



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

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

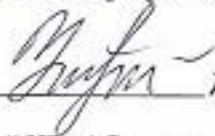
Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

17.01.2023, г. Протокол № 5


Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатьев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС


10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук  С.А. Евдокимов

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг" канд. техн. наук  Е.С. Суспицын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целями освоения дисциплины (модуля) «Электрические машины» являются: ознакомление с основами устройства электрических машин; изучение порядка проведения работ по наладке, настройке, регулировке и испытанию электрических машин.

Поставленная цель достигается с помощью решения следующих задач:

- изучение свойств и характеристик различных типов электромагнитных и электромеханических преобразователей энергии;
- изучение теоретически обоснованных общих методов практического выбора, расчета электрических машин, используемых в различных электротехнических системах и комплексах;
- изучение и усвоение студентами принципов работы современных электрических машин;
- изучение режимов работы и условий эксплуатации электрических машин;
- изучение параметров надежности работы электрических машин.

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

Дисциплина Электрические машины 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

Магнитные элементы электронных устройств

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности

Физика

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

Основы электропривода

Электронные промышленные устройства

Энергетическая электроника

Основы преобразовательной техники

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электрические машины» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить работы по наладке, настройке, регулировке и испытанию электронных средств и оборудования
ПК-3.1	Разрабатывает мероприятия по улучшению качества обслуживания электронных средств и электронных систем различного назначения.
ПК-3.2	Изучает режимы работы и условия эксплуатации электронного оборудования
ПК-3.3	Контролирует параметры надежности работы электронного оборудования, проводит тестовые проверки

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 72 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 0,3 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.				
Раздел 1								
Трансформаторы	5	10	10		0,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета, защита лабораторной работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		10	10		0,1			
Раздел 2								
Электрические машины постоянного тока	5	12	12		0,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета, защита лабораторной работы	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		12	12		0,1			
Раздел 3								
Электрические машины переменного тока	5	12	12		0,1	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Выполнение лабораторной работы, оформление отчета, защита лабораторной работы.	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу		12	12		0,1			
Заключение								
Подготовка к экзамену	5					Самостоятельное изучение учебной и научной литературы	Итоговая аттестация: экзамен	ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3
Итого по разделу								
Итого за семестр		34	34		0,3		экзамен	

Итого по дисциплине	34	34		0,3		экзамен	
---------------------	----	----	--	-----	--	---------	--

## **5 Образовательные технологии**

В процессе преподавания дисциплины «Электрические машины» применяются традиционная и модульно-компетентностная технологии. Лекции проходят как в традиционной форме, так и в форме лекций-консультаций, где студентам заранее предлагается ознакомиться с информацией по теме лекционного занятия для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу «вопросы–ответы–дискуссия». На всех лекционных занятиях также применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных занятиях, на которых выполняются индивидуальные и групповые задания по пройденной теме. Для глубокого и полного усвоения лекционного материала на лабораторных занятиях студентам предлагается выполнять задания на специализированных учебных стендах. На лабораторных занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений в группе студентов. Защита результатов лабораторных работ проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

В ходе самостоятельной работы студенты получают более глубокие практические навыки по дисциплине при подготовке к выполнению и защите лабораторных работ и итоговой аттестации.

В качестве оценочных средств используются: устный опрос (собеседование) по результатам выполнения лабораторных работ.

## **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. Епифанов, А. П. Электрические машины : учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-2637-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/95139> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Шевырёв, Ю. В. Электрические машины : учебник / Ю. В. Шевырёв. — Москва : МИСИС, 2017. — 261 с. — ISBN 978-5-906846-50-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108117> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Анисимова, М. С. Электрические машины. Машины постоянного тока : учебное пособие / М. С. Анисимова. — Москва : МИСИС, 2017. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108080> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие / Игнатович В.М., Ройз Ш.С. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2013. - 182 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/673035> – Режим доступа: по подписке.

**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	бессрочно
MS Visual Studio Code	свободно распространяемое	бессрочно
Adobe Reader	свободно	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электротехника"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электротехника"	Д-903-13 от 14.06.2013	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Лаборатория: лабораторные стенды «Электрические машины».

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитории кафедры электроники и микроэлектроники (ауд. 457,458,459,460).

Компьютерный класс: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Электрические машины» предусмотрено самостоятельное изучение обучающимися основной и дополнительной литературы при подготовке к лекционным и лабораторным занятиям по следующей тематике:

1. История развития электрических машин и аппаратов. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Классификация электрических машин и аппаратов. Общие принципы устройства индуктивных статических и электромеханических преобразователей. Основные физические закономерности, определяющие электромеханическое преобразование энергии во вращающейся электрической машине. Потери энергии в электрических машинах и аппаратах. Энергетические диаграммы.

2. Назначение трансформаторов в системе передачи и распределения электрической энергии. Принцип работы трансформатора как электромагнитного преобразователя энергии. Устройство и классификация силовых трансформаторов. Трансформаторы с масляным, жидкостным и газовым охлаждением. Схемы и группы соединения обмоток трехфазного трансформатора. ЭДС в обмотках трансформатора на холостом ходу. Явления, возникающие при намагничивании трансформатора. Опыт короткого замыкания трансформатора. Уравнения ЭДС и МДС в дифференциальной и комплексной форме. Уравнения приведенного трансформатора. Векторная диаграмма и схема замещения трансформатора при различных нагрузках. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Зависимость КПД трансформатора от нагрузки. Включение трансформаторов на параллельную работу. Электрические аппараты в цепях трансформаторов.

3. Основные элементы конструкции асинхронных машин. Фазный и короткозамкнутый роторы. Принцип действия. Скольжение в различных режимах работы машины. Двигательный режим работы. Машина с заторможенным ротором. Схемы соединения обмоток статора и ротора, векторные диаграммы. Основные уравнения приведенной машины. Схемы замещения.

4. Конструкция и принцип действия синхронной машины. Сведения о системах возбуждения. Работа синхронного генератора на холостом ходу и при симметричной нагрузке. Реакция якоря, ее влияние на работу генератора. Параметры обмотки якоря при установившейся симметричной нагрузке. Основные уравнения и векторные диаграммы явнополюсного и неявнополюсного синхронного генератора.

5. Конструкция и принцип действия машин постоянного тока. ЭДС обмотки якоря. Пульсации напряжения на коллекторе и способы их уменьшения. Магнитная цепь машины постоянного тока. Продольная и поперечная реакция якоря.

### Вопросы для самопроверки:

1. Поясните устройство и принцип работы асинхронного двигателя (АД).
2. Чем отличается конструкция короткозамкнутого и фазного ротора?
3. В чем заключается аналогия между асинхронной машиной и трансформатором?
4. Какими факторами определяется частота вращения АД?
5. Какую максимально возможную скорость АД можно получить при частоте сети 50 Гц?
6. В каких пределах может изменяться скольжение АД?
7. Чему равна частота ЭДС в роторе, если частота в сети равна 50 Гц, а скольжение составляет 2 %? 38
8. Как осуществить изменение направления вращения АД?

9. При каких условиях асинхронная машина работает в режиме: а) генератора; б) электромагнитного тормоза?
10. Какими факторами определяется электромагнитный момент АД? Как зависит величина момента от напряжения сети?
11. Изобразите механическую характеристику  $M=f(s)$ .
12. Укажите на механической характеристике область устойчивой работы.
13. Укажите на механической характеристике режим холостого хода, номинальный режим и пусковой.
14. Как влияет величина активного сопротивления цепи ротора на пусковые свойства двигателя?
15. Как влияет активное сопротивление цепи ротора на величину максимального (критического) момента?
16. Как влияет активное сопротивление цепи ротора на величину критического скольжения?
17. Начертите искусственную механическую характеристику двигателя с фазным ротором при регулировании частоты вращения путем включения реостата в цепь ротора.
18. Какие существуют способы уменьшения пускового тока в двигателе с короткозамкнутым и в двигателе с фазным ротором?
19. Перечислите возможные способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
20. Как производится изменение числа полюсов обмотки статора?

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 Способен проводить работы по наладке, настройке, регулировке и испытанию электронных средств и оборудования		
ПК-3.1	Разрабатывает мероприятия по улучшению качества обслуживания электронных средств и электронных систем различного назначения.	<p><b>Перечень теоретических вопросов для подготовки к экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково устройство трансформатора и назначение основных его частей?</li> <li>2. Объясните принцип работы трансформатора.</li> <li>3. Каково влияние режима работы трансформатора на результирующий магнитный поток в магнитопроводе?</li> <li>4. Как определить коэффициент трансформации трехфазного трансформатора?</li> <li>5. Как проводятся опыты холостого хода и короткого замыкания и с какой целью?</li> <li>6. Что понимается под номинальным режимом работы трансформатора, какими номинальными величинами он характеризуется?</li> <li>7. Как определяется номинальное вторичное напряжение?</li> <li>8. Какими основными уравнениями описывается работа трансформатора в режимах холостого хода и под нагрузкой?</li> <li>9. Какие потери имеют место в трансформаторе и как они зависят от нагрузки?</li> <li>10. Объясните влияние характера нагрузки потребителей, подключенных к трансформатору на изменение вторичного напряжения.</li> <li>11. Объясните физические процессы, протекающие в трансформаторе при работе его под нагрузкой.</li> <li>12. Назовите причины снижения напряжения <math>U_2</math> при работе трансформатора под нагрузкой. Как оценивают снижение напряжения на практике?</li> <li>13. Как изменить направление вращения якоря двигателя постоянного тока?</li> <li>14. Способы пуска в ход двигателя постоянного тока параллельного и независимого возбуждения.</li> <li>15. Способы регулирования скорости двигателя постоянного тока параллельного и независимого возбуждения.</li> <li>16. Как изменится скорость двигателя с ростом нагрузки на валу?</li> <li>17. Как влияет на работу двигателя независимого возбуждения снижение напряжения питающей сети?</li> <li>18. Как влияет на работу двигателя постоянного тока исчезновение тока возбуждения во время работы двигателя?</li> <li>19. Приведите основные соотношения для двигателей</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства														
		<p>постоянного тока: уравнение ЭДС, уравнение моментов, уравнение скоростной и механической характеристик.</p> <p>20. Дайте характеристику тормозных режимов двигателя постоянного тока.</p> <p>21. Как зависит коэффициент полезного действия от нагрузки на валу (полезной мощности двигателя)?</p> <p>22. Как определить коэффициент полезного действия двигателя постоянного тока?</p> <p>23. Устройство и принцип работы асинхронного двигателя.</p> <p>24. Какие условия необходимы для получения вращающегося магнитного поля, в асинхронном двигателе?</p> <p>25. Почему двигатель называется асинхронным? Как определяется скольжение?</p> <p>26. Как пускаются в ход асинхронные двигатели?</p> <p>27. Какими способами регулируется скорость вращения асинхронного двигателя?</p> <p>28. Какой вид имеет механическая характеристика асинхронного двигателя? Укажите на ней характерные точки.</p> <p>29. Как зависят коэффициент полезного действия и коэффициент мощности от нагрузки на валу (полезной мощности) асинхронного двигателя. Приведите графики зависимостей.</p> <p>30. Как определяются потери скольжения и коэффициент полезного действия асинхронного двигателя?</p> <p>31. Как осуществляются тормозные режимы асинхронного двигателя?</p> <p>32. Способы улучшения качества обслуживания электронных средств и электронных систем различного назначения</p>														
ПК-3.2	Изучает режимы работы и условия эксплуатации электронного оборудования	<p><b>Примерные практические задания для экзамена:</b></p> <p>Задача 1.  Однофазный трансформатор с естественным воздушным охлаждением работает на нагрузку с коэффициентом мощности <math>\cos\varphi_2</math> и имеет номинальные данные: мощность <math>S_n</math>, кВА; напряжение первичной обмотки <math>U_{1н}</math>, В; напряжение вторичной обмотки <math>U_{2н}</math>, В; относительный ток холостого хода – <math>i_0</math>, %; потери холостого хода <math>P_0</math>, Вт; потери короткого замыкания – <math>P_k</math>, Вт.  Определить номинальный ток первичной обмотки, коэффициент трансформации и коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке.</p> <table border="1" data-bbox="639 1928 1481 2033"> <thead> <tr> <th><math>S_n</math>, кВА</th> <th><math>U_{1н}</math>, В</th> <th><math>U_{2н}</math>, В</th> <th><math>P_k</math>, Вт</th> <th><math>i_0</math>, %</th> <th><math>P_0</math>, Вт</th> <th><math>\cos\varphi_2</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6,3</td> <td>1000</td> <td>230</td> <td>430</td> <td>8,35</td> <td>132</td> <td>0,8</td> </tr> </tbody> </table>	$S_n$ , кВА	$U_{1н}$ , В	$U_{2н}$ , В	$P_k$ , Вт	$i_0$ , %	$P_0$ , Вт	$\cos\varphi_2$	6,3	1000	230	430	8,35	132	0,8
$S_n$ , кВА	$U_{1н}$ , В	$U_{2н}$ , В	$P_k$ , Вт	$i_0$ , %	$P_0$ , Вт	$\cos\varphi_2$										
6,3	1000	230	430	8,35	132	0,8										

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																												
		<p>Задача 2.</p> <p>Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет номинальные данные: мощность <math>P_{2H}</math>, линейное напряжение обмотки ротора <math>U_{2L}</math>, активные сопротивления фазы статора <math>r_1</math> и ротора <math>r_2'</math> при <math>20^\circ\text{C}</math>, индуктивные сопротивления рассеяния обмоток статора <math>x_1</math> и ротора <math>x_2'</math>. Частота сети <math>f_1 = 50</math> Гц, напряжение <math>U_1 = 380</math> В. Схема соединения фазных обмоток статора и ротора – звезда. Класс нагревостойкости изоляции F, расчетная температура обмоток <math>115^\circ\text{C}</math>.</p> <table border="1" data-bbox="635 674 1474 786"> <thead> <tr> <th>Тип двигателя</th> <th><math>P_{2H}</math>, кВт</th> <th><math>U_{2H}</math>, В</th> <th><math>r_1</math>, Ом</th> <th><math>r_2'</math>, Ом</th> <th><math>x_1</math>, Ом</th> <th><math>x_2'</math>, Ом</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4AK200M4УВ</td> <td>22</td> <td>340</td> <td>0,024</td> <td>0,026</td> <td>0,050</td> <td>0,075</td> </tr> </tbody> </table> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить синхронную частоту вращения.</li> <li>2. Определить потребляемый ток, момент и коэффициент мощности при пуске двигателя с замкнутой накоротко обмоткой ротора, т. е. без пускового реостата.</li> <li>3. Определить сопротивление пускового реостата RP, при котором начальный пусковой момент имеет максимально возможное значение. Определить в этом режиме пусковой момент, ток статора и коэффициент мощности.</li> <li>4. Рассчитать механическую характеристику двигателя при введении добавочного сопротивления в цепь ротора РД.</li> </ol> <p>Задача 3.</p> <p>Трехфазный синхронный двигатель, обмотка статора которого соединена «звездой», имеет следующие номинальные данные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- мощность <math>P_{2H}</math>, кВт;</li> <li>- напряжение <math>U_H</math>, кВ;</li> <li>- число пар полюсов <math>p</math>;</li> <li>- коэффициент полезного действия <math>\eta_H</math>, %;</li> <li>- коэффициент мощности, <math>\cos\varphi_H</math>;</li> <li>- частота питающей сети <math>f_H=50</math> Гц;</li> <li>- синхронное индуктивное сопротивление фазы <math>x_c</math>, Ом.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="635 1671 1418 1749"> <thead> <tr> <th><math>P_{2H}</math>, кВт</th> <th><math>U_H</math>, кВ</th> <th><math>p</math></th> <th><math>\eta_H</math>, %</th> <th><math>\cos\varphi_H</math></th> <th><math>f_H</math>, Гц</th> <th><math>x_c</math>, Ом</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1100</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>95</td> <td>0,9</td> <td>50</td> <td>3,8</td> </tr> </tbody> </table> <p>Требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычислить номинальный фазный ток статора <math>I_n</math>.</li> <li>2. Построить векторную диаграмму двигателя, по которой найти номинальное значение фазной ЭДС <math>E_0</math> и угол нагрузки <math>\alpha</math>, град.</li> </ol> <p>Задача 4.</p> <p>Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет номинальные данные (табл. 16): мощность на валу <math>P_{2H}</math>, напряжение на зажимах</p>	Тип двигателя	$P_{2H}$ , кВт	$U_{2H}$ , В	$r_1$ , Ом	$r_2'$ , Ом	$x_1$ , Ом	$x_2'$ , Ом	4AK200M4УВ	22	340	0,024	0,026	0,050	0,075	$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , кВ	$p$	$\eta_H$ , %	$\cos\varphi_H$	$f_H$ , Гц	$x_c$ , Ом	1100	6	2	95	0,9	50	3,8
Тип двигателя	$P_{2H}$ , кВт	$U_{2H}$ , В	$r_1$ , Ом	$r_2'$ , Ом	$x_1$ , Ом	$x_2'$ , Ом																								
4AK200M4УВ	22	340	0,024	0,026	0,050	0,075																								
$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , кВ	$p$	$\eta_H$ , %	$\cos\varphi_H$	$f_H$ , Гц	$x_c$ , Ом																								
1100	6	2	95	0,9	50	3,8																								

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства												
		<p>двигателя УН, частота вращения <math>n_H</math>, коэффициент полезного действия <math>\eta_H</math>, сопротивления цепей якоря <math>R_{Я}</math> и возбуждения <math>R_{\text{в}}</math>.</p> <table border="1" data-bbox="638 380 1372 492"> <thead> <tr> <th><math>P_{2H}</math>, кВт</th> <th><math>U_H</math>, В</th> <th><math>n_H</math>, об/мин</th> <th><math>\eta_H</math>, %</th> <th><math>R_{Я}</math>, Ом</th> <th><math>R_{\text{в}}</math>, Ом</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2,8</td> <td>220</td> <td>3000</td> <td>85,5</td> <td>0,6</td> <td>190</td> </tr> </tbody> </table> <p>Требуется:          рассчитать зависимости:          - частоты вращения якоря <math>n</math>,          - момента на валу <math>M</math>,          - коэффициента полезного действия <math>\eta</math>,          от полезной мощности <math>P_2</math> при токе якоря, равных 0,25; 0,5; 0,75; 1,0          от номинального значения.</p>	$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , В	$n_H$ , об/мин	$\eta_H$ , %	$R_{Я}$ , Ом	$R_{\text{в}}$ , Ом	2,8	220	3000	85,5	0,6	190
$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , В	$n_H$ , об/мин	$\eta_H$ , %	$R_{Я}$ , Ом	$R_{\text{в}}$ , Ом									
2,8	220	3000	85,5	0,6	190									
ПК-3.3	Контролирует параметры надежности работы электронного оборудования, проводит тестовые проверки	<p>Перечень вопросов для самостоятельного исследования обучающимися:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Параметры надежности работы электронного оборудования</li> <li>2. Последовательность проведения тестовой проверки электродвигателя</li> <li>3. Последовательность проведения тестовой проверки трансформатора</li> <li>4. Исследование равноценности замены одного трехфазного трансформатора тремя однофазными.</li> <li>5. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в аварийном режиме.</li> <li>6. Исследование асинхронного двигателя фазным ротором в аварийном режиме.</li> <li>7. Исследование синхронного двигателя в аварийном режиме.</li> <li>8. Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения в аварийном режиме.</li> <li>9. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения в аварийном режиме.</li> </ol>												

**Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электрические машины» 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.