



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор Филиала в г. Белорецк

Д.Р. Хамзина

г. Белорецк

15.02.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ***

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	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	3

Магнитогорск  
2022 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 Metallургии и стандартизации

10.02.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк

15.02.2022 г. протокол № 4

Председатель  Д.Р. Хамзина

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры МиС, канд. техн. наук  Сарапулов О.А.

Рецензент:

начальник лаборатории автоматизации АО БМК

, \_\_\_\_\_ Кузнецов Ю.И. 

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Ю. Усанов

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

Целью преподавания дисциплины «Электрические машины» является изучение различных электромеханических преобразователей энергии и подготовка студентов специальности 13.03.02 к самостоятельной профессиональной деятельности в области современного автоматизированного электропривода.

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

Дисциплина Электрические машины входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Теоретические основы электротехники

Математика

Теоретическая механика

Физика

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

Автоматизированный электропривод в современных технологиях (в металлургии)

Системы управления электроприводов

Теория электропривода

### **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
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин
ОПК-4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18,5 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 4,5 акад. часов
- самостоятельная работа – 220,9 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. часа
- подготовка к зачёту – 12,6 акад. часа

Форма аттестации - курсовой проект, зачет, 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. Раздел 1. Электрические машины постоянного тока								
1.1 Введение. Классификация эл. машин. Конструкции эл. машин и обмоток. Принцип работы генераторов и двигателей. Реакция якоря. Процесс коммутации. 1.2. ЭДС якоря и электромагнитный момент машины постоянного тока. Способы и условия самовозбуждения генераторов. Характеристики генераторов постоянного тока. Параллельная работа генераторов. Энергетическая диаграмма генератора. 1.3. Электромеханические и механические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск и регулирование частоты вращения. 1.4. Тормозные режимы двигателя постоянного тока. Способы торможения. 1.5. Энергетическая диаграмма двигателя. Потери КПД. Паспортные данные и рабочие характеристики двигателя постоянного тока	3	2			40	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		2			40			

2. Раздел 2. Трансформаторы								
2.1 2.1. Назначение, области применения; классификация, конструкции и принцип действия трансформаторов. 2.2. Процессы при холостом ходе и при работе под нагрузкой. Основные уравнения. 2.3. Схема замещения и векторная диаграмма приведенного трансформатора. Опыт холостого хода и короткого замыкания. Потери мощности и КПД трансформатора 2.4. Трехфазные трансформаторы: магнитные системы; ЭДС трехфазных обмоток; схемы и группы соединения; параллельная работа; особенности холостого хода трехфазных трансформаторов. 2.5. Специальные трансформаторы (автотрансформаторы, измерительные, сварочные выпрямительные, печные, импульсные)	3	2	2/2 И	2/2И	40	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		2	2/2	2/2И	40			
3. Раздел 3. Общие вопросы машин переменного тока.								
3.1 3.1. Классификация и конструкции машин переменного тока. 3.2. Намагничивающие силы трехфазной обмотки. Принцип создания вращающегося магнитного поля	3				40	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу					40			
4. Раздел 4. Асинхронные двигатели								

4.1 4.1. Принцип действия АД, скольжение и режимы работы. Установление основных соотношений параметров электромагнитного состояния АД. Векторная диаграмма и схемы замещения. 4.2. Энергетическая диаграмма АД. Электромагнитный момент и механические характеристики АД. Паспортные данные и рабочие характеристики АД. 4.3. Пуск АД. Особенности прямого пуска. Способы пуска с ограничением пусковых токов и ударных моментов. АД с улучшенными пусковыми характеристиками. 4.4. Регулирование угловой скорости АД. Способы регулирования скорости. Особенности реализации частотного регулирования. Тормозные режимы и способы торможения АД	3		4/4И	60	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу			4/4И	60			
5. Раздел 5. Синхронные двигатели (СД)							
5.1 5.1. Режимы работы СМ. Электромагнитные процессы в синхронной машине и параметры. Реакция якоря и ее виды. Характеристики (СГ) 5.2. Векторные диаграммы СМ. Энергетические диаграммы СМ в различных режимах. Угловые и U-образные характеристики СМ. 5.3. Синхронный двигатель. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Способы пуска СД. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы.	3		2/2И	40,9	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому занятию	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу			2/2И	40,9			
Итого за семестр	4	4/4	6/6И	220,		экзамен, зачёт, к	
Итого по дисциплине	4	4/4И	6/6И	220,9		курсовой проект, зачет,	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной деятельности в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Электрические машины» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Электрические машины» 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 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 практических занятий используется работа в команде и методы

И Т. Лабораторные работы проводятся на универсальном лабораторном стенде. При этом формируются навыки сборки и разборки схем, работы с измерительной аппаратурой, оценки результатов измерений. По результатам выполненной лабораторной работы проводятся необходимые расчеты, строятся графики и делаются выводы.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач и вопросов курсового проектирования на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам 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. 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> (дата обращения: 22.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://e.lanbook.com/book/108080?category=937>

## **б) Дополнительная 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> (дата обращения: 22.12.2019). — Режим доступа: для авториз. пользователей. <https://e.lanbook.com/book/95139?category=2577>

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



(дата обращения: 09.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

**в) Методические указания:**

1.Лабораторные работы по электрическим машинам : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Электрические машины" для студентов направления 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" всех форм обучения / сост. : В. Г. Рыжков ; МГТУ ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3100.pdf&show=dcatalogues/1/1135503/3100.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
MS Office 2007(Белорецк)	К-171-09 от 18.10.2009	бессрочно
STATISTICA v.6(Белорецк)	К-169-09 от 16.11.2009	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	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>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: <a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>

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

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории Оснащение аудитории  
 Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации  
 Учебная аудитория для проведения лабораторных работ Лаборатория Электротехники с комплектом универсальных стендов  
 Учебная аудитория для проведения лабораторных работ Лаборатория Электропривода и автоматики с комплектом универсальных стендов  
 Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MSOffice, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду

## Приложение 1

### Учебно – методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, выполнения расчетов курсового проекта, оформления лабораторных работ с консультациями преподавателя.

Аудиторная контрольная работа представляет собой рубежный контроль по изучаемым темам дисциплины и проходит в виде тестирования с проведением собеседований по отдельным вопросам тестовых задач.

### Примерное содержание тестов:

1	3	<p style="text-align: center;"><b>Назначение какой из конструктивных частей машины постоянного тока смешанного возбуждения указано не полностью?</b></p> <p>1). Обмотка возбуждения создает основной магнитный поток.</p> <p>2). Дополнительные полюса предназначены для улучшения коммутации.</p> <p>3). С помощью коллектора и щеток вращающаяся обмотка якоря соединяется с внешней сетью.</p>
---	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

4). Ярмо - часть магнитопровода, по которому замыкается основной магнитный, поток и поток добавочных полюсов.

---

**Какое из приведенных ниже выражений для генератора постоянного тока записано**

2    **4**    **правильно?**

1).  $U = E_{\text{я}} + I_{\text{я}} R_{\text{я}}$

2).  $M = k \Phi \omega$


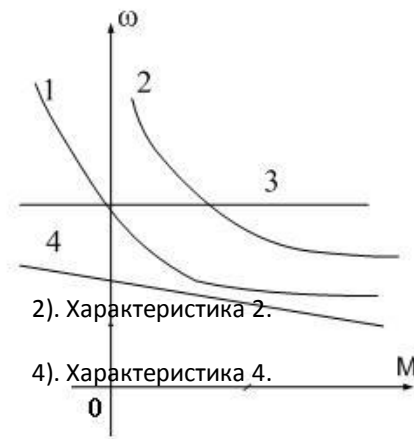
3).  $\Delta P_{\text{я}} = I_{\text{я}} R_{\text{я}}$  - потери в обмотке якоря.

4).  $\Delta P_{\text{в}} = I_{\text{в}}^2 R_{\text{в}}$  - потери в обмотке возбуждения.

---

3    **4**    **С какой целью при пуске двигателя параллельного возбуждения сопротивление реостата в цепи обмотки возбуждения устанавливают минимальным?**

		<p>1). Для уменьшения пускового тока.</p> <p>2). Для увеличения пускового тока.</p> <p>3). Для уменьшения пускового момента.</p> <p>4). Для увеличения пускового момента.</p>	
4	3	<p><b>Что произойдет, если двигатель последовательного возбуждения подключить к сети без нагрузки?</b></p> <p>1). Двигатель не запустится.</p> <p>2). Обмотка якоря перегреется.</p> <p>3). Вызывает неограниченное возрастание скорости</p> <p>4). Обмотка возбуждения перегреется.</p>	
5	2	<p><b>Для какой цели генераторы постоянного тока с самовозбуждением (генераторы смешанного возбуждения) имеют две обмотки возбуждения: параллельную и последовательную?</b></p> <p>1). Для улучшения коммутации.</p> <p>2). Для уменьшения изменения напряжения при изменении нагрузки</p> <p>3). Для увеличения магнитного потока в режиме холостого хода.</p> <p>4). Для улучшения условий самовозбуждения генератора.</p>	
6	4	<p><b>Какая характеристика соответствует работе двигателя постоянного тока независимого возбуждения при ослаблении магнитного потока?</b></p> <p>1). Характеристика 1.</p> <p>2). Характеристика 2.</p> <p>3). Характеристика 3.</p> <p>4). Характеристика 4.</p>	

7	1	<p>Какая характеристика принадлежит смешанного двигателя постоянного тока, возбуждения?</p>  <p>1). Характеристика 1. 2). Характеристика 2. 3). Характеристика 3. 4). Характеристика 4.</p> 
8	4	<p>Какое уравнение соответствует работе электрической машины в генераторном режиме?</p> <p>1) <math>U = k\Phi\omega - E_a</math></p>

		<p>2) <math>U = k\Phi\omega + I_a R_a</math></p> <p>3) <math>I_a R_a = E_a + U</math></p> <p>4) <math>U = k\Phi\omega - I_a R_a</math></p>	
9	2	<p><b>Какую мощность (приблизительно) потребляет из сети двигатель постоянного тока, если момент на валу двигателя равен <math>M = 300/\pi</math> Нм, напряжение питающей сети 220 В, скорость вращения равна 1000 об/мин, а кпд составляет <math>\eta = 95\%</math>.</b></p> <p>1). 8,5 кВт. 2). 10,5 кВт. 3). 11,5 кВт. 4). 15,5 кВт.</p>	
10	2	<p><b>Какое уравнение соответствует работе электрической машины в двигательном режиме?</b></p> <p>1) <math>U = k\Phi\omega - E_a</math></p> <p>2) <math>U = k\Phi\omega + I_a R_a</math></p> <p>3) <math>I_a R_a = E_a + U</math></p> <p>4) <math>U = k\Phi\omega - I_a R_a</math></p>	
11	4	<p><b>Выберите правильное определение назначения компенсационной обмотки (КО) машины постоянного тока.</b></p> <p>1) КО размещена на главных полюсах машины и служит для улучшения условий коммутации.</p> <p>2) КО размещается на добавочных полюсах машины и служит для устранения реакции якоря машины.</p> <p>3) КО размещается в пазах основных полюсов машины и служит для устранения реакции якоря машины.</p> <p>4) КО размещена в пазах главных полюсов машины и служит для борьбы с искажением поля машины от реакции якоря и снижения напряжения между коллекторными пластинами.</p>	
12	3		

ри какой схеме питания обмотки возбуждения обеспечивается максимальная перегрузочная  
особность двигателя постоянного тока?

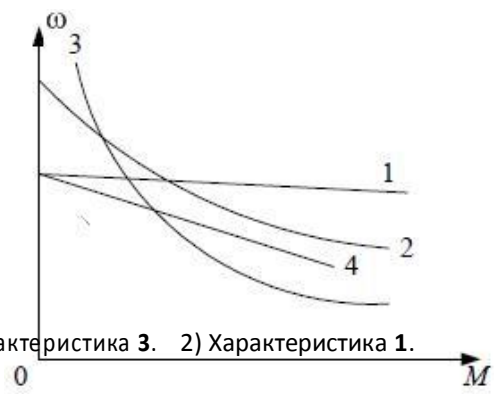
- 1) При параллельном возбуждении.
- 2) При независимом возбуждении.
- 3) При последовательном возбуждении.
- 4) При смешанном возбуждении.

13	3	<p><b>Выберите правильную последовательность перехода двигателя постоянного тока независимого возбуждения при переключении его из двигательного режима в режим динамического торможения до полной остановки двигателя</b></p> <p>1)                    а-е-в. 2) а-е-в. 3) а-е-д 4) а-б-в</p>
14	2	<p><b>Выберите правильную последовательность перехода двигателя постоянного тока независимого возбуждения при переключении его из двигательного режима в режим противовключения до полной остановки двигателя</b></p> <p>1)                    а-е-б-в. 2) а-б-в. 3) а-е-д. 4) б=е-д.</p>
15	4	<p><b>Какой из режимов электрического торможения можно реализовать в двигателе постоянного тока последовательного возбуждения?</b></p> <p>1. Рекуперативное.</p>



		<ul style="list-style-type: none"><li>2. Динамическое.</li><li>3. Противовключение.</li><li>4. Никакой из перечисленных выше</li></ul>	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

16	2	<p><b>В установившемся режиме двигатель работал на искусственной механической характеристике. Покажите последовательность перехода рабочей точки на естественную характеристику при заданном моменте сопротивления <math>M_c</math></b></p> <p>1) а-б-в. 2) Нет правильного ответа. 3) в-г-б. 4) б-г-в.</p>
17	3	<p><b>При каком способе возбуждения получена внешняя характеристики 2 генератора постоянного тока? Укажите правильный ответ.</b></p> <p>1) При независимом возбуждении. 2) При параллельном возбуждении. 3) При смешанном возбуждении. 4) При последовательном возбуждении.</p>
18	2	<p><b>Укажите естественную механическую характеристику двигателя постоянного тока с независимым возбуждением.</b></p>



- 1) Характеристика 3. 2) Характеристика 1.
- 2) Характеристика 4. 4) Характеристика 2

19	3	<p><b>Как изменить направление вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Изменением направления тока в обмотке возбуждения и в обмотке якоря.</li> <li>2) Изменением полярности питающего напряжения и направления тока в обмотке якоря.</li> <li>3) Изменением полярности питающего напряжения</li> <li>4) Изменением полярности питающего напряжения и направления тока в обмотке возбуждения.</li> </ol>
20	2	<p><b>Для какой цели генераторы постоянного тока с самовозбуждением (генераторы смешанного возбуждения) имеют две обмотки возбуждения: параллельную и последовательную?</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1). Для улучшения коммутации.</li> <li>2) Для уменьшения изменения напряжения при изменении нагрузки.</li> <li>3). Для увеличения магнитного потока в режиме холостого хода.</li> <li>4). Для улучшения условий самовозбуждения генератора.</li> </ol>
21	1	<p><b>Известны ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора: <math>E_1=10</math> В; <math>E_2=130</math> В. Число витков первичной обмотки <math>W_1=10</math>. Определить число витков вторичной обмотки.</b></p> <p>1). 130.    2). 26.    3). 260.    4). 13</p>
22	2	<p><b>Выберите правильное описание действующего значения ЭДС вторичной обмотки трансформатора</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <math>E_2=1,41 W_2 f \Phi_m</math>.</li> <li>2). <math>E_2=4,44 W_2 f \Phi_m</math>.</li> </ol>

3)  $E_2 = 3,14 W_2 f \Phi_m$ .

4)  $E_2 = 1,73 W_2 f \Phi_m$ .

---

**Как соотносятся по величине напряжение короткого замыкания  $U_{1к}$  и номинальное  $U_{1н}$  в**

---

23 **Эсильовых трансформаторах ?**

1)  $U_{1к} \approx 0,01 U_{1н}$  . 2)  $U_{1к} \approx 0,2 U_{1н}$  .

3)  $U_{1к} \approx 0,05 U_{1н}$  . 4)  $U_{1к} \approx 0,5 U_{1н}$

---

24 **2**

**Как влияет неравенство напряжений короткого замыкания на режим параллельной работы трансформаторов?**

- 1). Включать на параллельную работу трансформаторы с разными напряжениями короткого замыкания категорически запрещено.
  - 2). Трансформатор с меньшим напряжением короткого замыкания будет нагружаться больше в процентном отношении к другому трансформатору.
  - 3). Трансформатор с меньшим напряжением короткого замыкания будет нагружаться меньше в процентном отношении к другому трансформатору.
  - 4). Не влияет.
- 

25 **4**

**Ток нагрузки трансформатора увеличился в два раза. Как изменились потери в стали трансформатора?**

- 1). Увеличились в два раза.
  - 2). Увеличились в четыре раза.
  - 3). Уменьшились в два раза.
-

		4). Практически не изменились.	
26	1	<p><b>Для чего проводится опыт короткого замыкания трансформатора?</b></p> <p>1). Для определения сопротивлений обмоток трансформатора.</p> <p>2). Для определения потерь в сердечнике трансформатора.</p> <p>3). Для определения потерь во вторичной обмотке.</p> <p>4). Для определения коэффициента трансформации ЭДС.</p>	
27	2	<p><b>Как изменяется основной магнитный поток, если трансформатор включить в сеть с частотой в два раза больше номинальной, но при номинальном напряжении?</b></p> <p>1). Уменьшится в 4 раза.</p> <p>2). Уменьшится в 2 раза.</p> <p>3). Не изменится.</p> <p>4). Увеличится в 2 раза.</p>	
28	3	<p><b>. Однофазный трансформатор подключён к сети 220 В; потребляемая мощность 2,2 кВт; ток вторичной обмотки 2,5 А. Найдите коэффициент трансформации "К".</b></p> <p>1). <math>K=2</math>.    2). <math>K=3</math>.    3). <math>K=4</math>.    4). <math>K=0,25</math>.</p>	
29	1	<p><b>. Как распределяется нагрузка между двумя параллельно работающими трансформаторами при равенстве их групп, коэффициентов трансформации и напряжений короткого замыкания и при неодинаковых номинальных мощностях.</b></p> <p>1). Нагрузка распределяется пропорционально номинальным мощностям.</p> <p>2). Нагрузка делится поровну между трансформаторами.</p> <p>3). Распределение нагрузки между трансформаторами зависит от загрузки трансформаторов.</p> <p>4). Распределение нагрузки между трансформаторами не зависит от загрузки трансформаторов.</p>	
30	2	<p><b>Какая из внешних характеристик соответствует нагрузке в цепи вторичной обмотки</b></p>	

		<p>характеристика с <math>\cos\phi_2 = 1</math></p> <p>1). Характеристика 1. 2). Характеристика 2. 3). Характеристика 3. 4). Характеристика 4.</p>	
31	1	<p>Как соединены первичная и вторичная обмотки трансформатора, если трансформатор имеет 11 группу соединения обмоток (соединение звезда – Y, соединение треугольник – Δ)</p>	
32	3	<p>Что произойдет с трансформатором, если его включить в сеть постоянного тока?</p> <p>1) Уменьшится основной магнитный поток. 2) Уменьшится поток рассеивания. 3) Ток возрастет до недопустимых значений. 4) Ничего не изменится</p>	
33	4	<p>Как передается электрическая энергия из первичной обмотки во вторичную ?</p>	

		<ol style="list-style-type: none"><li>1) Только электрическим путем.</li><li>2) Как в обычном трансформаторе.</li><li>3) Только электромагнитным путем</li><li>4) Электромагнитным и электрическим путем</li></ol>
34	2	<b>Выберите формулу, описывающую закон электромагнитной индукции</b>
35	3	<b>Выберите правильное уравнение баланса напряжений для цепи первичной обмотки трансформатора</b>



## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. Приложение 2

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-4: Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин		
ОПК 4.1	Способен оценивать параметры нормальных и аварийных режимов электрических цепей и машин с использованием методов анализа и моделирования	<p style="text-align: center;"><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 постоянного тока: уравнение ЭДС, уравнение моментов, уравнение скоростной и механической характеристик.</li> <li>20. Дайте характеристику тормозных режимов двигателя постоянного тока.</li> <li>21. Как зависит коэффициент полезного действия от нагрузки на валу (полезной мощности двигателя)?</li> <li>22. Как определить коэффициент полезного действия двигателя постоянного тока?</li> <li>23. Устройство и принцип работы асинхронного двигателя.</li> <li>24. Какие условия необходимы для получения вращающегося магнитного поля, в асинхронном двигателе?</li> <li>25. Почему двигатель называется асинхронным? Как определяется скольжение?</li> <li>26. Как пускаются в ход асинхронные двигатели?</li> <li>27. Какими способами регулируется скорость вращения асинхронного двигателя?</li> <li>28. Какой вид имеет механическая характеристика асинхронного двигателя? Укажите на ней характерные точки.</li> </ol>

		<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>																																										
ОПК-4.2	Разрабатывает мероприятия по улучшению показателей качества работы электрических цепей и машин	<p>Задача 1.</p> <p>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_{1N}</math>, В; напряжение вторичной обмотки <math>U_{2N}</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.</p> <p>Определить номинальный ток первичной обмотки, коэффициент трансформации и коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке.</p> <table border="1" data-bbox="679 770 1495 875"> <thead> <tr> <th><math>S_N</math>, кВА</th> <th><math>U_{1N}</math>, В</th> <th><math>U_{2N}</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> <p>Задача 2.</p> <p>Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором имеет номинальные данные: мощность <math>P_{2N}</math>, линейное напряжение обмотки ротора <math>U_{2Л}</math>, активные сопротивления фазы статора <math>r_1</math> и ротора <math>r_2'</math> при 20 °С, 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 115 °С.</p> <table border="1" data-bbox="603 1184 1437 1290"> <thead> <tr> <th>Тип двигателя</th> <th><math>P_{2N}</math>, кВт</th> <th><math>U_{2N}</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>4АК200М4УВ</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 <math>R_P</math>, 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 <math>R_D</math>.</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_{2N}</math>, кВт;</li> <li>- напряжение <math>U_n</math>, кВ;</li> <li>- число пар полюсов <math>p</math>;</li> <li>- коэффициент полезного действия <math>\eta_n</math>, %;</li> <li>- коэффициент мощности, <math>\cos\varphi_n</math>;</li> <li>- частота питающей сети <math>f_n=50</math> Гц;</li> <li>- синхронное индуктивное сопротивление фазы <math>x_c</math>, Ом.</li> </ul> <table border="1" data-bbox="679 1973 1458 2051"> <thead> <tr> <th><math>P_{2N}</math>, кВт</th> <th><math>U_n</math>, кВ</th> <th><math>p</math></th> <th><math>\eta_n</math>, %</th> <th><math>\cos\varphi_n</math></th> <th><math>f_n</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> </ol>	$S_N$ , кВА	$U_{1N}$ , В	$U_{2N}$ , В	$P_K$ , Вт	$i_0$ , %	$P_0$ , Вт	$\cos\varphi_2$	6,3	1000	230	430	8,35	132	0,8	Тип двигателя	$P_{2N}$ , кВт	$U_{2N}$ , В	$r_1$ , Ом	$r_2'$ , Ом	$x_1$ , Ом	$x_2'$ , Ом	4АК200М4УВ	22	340	0,024	0,026	0,050	0,075	$P_{2N}$ , кВт	$U_n$ , кВ	$p$	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi_n$	$f_n$ , Гц	$x_c$ , Ом	1100	6	2	95	0,9	50	3,8
$S_N$ , кВА	$U_{1N}$ , В	$U_{2N}$ , В	$P_K$ , Вт	$i_0$ , %	$P_0$ , Вт	$\cos\varphi_2$																																						
6,3	1000	230	430	8,35	132	0,8																																						
Тип двигателя	$P_{2N}$ , кВт	$U_{2N}$ , В	$r_1$ , Ом	$r_2'$ , Ом	$x_1$ , Ом	$x_2'$ , Ом																																						
4АК200М4УВ	22	340	0,024	0,026	0,050	0,075																																						
$P_{2N}$ , кВт	$U_n$ , кВ	$p$	$\eta_n$ , %	$\cos\varphi_n$	$f_n$ , Гц	$x_c$ , Ом																																						
1100	6	2	95	0,9	50	3,8																																						

2. Построить векторную диаграмму двигателя, по которой найти номинальное значение фазной ЭДС  $E_0$  и угол нагрузки  $\varphi$ , град.

Задача 4.

Двигатель постоянного тока с параллельным возбуждением имеет номинальные данные (табл. 16): мощность на валу  $P_{2H}$ , напряжение на зажимах двигателя  $U_H$ , частота вращения  $n_H$ , коэффициент полезного действия  $\eta_H$ , сопротивления цепей якоря  $R_{\text{Я}}$  и возбуждения  $R_{\text{В}}$ .

$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , В	$n_H$ , об/мин	$\eta_H$ , %	$R_{\text{Я}}$ , Ом	$R_{\text{В}}$ , Ом
2,8	220	3000	85,5	0,6	190

Требуется:

рассчитать зависимости:

- частоты вращения якоря  $n$ ,
  - момента на валу  $M$ ,
  - коэффициента полезного действия  $\eta$ ,
- от полезной мощности  $P_2$  при токе якоря, равных 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 от номинального значения.

Перечень вопросов для самостоятельного исследования обучающимися:

1. Исследование равноценности замены одного трехфазного трансформатора тремя однофазными.
2. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в аварийном режиме.
3. Исследование асинхронного двигателя фазным ротором в аварийном режиме.
4. Исследование синхронного двигателя в аварийном режиме.
5. Исследование двигателя постоянного тока независимого возбуждения в аварийном режиме.
6. Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения в аварийном режиме.