



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор Филиал в г. Белорецк  
Д.Р. Хамзина  
18.02.2020 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  
очная

Институт/ факультет	Филиал в г. Белорецк
Кафедра	Металлургии и стандартизации
Курс	2, 3
Семестр	4, 5

Магнитогорск  
2020 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)

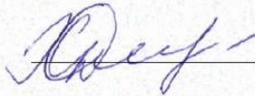
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и стандартизации

10.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

Рабочая программа одобрена методической комиссией Филиал в г. Белорецк

18.02.2020 г. протокол № 6

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 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от 15 октября 2021 г. № 2  
Зав. кафедрой  С.М. Головизнин

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры **Металлургии и стандартизации**

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

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 \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

---

---

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 \_\_\_\_\_ С.М. Головизнин

### **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 – 110,65 акад. часов;
- аудиторная – 105 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,65 акад. часов
- самостоятельная работа – 105,65 акад. часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Форма аттестации - зачет, курсовой проект, 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
		Ле к.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1. Электрические машины постоянного тока								
<p>1.1 Введение. Классификация эл. машин и двигателей. Реакция якоря. Процесс коммутации.</p> <p>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.</p> <p>1.3. Электромеханические и механические характеристики двигателей постоянного тока. Пуск и регулирование частоты вращения.</p> <p>1.4. Тормозные режимы двигателя постоянного тока. Способы торможения.</p> <p>1.5. Энергетическая диаграмма двигателя. Потери КПД. Паспортные данные и рабочие характеристики двигателя постоянного тока</p>	4	6	6/2И	6/2И	32,0 5	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		6	6/2И	6/2И	32,0			

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. Опыты 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)	4	6	6/2И	6/2И	30	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		6	6/2И	6/2И	30			
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	4	5	5/2И	5/2И	30	Изучение учебной литературы по заданной теме Подготовка к лабораторному и практическому	Конспект материалов по заданной теме. Устный опрос. Тестирование	ОПК-4.1 ОПК-4.2
Итого по разделу		5	5/2И	5/2И	30			
Итого за семестр		17	17/6И	17/6И	92,0		зачёт	
4. Раздел 4. Асинхронные двигатели								

<p>4.1 4.1. Принцип действия АД, скольжение и режимы работы. Установление основных соотношений параметров электромагнитного состояния АД. Векторная диаграмма и схемы замещения.</p> <p>4.2. Энергетическая диаграмма АД. Электромагнитный момент и механические характеристики АД. Паспортные данные и рабочие характеристики АД.</p> <p>4.3. Пуск АД. Особенности прямого пуска. Способы пуска с ограничением пусковых токов и ударных моментов. АД с улучшенными пусковыми характеристиками.</p> <p>4.4. Регулирование угловой скорости АД. Способы регулирования скорости. Особенности реализации частотного регулирования. Тормозные режимы и способы торможения АД</p>	5	9	9/3И	9/4И	6	<p>Изучение учебной литературы по заданной теме</p> <p>Подготовка к лабораторному и практическому занятию</p>	<p>Конспект материалов по заданной теме.</p> <p>Устный опрос. Тестирование</p>	<p>ОПК-4.1</p> <p>ОПК-4.2</p>
Итого по разделу	9	9/3И	9/4И	6				
5. Раздел 5. Синхронные двигатели (СД)								
<p>5.1 5.1. Режимы работы СМ. Электромагнитные процессы в синхронной машине и параметры. Реакция якоря и ее виды. Характеристики (СГ)</p> <p>5.2. Векторные диаграммы СМ. Энергетические диаграммы СМ в различных режимах. Угловые и U-образные характеристики СМ.</p> <p>5.3. Синхронный двигатель. Рабочие характеристики синхронных двигателей. Способы пуска СД. Регулирование реактивной мощности. Синхронные компенсаторы.</p>	5	9	9/6И	9/3И	7,6	<p>Изучение учебной литературы по заданной теме</p> <p>Подготовка к лабораторному и практическому занятию</p>	<p>Конспект материалов по заданной теме.</p> <p>Устный опрос. Тестирование</p>	<p>ОПК-4.1</p> <p>ОПК-4.2</p>
Итого по разделу	9	9/6И	9/3И	7,6				
Итого за семестр	18	18/9И	18/7И	13,6		экзамен, кп		
Итого по дисциплине	35	35/15И	35/13И	105,65		зачет, курсовой проект, экзамен		

## **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

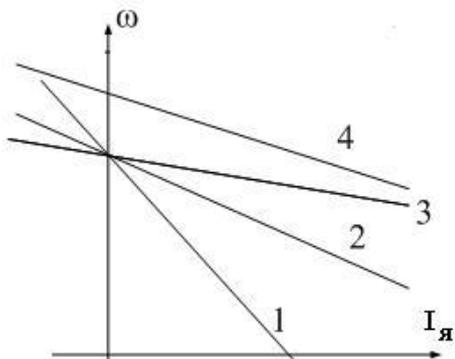
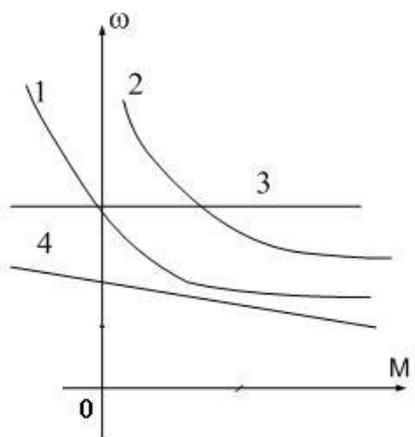
Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

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><b>Назначение какой из конструктивных частей машины постоянного тока смешанного возбуждения указано не полностью?</b></p> <p>1). Обмотка возбуждения создает основной магнитный поток.          2). Дополнительные полюса предназначены для улучшения коммутации.          3). С помощью коллектора и щеток вращающаяся обмотка якоря соединяется с внешней сетью.          4). Ярмо - часть магнитопровода, по которому замыкается основной магнитный, поток и поток добавочных полюсов.</p>	
2	4	<p><b>Какое из приведенных ниже выражений для генератора постоянного тока записано правильно?</b></p> <p>1). <math>U = E_{\text{я}} + I_{\text{я}} R_{\text{я}}</math>          2). <math>M = k \Phi \omega</math>          3). <math>\Delta P_{\text{я}} = I_{\text{я}} R_{\text{я}}</math> - потери в обмотке якоря.          4). <math>\Delta P_{\text{в}} = I_{\text{в}}^2 R_{\text{в}}</math> - потери в обмотке возбуждения.</p>	
3	4	<p><b>С какой целью при пуске двигателя параллельного возбуждения сопротивление реостата в цепи обмотки возбуждения устанавливают минимальным?</b></p>	

		1). Для уменьшения пускового тока. 2). Для увеличения пускового тока. 3). Для уменьшения пускового момента. 4). Для увеличения пускового момента.	
4	3	<b>Что произойдет, если двигатель последовательного возбуждения подключить к сети без нагрузки?</b> 1). Двигатель не запустится. 2). Обмотка якоря перегреется. 3). Вызывает неограниченное возрастание скорости 4). Обмотка возбуждения перегреется.	
5	2	<b>Для какой цели генераторы постоянного тока с самовозбуждением (генераторы смешанного возбуждения) имеют две обмотки возбуждения: параллельную и последовательную?</b> 1). Для улучшения коммутации. 2). Для уменьшения изменения напряжения при изменении нагрузки 3). Для увеличения магнитного потока в режиме холостого хода. 4). Для улучшения условий самовозбуждения генератора.	
6	4	<b>Какая характеристика соответствует работе двигателя постоянного тока независимого возбуждения при ослаблении магнитного потока?</b>  1). Характеристика 1. 2). Характеристика 2. 3). Характеристика 3. 4). Характеристика 4.	
7	1	<b>Какая характеристика смешанного возбуждения принадлежит двигателю постоянного тока,</b>  1). Характеристика 1. 2). Характеристика 2. 3). Характеристика 3. 4). Характеристика 4.	
8	4	<b>Какое уравнение соответствует работе электрической машины в генераторном режиме?</b> 1) $U = k\Phi\omega - E_{\text{я}}$	

		2) $U = k\Phi\omega + I_a R_a$ 3) $I_a R_a = E_a + U$ 4) $U = k\Phi\omega - I_a R_a$	
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>          2) <math>U = k\Phi\omega + I_a R_a</math>          3) <math>I_a R_a = E_a + U</math>          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.          2) КО размещается на добавочных полюсах машины и служит для устранения реакции якоря машины.          3) КО размещается в пазах основных полюсов машины и служит для устранения реакции якоря машины.          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	<p><b>При какой схеме питания обмотки возбуждения обеспечивается максимальная перегрузочная способность двигателя постоянного тока?</b></p> <p>1) При параллельном возбуждении.          2) При независимом возбуждении.          3) При последовательном возбуждении.          4) При смешанном возбуждении.</p>	

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> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Рекуперативное.</li> <li>2. Динамическое.</li> <li>3. Противовключение.</li> <li>4. Никакой из перечисленных выше</li> </ol>

## Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

## Приложение 2. Фонды оценочных средств

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 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> </ol>

		<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>
--	--	---

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="678 1534 1492 1646"> <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="598 2016 1436 2116"> <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>	$S_N$ , 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
$S_N$ , 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																								

Требуется:

1. Определить синхронную частоту вращения.
2. Определить потребляемый ток, момент и коэффициент мощности при пуске двигателя с замкнутой накоротко обмоткой ротора, т. е. без пускового реостата.
3. Определить сопротивление пускового реостата  $R_P$ , при котором начальный пусковой момент имеет максимально возможное значение. Определить в этом режиме пусковой момент, ток статора и коэффициент мощности.
4. Рассчитать механическую характеристику двигателя при введении добавочного сопротивления в цепь ротора  $R_D$ .

Задача 3.

Трехфазный синхронный двигатель, обмотка статора которого соединена «звездой», имеет следующие номинальные данные:

- мощность  $P_{2H}$ , кВт;
- напряжение  $U_H$ , кВ;
- число пар полюсов  $p$ ;
- коэффициент полезного действия  $\eta_H$ , %;
- коэффициент мощности,  $\cos\varphi_H$ ;
- частота питающей сети  $f_H=50$  Гц;
- синхронное индуктивное сопротивление фазы  $x$ , Ом.

$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , кВ	$p$	$\eta_H$ , %	$\cos\varphi_H$	$f_H$ , Гц	$x_\sigma$ , Ом
1100	6	2	95	0,9	50	3,8

Требуется:

1. Вычислить номинальный фазный ток статора  $I_H$ .
2. Построить векторную диаграмму двигателя, по которой найти номинальное значение фазной ЭДС  $E_0$  и угол нагрузки  $\alpha$ , 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  $R_{Я}$  и возбуждения  $R_B$ .

$P_{2H}$ , кВт	$U_H$ , В	$n_H$ , об/мин	$\eta_H$ , %	$R_{Я}$ , Ом	$R_B$ , 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.
--	--	--