



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)

**ЭЛЕКТРОПРИВОД ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И
ПОДСТАНЦИЙ**

Направление подготовки (специальность)
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы
Электроэнергетика

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

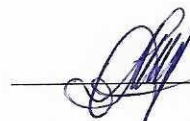
| | |
|---------------------|---|
| Институт/ факультет | Институт энергетики и автоматизированных систем |
| Кафедра | Электроснабжения промышленных предприятий |
| Курс | 3 |
| Семестр | 6 |

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 144)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Электроснабжения промышленных предприятий
22.01.2026, протокол № 4

Зав. кафедрой



А.В. Варганова

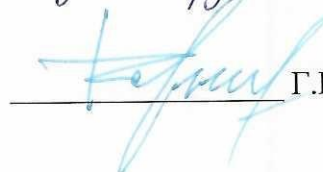
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС
03.02.2026 г. протокол № 5

Председатель



В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:
профессор кафедры ЭПП, д-р техн. наук



Г.П. Корнилов

Рецензент:

заместитель главного энергетика
по электроснабжению УГЭ ПАО «ММК»



А.Я. Альбрехт

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.В. Варганова

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины (модуля) «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» является овладение знаниями в области электропривода технологических механизмов собственных нужд электрических станций и подстанций и его функционирования в нормальных и аварийных режимах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Теоретические основы электротехники

Электрические машины

Электрические станции и подстанции

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Управление качеством электрической энергии

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| ПК-5 | Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности |
| ПК-5.1 | Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций |
| ПК-5.2 | Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики |
| ПК-5.3 | Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 88,15 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,15 акад. часов;
- самостоятельная работа – 20,15 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

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. 1. Теория электропривода | | | | | | | | |
| 1.1 Механика электропривода. Уравнение движения. Режимы работы. Механические характеристики различных двигателей, работающих на ТЭС. | 6 | 4 | 8 | 8 | 4 | Подготовка к выполнению АКР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока». | Защита лабораторной работы №1 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока независимого возбуждения» | ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| 1.2 Регулирование скорости двигателей постоянного тока. Тиристорный электропривод. Регулирование скорости двигателей переменного тока. Преобразователи частоты и тиристорные регуляторы напряжения. | | 4 | 8 | 8 | 4 | Подготовка к выполнению АКР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока». | Защита лабораторной работы №2 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока последовательного возбуждения» | ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| 1.3 Переходные режимы в электроприводах. Пуск, торможение и реверсирование. Ударное приложение нагрузки. Системы управления электроприводами. | | 2 | 4 | 4 | 4 | Подготовка к выполнению АКР-1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока». | Защита лабораторной работы №2 «Исследование электропривода с двигателем постоянного тока по-следовательного возбуждения» | ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 10 | 20 | 20 | 12 | | | |
| 2. 2. Электроприводы механизмов электростанций и подстанций | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|----|----|----|-------|--|--|------------------------------|
| 2.1 Состав, структура и основные механизмы тепловых электростанций (ТЭС) и подстанций (ПС). | 6 | 3 | 6 | 6 | 4 | Подготовка к выполнению АКР-2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором». | Защита лабораторной работы №3 "Исследование электропривода с асинхронным двигателем" | ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| 2.2 Электроприводы насосов и тягодутьевых механизмов. Электроприводы мельниц и дробилок. Электроприводы конвейеров, транспортеров и подъемно-транспортных механизмов. | | 4 | 8 | 8 | 4,15 | Подготовка к выполнению АКР-2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором». | Защита лабораторной работы №3 "Исследование электропривода с асинхронным двигателем" | ПК-5.1, ПК-5.2, ПК-5.3 |
| Итого по разделу | | 7 | 14 | 14 | 8,15 | | | |
| Итого за семестр | | 17 | 34 | 34 | 20,15 | | экзамен | |
| Итого по дисциплине | | 17 | 34 | 34 | 20,15 | | экзамен | |

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят 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 используется работа в команде.

Самостоятельная работа обеспечивает процесс подготовки к аудиторным контрольным работам, защите лабораторных работ, промежуточной 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 (модуля)

а) Основная литература:

1. Электропривод оборудования электрических станций и подстанций. (Часть 1) : учебное пособие [для вузов] / И. Р. Абдулвелеев, О. И. Петухова, Г. П. Корнилов [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2020. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-9967-1825-2. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2768>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. – дата обращения: 19.01.2026.

2. Косматов, В. И. Электрический привод : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. – [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2012]. – Магнитогорск : МГТУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/385>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. – дата обращения: 19.01.2026.

б) Дополнительная литература:

1. Косматов, В. И. Механика электропривода : учебное пособие [для вузов] / В. И. Косматов, А. С. Сарваров ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. – Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. – 1 CD-ROM. – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/2397>. – Макрообъект. – ISBN 978-5-9967-1562-6. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. – дата обращения: 19.01.2026.

2. Косматов, В. И. Сборник контрольных вопросов, задач и индивидуальных заданий по дисциплине «Электрический привод» : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1601>. – Макрообъект. – Текст : электронный. – Сведения доступны также на CD-ROM. – дата обращения: 19.01.2026.

3. Васильев, Б. Ю. Электропривод. Энергетика электропривода : учебник / Б. Ю. Васильев. - Москва : СОЛОН-Пресс, 2020. - 268 с. - ISBN 978-5-91359-155-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1858812> (дата обращения: 19.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

4. Онищенко, Г. Б. Теория электропривода : учебник / Г.Б. Онищенко. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 294 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/7322. - ISBN 978-5-16-009674-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1941766> (дата обращения: 19.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

5. Электропривод типовых производственных механизмов : учебник для вузов / Ю. Н. Дементьев, В. М. Завьялов, Н. В. Кояин, Л. С. Удут. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 403 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06847-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/564726> (дата обращения: 19.01.2026).

6. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17665-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562668> (дата обращения: 19.01.2026).

7. Москаленко, В. В. Электрический привод : учебник / В.В. Москаленко. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 364 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/4557. - ISBN 978-5-16-009474-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2126826> (дата обращения: 19.01.2026). – Режим доступа: по подписке.

8. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» - URL: <https://www.powervestniksususu.ru/index.php/PVS> (дата обращения: 19.01.2026).

9. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» - URL: <http://esik.magtu.ru/ru/> (дата обращения: 19.01.2026).

в) Методические указания:

1. Косматов, В. И. Сборник контрольных вопросов, задач и индивидуальных заданий по дисциплине «Электрический привод» : учебное пособие / В. И. Косматов ; МГТУ. – Магнитогорск : МГТУ, 2017. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Загл. с титул. экрана. – URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/1601>. – Макрообъект. – Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM. - дата обращения: 19.01.2026.

2. Шичков, Л. П. Электрический привод : учебник и практикум для вузов / Л. П. Шичков. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 355 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17665-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/562668> (дата обращения: 19.01.2026).

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

| | | |
|-----------------|------------------------------|-----------|
| LibreOffice | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Adobe Reader | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Linux Calculate | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | http://www1.fips.ru/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | https://host.megaprolib.net/MP0109/Web |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС» | https://eivis.ru/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение аудитории: Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Тип и название аудитории: Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: электротехники (ауд. 361).

Оснащение аудитории: Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ:

Панели лабораторных стендов – 10 шт., включающие в себя:

- асинхронные двигатели с фазным ротором;
- машины постоянного тока независимого возбуждения.

Тип и название аудитории: Помещения для самостоятельной работы обучающихся.

Оснащение аудитории: Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Тип и название аудитории: Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оснащение аудитории: Доска, мультимедийный проектор, экран.

Тип и название аудитории: Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Оснащение аудитории: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Построение механических характеристик двигателей постоянного тока»

Вариант 1

Грузовая лебедка приводится в движение двигателем постоянного тока независимого возбуждения с номинальными данными указанными в табл.1.

1. Определить величины пусковых сопротивлений и полное сопротивление пускового реостата при колебаниях пускового момента от $M_1=2,1M_n$ до $M_2=1,3M_n$. Определить также скорость вращения при установившемся движении после пуска.

2. 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.

3. Определить шунтирующее и дополнительные сопротивления в цепи якоря двигателя и построить характеристику, проходящую через $n_{01} = 0,5 \cdot n_0$.

4. Какая мощность расходуется во внешнем последовательном сопротивлении в режиме противовключения рассматриваемого двигателя?

Таблица 1. Технические данные двигателей

| № варианта | Тип | P_n , кВт | U_n , В | I_n , А | n_n , об/мин | n_{max} , об/мин | КПД, % | R_n , Ом | R_{0n} , Ом | R_e , Ом |
|------------|------|-------------|-----------|-----------|----------------|--------------------|--------|------------|---------------|------------|
| 1 | П51 | 3,2 | 220 | 18,3 | 1000 | 2000 | 75,5 | 0,775 | 0,276 | 168 |
| 2 | П51 | 6,0 | 220 | 33,2 | 1500 | 2000 | 82,0 | 0,34 | 0,132 | 132 |
| 3 | П52 | 4,5 | 220 | 25,2 | 1000 | 2000 | 81,0 | 0,432 | 0,2 | 184 |
| 4 | П52 | 8,0 | 220 | 43,5 | 1500 | 2000 | 84,0 | 0,185 | 0,084 | 156 |
| 5 | П61 | 11,0 | 220 | 59,5 | 1500 | 2000 | 84,0 | 0,135 | 0,852 | 133 |
| 6 | П62 | 14,0 | 220 | 73,5 | 1500 | 2000 | 86,5 | 0,087 | 0,04 | 116 |
| 7 | П71 | 10,0 | 220 | 63 | 1000 | 2000 | 79,5 | 0,224 | 0,075 | 85 |
| 8 | П72 | 12,5 | 220 | 78 | 1000 | 2000 | 81,0 | 0,172 | 0,066 | 105 |
| 9 | П81 | 14,0 | 220 | 105 | 750 | 1500 | 82,0 | 0,180 | 0,063 | 515 |
| 10 | П82 | 24,0 | 220 | 133 | 1000 | 2000 | 85,5 | 0,081 | 0,032 | 79,2 |
| 11 | П91 | 25,0 | 220 | 136 | 750 | 1500 | 83,5 | 0,075 | 0,028 | 44 |
| 12 | П92 | 32,0 | 220 | 169 | 750 | 1500 | 86,0 | 0,04 | 0,017 | 31,8 |
| 13 | П101 | 42,0 | 220 | 22 | 750 | 1500 | 86,0 | 0,036 | 0,013 | 37,8 |
| 14 | П102 | 55,0 | 220 | 286 | 750 | 1500 | 87,5 | 0,023 | 0,0086 | 32,5 |
| 15 | П111 | 75,0 | 220 | 387 | 750 | 1500 | 88,0 | 0,017 | 0,007 | 28,0 |
| 16 | П111 | 100,0 | 220 | 511 | 1000 | 2000 | 89,0 | 0,011 | 0,0047 | 28,0 |
| 17 | П112 | 85,0 | 220 | 436 | 750 | 1500 | 88,5 | 0,014 | 0,0054 | 24,0 |
| 18 | П112 | 128,0 | 220 | 632 | 1000 | 2000 | 90,0 | 0,007 | 0,003 | 24,0 |
| 19 | Д12 | 3,6 | 220 | 22,5 | 1140 | 1200 | 90,0 | 1,13 | 0,5 | 26,0 |
| 20 | Д22 | 4,6 | 220 | 26 | 1150 | 1200 | 90,0 | 0,37 | 0,196 | 141 |
| 21 | Д31 | 6,8 | 220 | 37 | 880 | 1200 | 90,0 | 0,325 | 0,093 | 120 |
| 22 | Д32 | 9,5 | 220 | 51 | 800 | 1200 | 90,0 | 0,2 | 0,08 | 94 |
| 23 | Д41 | 13,0 | 220 | 69,5 | 720 | 1500 | 90,0 | 0,11 | 0,051 | 70 |
| 24 | Д806 | 16,0 | 220 | 84,0 | 710 | 1500 | 90,0 | 0,068 | 0,041 | 65 |
| 25 | Д808 | 22,0 | 440 | 53,0 | 630 | 1500 | 90,0 | 0,114 | 0,074 | 44,4 |
| 26 | Д810 | 29,0 | 440 | 74,0 | 600 | 1500 | 90,0 | 0,094 | 0,045 | 46,2 |
| 27 | Д812 | 36,0 | 440 | 92,0 | 570 | 1500 | 90,0 | 0,65 | 0,034 | 34,4 |
| 28 | Д814 | 55,0 | 440 | 138,0 | 560 | 1500 | 90,0 | 0,033 | 0,019 | 34 |
| 29 | Д816 | 70,0 | 440 | 175,0 | 540 | 1500 | 90,0 | 0,022 | 0,013 | 26,4 |

АКР №2 «Расчет пусковых сопротивлений для асинхронных двигателей с фазным ротором»

Вариант 1

Механизм приводится во вращение асинхронным двигателем с контактными кольцами типа МТ-21-6.

1. Построить естественную механическую характеристику для двигательного и генераторного режимов асинхронного двигателя.

2. Выбрать пусковой реостат для указанного двигателя, если пуск производится в 4 ступени. Определить скорости, при которых производится переключение ступеней, и установившееся значение скорости после окончания пуска двигателя.

3. Определить сопротивления в цепи ротора, обеспечивающие снижение скорости до значений $n = 600$ об/мин и $n = 400$ об/мин при моменте сопротивления $M_c = 0,9M_n$. Определить также сопротивление, соответствующее работе двигателя в генераторном режиме со скоростью $n_3 = 1150$ об/мин.

4. Чем объяснить наличие максимума момента при динамическом торможении, а также вид механической характеристики. Объяснить, почему с уменьшением дополнительного сопротивления в роторной цепи максимум момента смещается в сторону меньших скольжений.

Таблица 2. Технические данные асинхронных двигателей с фазным ротором

| № вар | Тип двигателя | $P_n, кВт$ | | $n_n, об/мин$ | $I_{1н}, А$ | $E_{2н}, В$ | $I_{2н}, А$ | $R_1, Ом$ | $R_2, Ом$ | $X_1, Ом$ | $X_2, Ом$ | K_e | $\lambda = M_c/M_n$ |
|-------|---------------|------------|------|---------------|-------------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|---------------------|
| 1 | МТ-11-6 | 2,2 | 380 | 885 | 7,2 | 135 | 12,8 | 3,67 | 0,61 | 2,47 | 0,50 | 1,76 | 2,3 |
| 2 | МТ-12-6 | 3,5 | 380 | 910 | 10,3 | 204 | 12,2 | 2,09 | 0,77 | 1,565 | 0,73 | 2,2 | 2,5 |
| 3 | МТ-21-6 | 5 | 380 | 940 | 14,9 | 164 | 20,6 | 1,11 | 0,24 | 1,07 | 0,4 | 1,59 | 2,9 |
| 4 | МТ-22-6 | 7,5 | 380 | 945 | 20,9 | 227 | 21,6 | 0,685 | 0,29 | 0,735 | 0,54 | 1,84 | 2,8 |
| 5 | МТ-31-6 | 11 | 380 | 953 | 28,4 | 200 | 35,4 | 0,415 | 0,132 | 0,465 | 0,27 | 1,94 | 3,1 |
| 6 | МТ-31-8 | 7,5 | 380 | 702 | 21,2 | 185 | 28 | 0,788 | 0,211 | 0,898 | 0,33 | 2,33 | 2,6 |
| 7 | МТ-41-8 | 11 | 380 | 715 | 30,8 | 155 | 46,7 | 0,43 | 0,083 | 0,515 | 0,17 | 1,63 | 2,9 |
| 8 | МТ-42-8 | 16 | 380 | 718 | 42,5 | 222 | 46,3 | 0,271 | 0,105 | 0,354 | 0,23 | 1,84 | 3 |
| 9 | МТ-51-8 | 22 | 380 | 723 | 56,5 | 197 | 70,5 | 0,179 | 0,049 | 0,297 | 0,13 | 1,41 | 3 |
| 10 | МТ-52-8 | 30 | 380 | 725 | 71,6 | 257 | 74,3 | 0,136 | 0,059 | 0,225 | 0,17 | 1,73 | 3 |
| 11 | МТ-62-10 | 45 | 380 | 577 | 1101 | 206 | 138 | 0,065 | 0,028 | 0,186 | 0,05 | 1,42 | 3,2 |
| 12 | МТ-63-10 | 60 | 380 | 577 | 133 | 253 | 160 | 0,054 | 0,033 | 0,16 | 0,07 | 1,21 | 2,9 |
| 13 | МТ-71-10 | 80 | 380 | 582 | 190 | 294 | 167 | 0,027 | 0,026 | 0,113 | 0,06 | 3,14 | 3,3 |
| 14 | МТ-011-6 | 1,4 | 380 | 885 | 5,3 | 112 | 9,3 | 5,98 | 0,695 | 3,93 | 0,57 | 2,5 | 2,3 |
| 15 | МТ-012-6 | 2,2 | 380 | 895 | 7,5 | 144 | 11 | 3,6 | 0,67 | 2,58 | 0,58 | 1,96 | 2,3 |
| 16 | МТ-111-6 | 3,5 | 380 | 915 | 10,5 | 181 | 13,7 | 2,16 | 0,525 | 2,03 | 0,75 | 1,72 | 2,3 |
| 17 | МТ-112-6 | 5,0 | 380 | 925 | 14,8 | 206 | 16,6 | 1,32 | 0,5 | 1,39 | 0,43 | 1,38 | 2,5 |
| 18 | МТ-211-6 | 7,5 | 38,0 | 935 | 20,8 | 255 | 19,8 | 0,68 | 0,44 | 1,07 | 0,88 | 2,1 | 2,5 |
| 19 | МТВ-311-6 | 11 | 380 | 945 | 28,6 | 172 | 42,5 | 0,54 | 0,11 | 0,575 | 0,22 | 1,75 | 2,8 |
| 20 | МТВ-312-6 | 16 | 380 | 955 | 37,6 | 208 | 49,5 | 0,33 | 0,099 | 0,41 | 0,25 | 1,73 | 2,8 |
| 21 | МТВ-411-6 | 22 | 380 | 965 | 55,0 | 225 | 61 | 0,19 | 0,31 | 0,066 | 0,23 | 1,4 | 2,8 |
| 22 | МТВ-412-6 | 30 | 380 | 970 | 70,5 | 259 | 72 | 0,125 | 0,05 | 0,33 | 0,22 | 1,12 | 2,8 |
| 23 | МТВ-512-8 | 40 | 380 | 730 | 101 | 322 | 76,5 | 0,08 | 0,072 | 0,17 | 0,24 | 1,93 | 2,8 |
| 24 | МТВ-611-10 | 45 | 380 | 575 | 115 | 185 | 155 | 0,09 | 0,027 | 0,189 | 0,04 | 2,56 | 3 |
| 25 | МТВ-112-6 | 5,0 | 380 | 930 | 14,4 | 216 | 15,7 | 1,28 | 0,5 | 1,74 | 0,9 | | 2,5 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(обязательное)

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-5: Способен оценивать нормальные, утяжеленные и послеаварийные режимы и ликвидировать аварийные режимы работы объектов профессиональной деятельности | | |
| ПК-5.1 | Организовывает проведение аварийно-восстановительных и ремонтных работ на оборудовании подстанций | <p>Перечень вопросов для промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 особенности приведения поступательного движения механизма к вращательному движению двигателя. 6. Запишите и объясните уравнение движения электропривода для одномассовой системы. 7. Представить уравнение движения электропривода для режимов работы: двигательного ускоренного и тормозного замедленного. 8. Дайте понятие механических характеристик двигателя производственного механизма и приведите примеры. 9. Что такое жесткость механической характеристики? 10. От чего в общем случае зависит динамический момент электропривода? 11. Каким образом можно определить время пуска и торможения электропривода при постоянном динамическом моменте? 12. Какая нагрузка электропривода называется активной? Приведите ее механическую характеристику. 13. Какая нагрузка электропривода называется реактивной? Приведите ее механическую характеристику. 14. Какая характеристика называется естественной механической? 15. Начертите семейство механических характеристик двигателя постоянного тока |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|---|---|
| | | <p>независимого возбуждения</p> <ul style="list-style-type: none"> – при неизменном потоке и для различных напряжений; – при неизменном напряжении и различных потоках; – при неизменных напряжении и потоке, но при различных сопротивлениях цепи якоря. <p>16. 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>17. Как построить скоростную и механическую характеристики двигателя параллельного возбуждения при ослабленном потоке?</p> <p>18. Чем отличается электромагнитный момент двигателя от момента на валу?</p> <p>19. Начертить принципиальную схему включения двигателя параллельного возбуждения.</p> <p>20. Сравните двигатели с параллельным, последовательным и смешанным возбуждением в отношении пускового момента и перегрузочной способности.</p> <p>Примерные задания на контрольную работу:</p> <p>1. Определить статический момент на валу двигателя подъемного крана, скорость двигателя и мощность, необходимую для подъема груза. Масса поднимаемого груза $m_{зп}=4500$ кг, а масса крюка и блока $m_{кр}=280$ кг. Передаточное число редуктора $i=6$, КПД редуктора $\eta=0,94$. Диаметр барабана $D=0,8$ м, угловая скорость барабана $\omega_{б}=0,75$ с⁻¹.</p> <p>Для асинхронного двигателя с фазным ротором, имеющим следующие номинальные данные: $P_n=100$ кВт, $n_n=585$ об/мин, $p=5$, $\lambda=M_{max}/M_n=3,2$, рассчитать и построить механическую характеристику в двигательном режиме. Потерями вращения пренебречь.</p> |
| ПК-5.2 | Проводит профилактические испытания и осуществляет анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики | <p>Перечень вопросов для промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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? 2. Как производится графический расчет сопротивлений пускового реостата двигателя параллельного возбуждения? 3. Допустим ли режим противовключения двигателя при отсутствии дополнительного сопротивления в цепи якоря? |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--|
| | | <p>4. Для какой цели нужно знать механические характеристики и их уравнения?</p> <p>5. Каковы преимущества и недостатки различных способов электрического торможения двигателей?</p> <p>6. Перечислите недостатки регулирования скорости двигателя изменением сопротивления в цепи якоря.</p> <p>7. Каковы практические пределы регулирования скорости двигателя независимого возбуждения при изменении магнитного потока?</p> <p>8. Каковы преимущества и недостатки различных способов регулирования скорости двигателя параллельного возбуждения?</p> <p>9. Почему при регулировании скорости изменением магнитного потока меняется наклон механической характеристики, а при регулировании изменением напряжения он не меняется?</p> <p>10. Какая скорость установится в конце процесса торможения различными способами при активном и пассивном моментах сопротивления?</p> <p>11. Что такое установившийся и переходный режимы работы электропривода?</p> <p>12. Какие моменты действуют на электропривод в установившемся и переходном режимах?</p> <p>13. Как определяется скорость установившегося движения электропривода?</p> <p>14. Какими способами оценивается устойчивость установившегося движения электропривода?</p> <p>15. Каким образом могут быть получены кривые переходных процессов при линейных механических характеристиках двигателя производственного механизма?</p> <p>16. В каких режимах может работать асинхронный двигатель?</p> <p>17. Как зависит максимальный (критический) момент асинхронного двигателя от напряжения сети и сопротивления цепи ротора?</p> <p>18. Как изменится критическое скольжение при включении симметричных сопротивлений в цепь статора?</p> <p>19. Как определить активное сопротивление ротора асинхронного двигателя по каталожным данным?</p> <p>20. Почему максимальный момент асинхронного двигателя в генераторном режиме больше максимального момента в двигательном режиме?</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|--|---|
| | | <p>Примерные задания на контрольную работу:</p> <p>1. Двигатель постоянного тока с независимым возбуждением, имеющий следующие номинальные данные: $P_n=50$ кВт, $U_n=110$ В, $I_a=470$ А, $n_n=1000$ об/мин, $R_a=0,0112$ Ом, приводит в движение лебедку подъемного крана. Определить режим работы двигателя при спуске груза, а также величины тока в якоре и момента на валу при скорости вращения двигателя 1200 об/мин. Расчет произвести без учета потерь вращения. Построить механическую характеристику.</p> <p>2. Для двигателя независимого возбуждения типа П2-400-8У4 требуется рассчитать и построить:</p> <ul style="list-style-type: none"> – естественную механическую характеристику; – характеристику при напряжении сети $U_{лон} = 0,5U_n$; – характеристику при ослабленном магнитном потоке $\Phi_{осл} = 0,5\Phi_n$; – реостатную характеристику, которая обеспечивает скорость $\omega = 0,5\omega_n$ при моменте сопротивления на валу двигателя $M_c = M_n$. |
| ПК-5.3 | Составляет схемы замещения на обслуживаемом оборудовании, рассчитывает параметры режима короткого замыкания на оборудовании РУ и ЛЭП, рассчитывает и выбирает уставки и характеристики устройств РЗА | <p>Перечень вопросов для промежуточной аттестации:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Чем объяснить, что ток статора при синхронной скорости не зависит от величины добавочного сопротивления в роторной цепи? 2. Как изменяется ток ротора асинхронного двигателя с изменением скольжения? 3. Почему при неподвижном роторе ток двигателя в несколько раз превышает номинальный ток? 4. Как проводятся приближенный и точный графические расчеты пусковых сопротивлений в цепи ротора? 5. При каком напряжении сети практически может применяться пуск асинхронного двигателя переключением со звезды на треугольник? 6. Для каких механизмов можно осуществить торможение асинхронного двигателя с рекуперацией энергии в сеть? 7. С какой целью при динамическом торможении асинхронного двигателя в обмотки статора подают постоянный ток? |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства |
|----------------|----------------------------------|--|
| | | <p>8. Приведите примеры приводов, в которых возможен переход асинхронного двигателя в генераторный режим.</p> <p>9. Назовите возможные способы регулирования скорости вращения асинхронных двигателей.</p> <p>10. Какие способы регулирования скорости асинхронного двигателя позволяют плавно изменять скорость при наличии жестких механических характеристик? Каковы недостатки этих способов?</p> <p>11. Укажите достоинства и недостатки регулирования скорости с помощью тиристорных регуляторов напряжения в цепи статора.</p> <p>12. Начертите каскадные схемы регулирования скорости асинхронного двигателя с использованием полупроводниковых выпрямителей в цепи ротора.</p> <p>13. Каким должно быть соотношение напряжения и частоты при частотном регулировании для сохранения постоянной перегрузочной способности двигателя?</p> <p>14. Какие виды переходных режимов имеют место при работе электропривода?</p> <p>15. Какое практическое значение имеют переходные процессы в электроприводе?</p> <p>16. Для каких рабочих машин характер переходного процесса не имеет существенного значения?</p> <p>17. В каких случаях для разомкнутых электроприводов исследуются механические и электромагнитные переходные процессы?</p> <p>18. Объясните физическую сущность электромеханической T_{μ} и электромагнитной T_{γ} постоянных времени. Каким образом могут быть определены постоянные времени T_{μ} и T_{γ}?</p> <p>19. Как определяется длительность переходного процесса при известных значениях постоянных времени?</p> <p>20. Представьте и объясните основные уравнения для скорости и тока двигателя при переходных процессах.</p> <p>Примерные задания на контрольную работу:</p> <p>1. Для двигателя последовательного возбуждения типа Д8, паспортные данные которого приведены в таблице требуется рассчитать и построить естественную и реостатные механические характеристики. Реостатные характеристики рассчитать для случаев введения в</p> |

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции | Оценочные средства | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|--|----------|------|------|------|------|------|------|---|--------------|----------|----------|---|----------------------------|-----|---|---|------------------------------|---|-----|---|-----------------------------|---|------|---|-------------------------------------|----------|------|---|---|----|------|--------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|
| | | <p data-bbox="779 311 1585 339">якорную цепь дополнительных сопротивлений 2, 4 и 6 Ом.</p> <p data-bbox="808 379 1272 448">Таблица Паспортные данные двигателя Д8</p> <table border="1" data-bbox="779 453 2063 746"> <thead> <tr> <th data-bbox="786 459 853 488">№</th> <th data-bbox="860 459 1697 488">Наименование</th> <th data-bbox="1704 459 1861 488">Ед. изм.</th> <th data-bbox="1868 459 2056 488">Величина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="786 496 853 541">1</td> <td data-bbox="860 496 1697 541">Номинальная мощность P_n</td> <td data-bbox="1704 496 1861 541">кВт</td> <td data-bbox="1868 496 2056 541">3</td> </tr> <tr> <td data-bbox="786 549 853 593">2</td> <td data-bbox="860 549 1697 593">Номинальное напряжение U_n</td> <td data-bbox="1704 549 1861 593">В</td> <td data-bbox="1868 549 2056 593">220</td> </tr> <tr> <td data-bbox="786 601 853 646">3</td> <td data-bbox="860 601 1697 646">Номинальный ток якоря I_n</td> <td data-bbox="1704 601 1861 646">А</td> <td data-bbox="1868 601 2056 646">17,5</td> </tr> <tr> <td data-bbox="786 654 853 699">4</td> <td data-bbox="860 654 1697 699">Номинальная скорость вращения n_n</td> <td data-bbox="1704 654 1861 699">об / мин</td> <td data-bbox="1868 654 2056 699">1130</td> </tr> <tr> <td data-bbox="786 707 853 751">5</td> <td data-bbox="860 707 1697 751">Сопротивление якорной цепи при $20^0 C R_{\text{ог}} = R_{\text{я}} + R_{\text{он}} + R_{\text{в}}$</td> <td data-bbox="1704 707 1861 751">Ом</td> <td data-bbox="1868 707 2056 751">1,72</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="779 790 2087 933">2. Для асинхронного двигателя с известной механической характеристикой выбрать пусковой реостат, обеспечивающий пуск двигателя в 3 ступени. Статический момент на валу двигателя равен номинальному моменту $M_c = M_n = 1633 \text{ Н*м}$, $M_{kp} = 5226 \text{ Н*м}$, $R_2 = 0,0294 \text{ Ом}$. Механическую характеристику построить согласно таблице:</p> <table border="1" data-bbox="779 970 2024 1038"> <tbody> <tr> <td data-bbox="786 976 943 1005">М, Н*м</td> <td data-bbox="949 976 1055 1005">0</td> <td data-bbox="1061 976 1167 1005">1633</td> <td data-bbox="1173 976 1279 1005">4749</td> <td data-bbox="1285 976 1391 1005">5226</td> <td data-bbox="1397 976 1503 1005">5069</td> <td data-bbox="1509 976 1615 1005">3538</td> <td data-bbox="1621 976 1727 1005">2972</td> <td data-bbox="1733 976 1839 1005">2546</td> <td data-bbox="1845 976 1951 1005">1592</td> </tr> <tr> <td data-bbox="786 1013 943 1042">n, об/мин</td> <td data-bbox="949 1013 1055 1042">600</td> <td data-bbox="1061 1013 1167 1042">585</td> <td data-bbox="1173 1013 1279 1042">540</td> <td data-bbox="1285 1013 1391 1042">506</td> <td data-bbox="1397 1013 1503 1042">480</td> <td data-bbox="1509 1013 1615 1042">360</td> <td data-bbox="1621 1013 1727 1042">300</td> <td data-bbox="1733 1013 1839 1042">240</td> <td data-bbox="1845 1013 1951 1042">0</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | № | Наименование | Ед. изм. | Величина | 1 | Номинальная мощность P_n | кВт | 3 | 2 | Номинальное напряжение U_n | В | 220 | 3 | Номинальный ток якоря I_n | А | 17,5 | 4 | Номинальная скорость вращения n_n | об / мин | 1130 | 5 | Сопротивление якорной цепи при $20^0 C R_{\text{ог}} = R_{\text{я}} + R_{\text{он}} + R_{\text{в}}$ | Ом | 1,72 | М, Н*м | 0 | 1633 | 4749 | 5226 | 5069 | 3538 | 2972 | 2546 | 1592 | n, об/мин | 600 | 585 | 540 | 506 | 480 | 360 | 300 | 240 | 0 |
| № | Наименование | Ед. изм. | Величина | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Номинальная мощность P_n | кВт | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Номинальное напряжение U_n | В | 220 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Номинальный ток якоря I_n | А | 17,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Номинальная скорость вращения n_n | об / мин | 1130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Сопротивление якорной цепи при $20^0 C R_{\text{ог}} = R_{\text{я}} + R_{\text{он}} + R_{\text{в}}$ | Ом | 1,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М, Н*м | 0 | 1633 | 4749 | 5226 | 5069 | 3538 | 2972 | 2546 | 1592 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| n, об/мин | 600 | 585 | 540 | 506 | 480 | 360 | 300 | 240 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электропривод оборудования электрических станций и подстанций» 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.