <p>32. Каков общий диапазон регулирования скорости двигателя в системе Г-Д при комбинированном регулировании напряжением генератора и потоком двигателя?</p> <p>33. Какие факторы ограничивают диапазон регулирования скорости в системе Г-Д и какими способами его можно расширить?</p> <p>34. Укажите достоинства и недостатки системы Г-Д.</p> <p>35. Как принципиально производится регулирование скорости двигателя в тиристорном приводе?</p> <p>36. Что такое угол регулирования тиристорных и как его величина влияет на скорость двигателя?</p> <p>37. Как осуществляется реверс двигателя в системе ТП-Д?</p> <p>38. Назовите и представьте силовые схемы реверсивных тиристорных преобразователей, укажите их достоинства и недостатки, а также области применения.</p> <p>39. Что такое инверторный режим тиристорного преобразователя?</p> <p>40. В каком режиме работает двигатель при инверторном режиме преобразователя и какие переключения необходимо произвести в этом случае в цепи якоря двигателя?</p> <p>41. Какой вид имеют механические характеристики двигателя в системе ТП-Д?</p> <p>42. Что такое прерывистый режим тиристорного</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>преобразователя и каково его влияние на работу привода?</p> <p>43. Как зависит <math>\cos\varphi</math> тиристорного привода от скорости вращения двигателя?</p> <p>44. Укажите достоинства и недостатки тиристорного привода и возможные области его применения.</p> <p>45. Как осуществляется регулирование скорости при использовании импульсных регуляторов напряжения?</p> <p>Модуль 3</p> <p>1. Почему для двигателя последовательного возбуждения нельзя получить точное аналитическое выражение механической характеристики?</p> <p>2. Для какой цели могут служить выведенные приближенные уравнения механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением?</p> <p>3. В каких режимах может работать двигатель последовательного возбуждения? Почему для него невозможна работа в генераторном режиме с отдачей энергии в сеть?</p> <p>4. Почему естественная и реостатные характеристики двигателя последовательного возбуждения не переходят в область отрицательных моментов, а при шунтировании якоря того же двигателя переходят?</p> <p>5. Покажите по уравнению электромеханической характеристики, изменением каких параметров можно регулировать скорость двигателя последовательного возбуждения.</p> <p>6. Охарактеризуйте различные способы регулирования скорости двигателя последовательного возбуждения.</p> <p>7. Чем объяснить нелинейность механической характеристики двигателя при шунтировании якоря и <math>R_{ш} = 0</math> ?</p> <p>8. Возможна ли рекуперация энергии в сеть при шунтировании якоря двигателя последовательного возбуждения?</p> <p>9. Почему в зоне значительных нагрузок механические характеристики при шунтировании обмотки возбуждения приближаются к линейным?</p> <p>10. Какие способы пуска возможны для двигателя последовательного возбуждения и какие из них наиболее часто применяются на практике?</p> <p>11. Поясните, как производится расчет пусковых и тормозных сопротивлений.</p> <p>12. Представьте механические характеристики двигателя при шунтировании якоря и обмотки возбуждения.</p> <p>13. Для какой цели и каким образом используются универсальные характеристики двигателя последовательного возбуждения в относительных единицах?</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>14. Двигатель постоянного тока с последовательным возбуждением работает на линейном участке кривой намагничивания. Как изменится жесткость механической характеристики, если нагрузка снизится в 2 раза?</p> <p>15. Начертите принципиальные схемы включения двигателей последовательного и смешанного возбуждения при пуске.</p> <p>16. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?</p> <p>17. Какими условиями определяется реальная скорость холостого хода двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением?</p> <p>18. Почему в электроприводах с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения не применяются ременные и цепные передачи?</p> <p>19. Какое соотношение <math>\omega_{\max} / \omega_n</math> является допустимым для двигателя последовательного возбуждения из соображений механической прочности электрической машины?</p> <p>20. Каким образом может быть построена искусственная реостатная характеристика при известной естественной характеристике двигателя?</p> <p>21. Объясните, почему перегрузочная способность электродвигателя последовательного возбуждения по моменту выше, чем у двигателя независимого возбуждения.</p> <p>22. Изобразите примерную зависимость магнитного потока двигателя от скорости для естественной характеристики в схеме с шунтированием якоря.</p> <p>23. Почему при токе якоря, превышающем номинальное значение, механические характеристики двигателя последовательного возбуждения линейны?</p> <p>24. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p>25. Каким образом осуществляется торможение противовключением при активном и реактивном статическом моменте?</p> <p>26. В чем заключаются недостатки динамического торможения двигателя последовательного возбуждения с самовозбуждением и почему при динамическом торможении иногда осуществляется независимое питание обмотки возбуждения?</p> <p>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?</p> <p>28. При каких условиях должно осуществляться торможение с самовозбуждением, чтобы не допустить</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>размагничивания машины?</p> <p>29.<br/>Чем объясняется ограниченность применения динамического торможения двигателя последовательного возбуждения самовозбуждением?</p> <p>30.<br/>Назовите области применения двигателей последовательного и смешанного возбуждения и объясните их.</p> <p>31.<br/>Как будут выглядеть механические характеристики двигателей смешанного возбуждения при разных соотношениях между ампер витками (МДС) параллельной и последовательной обмоток?</p> <p>32. Какие способы электрического торможения используются для двигателей смешанного возбуждения?</p> <p>33. Как производится реверсирование двигателя смешанного возбуждения?</p> <p>34. Как графически произвести расчет пускорегулировочного реостата для двигателя смешанного возбуждения?</p> <p>35.<br/>Почему двигатель смешанного возбуждения работает неустойчиво при встречном включении обмоток возбуждения?</p> <p>Модуль 4</p> <p>1. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?</p> <p>2. Как зависит максимальный (критический) момент асинхронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ротора?</p> <p>3. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?</p> <p>4. Как определить активное сопротивление ротора асинхронного двигателя по каталожным данным?</p> <p>5. Каким образом может быть построена естественная механическая характеристика асинхронного двигателя?</p> <p>6. Как построить искусственную характеристику асинхронного двигателя при известной естественной характеристике:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– для другого сопротивления ротора;</li> <li>– для другого напряжения, к которому подключен статор;</li> <li>– для другой частоты сети?</li> </ul> <p>7: При каких скольжениях возможна устойчивая работа асинхронного двигателя при постоянном статическом моменте <math>M_c</math>?</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>8. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двигательном режиме?</p> <p>9. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи?</p> <p>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, различны и оказываются значения токов короткого замыкания?</p> <p>11. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения?</p> <p>12. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в несколько раз превышает номинальный ток?</p> <p>13. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора?</p> <p>14. При каком напряжении сети практически может применяться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник?</p> <p>15. Какие способы электрического торможения применяются для асинхронных двигателей?</p> <p>16. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть?</p> <p>17. С какой целью при динамическом торможении асинхронного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток?</p> <p>18. Начертите примерный вид механической характеристики динамического торможения асинхронного электродвигателя и укажите, как влияют на вид характеристик величина тока возбуждения и сопротивление роторной цепи.</p> <p>19. В какой области механической характеристики двигателя при динамическом торможении может иметь место неустойчивый режим?</p> <p>20. Можно ли утверждать, что при любой скорости выше синхронной двигатель будет отдавать энергию в сеть?</p> <p>21. Чем объяснить наличие максимума момента при динамическом торможении и почему с уменьшением дополнительного сопротивления в роторной цепи максимум момента смещается в сторону меньших скольжений?</p> <p>22. Изобразите примерную зависимость тока в роторной цепи двигателя при динамическом торможении, а также кривую результирующего рабочего магнитного потока от скорости.</p> <p>23. Приведите примеры приводов, в которых возможен переход асинхронного двигателя в генераторный</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства   |
|----------------|----------------------------------|--|
|                |                                  | <p>режим.</p> <p>24. Чем объяснить появление больших токов при переходе в режим противовключением асинхронного двигателя?</p> <p>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?</p> <p>26. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.</p> <p>27. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?</p> <p>28. К какому типу относится регулирование скорости асинхронного двигателя включением дополнительного сопротивления в роторе? Перечислите недостатки этого способа регулирования скорости.</p> <p>29. Начертите схемы обмоток статора двухскоростного двигателя при регулировании скорости с постоянным моментом и постоянной мощностью.</p> <p>30. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.</p> <p>31. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых выпрямителей в цепи ротора.</p> <p>32. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегрузочной способности двигателя?</p> <p>33. Как изменяется критическое скольжение при уменьшении частоты, если управление производится по закону <math>U/f = const</math>?</p> <p>34. Как влияет учет насыщения на величины критического и пускового моментов двигателя при различных частотах и законе <math>U/f = const</math>?</p> <p>35. Оцените преимущества и недостатки частотного управления с неизменным магнитным потоком при различных частотах.</p> <p>36. Объясните возможность импульсного регулирования скорости асинхронного двигателя и представьте применяемые схемы реализации данного способа регулирования.</p> <p>37. Сравните регулировочные свойства асинхронных двигателей и двигателей постоянного тока.</p> <p>38. Какие из рассмотренных способов регулирования обеспечивают приблизительно постоянную располагаемую мощность, а какие и момент?</p> <p style="text-align: center;">Модуль 5</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?</li> <li>2. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?</li> <li>3. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?</li> <li>4. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуются механические и электромагнитные переходные процессы?</li> <li>5. Объясните физическую сущность электромеханической <math>T_{\mu}</math> и электромагнитной <math>T_{я}</math> постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времени <math>T_{\mu}</math> и <math>T_{я}</math>?</li> <li>7. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?</li> <li>8. Представьте и объясните основные уравнения для скорости и тока двигателя при переходных процессах.</li> <li>9. Почему при приложении нагрузки к валу двигателя постоянного тока увеличивается ток якоря?</li> <li>10. Каким образом может быть определено время разгона двигателя при одноступенчатом и многоступенчатом пусках?</li> <li>11. Представьте и объясните кривые переходных процессов при пуске, торможении противовключением и динамическом торможении.</li> <li>12. Представьте и объясните кривые переходных процессов для скорости и тока двигателя постоянного тока независимого возбуждения при учете электромагнитной инерции якоря.</li> <li>13. Как влияет изменение сопротивления при переходных процессах на длительность их протекания?</li> <li>14. Объясните особенность исследования переходных процессов в разомкнутых электроприводах с асинхронным двигателем.</li> <li>15. Для какой цели необходимо форсирование при пуске двигателя постоянного тока изменением напряжения?</li> <li>16. Какие способы применяются для ускорения электромагнитных переходных процессов в обмотках возбуждения электрических машин?</li> <li>17. Перечислите способы форсирования и покажите, как будет изменяться ЭДС генератора при разных способах форсирования.</li> <li>18. Как могут рассчитываться кривые скорости, тока и момента для двигателей последовательного возбуждения при пуске и торможении?</li> <li>19. Для какой цели необходимо определять потери энергии при пуске и торможении двигателя?</li> <li>20. Начертите диаграмму мощности и потерь при торможении противовключением двигателя постоянного</li> </ol> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства  |
|----------------|----------------------------------|---|
|                |                                  | <p>тока параллельного возбуждения.</p> <p>21. Запишите и объясните общее выражение для потерь в асинхронном двигателе в установившемся режиме. Определите потери в стали в режиме короткого замыкания.</p> <p>22. Какая составляющая потерь энергии <math>A_n</math>, <math>A_c</math> или <math>A_m</math> обычно является доминирующей, и в каких случаях остальные составляющие могут иметь большее значение?</p> <p>23. Каково соотношение между основными потерями при пуске и торможении для двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением и для асинхронного двигателя?</p> <p>24. Как определить потери энергии при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором и углубленным пазом или двойной клеткой?</p> <p>25. Назовите возможные способы уменьшения пусковых потерь двигателей.</p> <p>26. Назовите основной способ снижения потерь и расхода энергии при пуске двигателей постоянного тока.</p> <p>27. Почему при ступенчатом пуске по сравнению с прямым до той же скорости время пуска и, соответственно, потери энергии заметно сокращаются?</p> <p>28. Каким образом могут быть снижены потери в электроприводах с регулируемой скоростью?</p> <p>29. Что представляют собой средние потери за цикл?</p> <p>30. В каком соотношении находятся потери энергии при пуске двигателя в холостую и под нагрузкой?</p> <p>31. Сравните потери энергии, выделяющиеся в двигателях при прямом и реостатном пусках в холостую.</p> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Изучение учебной дисциплины «Электрический привод» длится 1 семестр, завершается экзаменом.

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.

