

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Минцаев Магомед Шавагович

Должность: Ректор

Дата подписания: 04.09.2023 15:17:28

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М. Д. Миллионщикова



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ»

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль)
«Электропривод и автоматика»

Квалификация

Бакалавр

Год начала подготовки - 2022

Грозный-2022

1. Цели и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические машины» являются:

- теоретическая и практическая подготовка будущих специалистов в области электроэнергетики и электротехники в степени, необходимой для грамотного использования различных типов электрических машин и трансформаторов в электроэнергетических установках различного назначения.

Изучение дисциплины «Электрические машины» способствует решению следующих задач профессиональной деятельности:

- изучение основных типов электрических машин, их конструкций, принципа работы, рабочих свойств и характеристик;
- умение правильно выбрать тип электрической машины для конкретных условий эксплуатации;
- проводить техническое обслуживание электрических машин во время эксплуатации.
- иметь представление о перспективных направлениях развития данной отрасли.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная учебная дисциплина относится к обязательной части, блока 1 формируемая участниками образовательных отношений по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (квалификация «бакалавр»).

Предшествующие дисциплины, освоение которых необходимо для изучения данной дисциплины:

- ✓ физика;
- ✓ математика
- ✓ электротехническое и конструкционное материаловедение
- ✓ метрология, стандартизация и сертификация
- ✓ прикладная механика
- ✓ информатика

Последующие дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей:

- ✓ автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов.
- ✓ электрические станции и подстанции
- ✓ теория электропривода
- ✓ электроэнергетические сети и системы

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине
-------------	-----------------------	---

		(ЗУВ)	
Общепрофессиональные и профессиональные			
<p>ПК-2 - способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов ПД;</p> <p>ОПК-3 - способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин;</p>	<p>ПК-2.1 - обеспечивает требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.</p> <p>ОПК-3.5 - анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - устройство, принцип действия, применении и тенденции развития электромашиностроения; - методы расчета и проектирования; - внедрения в эксплуатацию трансформаторов и электрических машин; их конструкция и характеристиках, правилах технической эксплуатации. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать систему проектно-конструкторской документации, правила построения технических систем и чертежей; - проводить наладку, технического обслуживания и ремонт как нормальных, так и специальных электрических машин, предназначенных для водного транспорта. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками выполнения и чтения электрических схем, чертежей; - навыками расчета экономической эффективности внедряемых проектных решений; методику проведения научных исследований и экспериментов по профилю. 	

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Таблица 2

Вид учебной работы	Всего часов/зач.ед.	Семестр	
		ОФО	ЗФО

	ОФО	ЗФО	4	5	5	6	
Контактная работа (всего)	132/3,66	34/0,94	64/1,8	68/1,88	17/0,5	17/0,5	
В том числе:							
Лекции	66/1,8	17/0,5	32/0,9	34/0,94	8/0,22	8/0,22	
Лабораторные работы	66/1,8	17/0,5	32/0,9	34/0,94	9/0,25	9/0,25	
Практические занятия							
Самостоятельная работа (всего)	192/5,3	290/8	82/2,3	110/3,06	140/3,9	150/4,2	
В том числе:							
Курсовой проект	36/1,0	36/1,0		36/1,0		36/1,0	
Подготовка к лабораторным работам	40/1,11	90/2,5	20/0,56	20/0,56	62/1,7	38/1,1	
Темы для самостоятельного изучения	54/1,5	94/2,6	36/1,0	18/0,5	44/1,2	40/1,1	
Подготовка к зачету	18/0,5	34/0,9	26/0,7		34/0,9		
Подготовка к экзамену	36/1,0	36/1,0		36/1,0		36/1,0	
Вид отчетности			зачет	экзамен	зачет	экзамен	
Общая трудоемкость дисциплины	ВСЕГО в часах	324	324	146	178	157	167
	ВСЕГО в зач. единицах	9,0	9,0	4,05	4,94	4,36	4,63

Таблица 1

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц. зан. часы	Лаб. зан. часы	Всего часов
1	Введение	2		2
2	1. Трансформаторы	12	18	30
3	1.1. Общие сведения. Исходные уравнения	6		6
4	1.2. Схема замещения. Характеристики	6	18	24
5	2. Асинхронные двигатели	20	20	40
6	2.1. Общие сведения. Исходные уравнения. Схемы замещения	6		6
7	2.2. Механические характеристики	6	10	16
8	2.3. Пуск. Регулирование. Способы торможения	8	10	18
9	3. Синхронные машины	16	18	34
10	3.1. Общие сведения. Теория двух реакций	4		4
11	3.2. Характеристики синхронных машин	6	10	16

12	3.3. Параллельная работа с сетью	6	8	16
13	4. Машины постоянного тока	14	12	26
14	4.1. Общие сведения	4		4
15	4.2. Генераторы постоянного тока	4	6	10
16	4.3. Двигатели постоянного тока	4	6	10
17	Заключение	2		2
Итого		64	70	132

5.2. Лекционные занятия

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
4 семестр		
1	Введение	Содержание дисциплины и связь с другими дисциплинами. Назначение электрических машин. Преобразование мощности. Принцип обратимости. Классификация электрических машин (ЭМ). Основные номинальные режимы работы. Нагревание электромеханических устройств, классы нагревостойкости изоляции, связь срока службы электромеханического устройства с величиной нагрузки. Электрические микромашины, их особенности.
2	1. Трансформаторы	
3	1.1. Общие сведения. Исходные уравнения	Назначение и классификация трансформаторов. Принцип действия. Элементы конструкции и основные конструктивные модификации. Трехфазные силовые трансформаторы. Схемы и группы соединений. ЭДС обмоток. Уравнения напряжений и токов.
4	1.2. Схема замещения. Характеристики	Приведенный трансформатор. Эквивалентная схема замещения. Физические процессы в трансформаторе в режимах холостого хода, короткого замыкания, работы под нагрузкой. Изменение выходного напряжения при нагрузке, внешние характеристики. Потери и КПД. Условие максимума КПД. Параллельная работа трансформаторов. Понятие о несимметричных режимах работы. Специальные типы трансформаторов: многообмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, трансформаторы для преобразователей, измерительные трансформаторы тока и напряжения.
5	2. Асинхронные двигатели	

6	2.1. Общие сведения. Исходные уравнения. Схемы замещения	Общие сведения. Исходные уравнения. Схемы замещения. Общие свойства машин переменного тока, сходство и различие синхронных и асинхронных машин. Обмотки статора и ротора. Электродвижущая сила (ЭДС) и магнитодвижущая сила (МДС) обмоток. Принцип создания вращающегося магнитного поля. Назначение и область применения асинхронных машин. Принцип действия, устройство. Физические процессы в асинхронной машине. Схемы замещения.
7	2.2. Механические характеристики	Энергетическая диаграмма. Электромагнитный вращающий момент. Естественная механическая характеристика. Режимы работы и энергетические соотношения. Максимальный момент и критическое скольжение. Зона устойчивой работы. Пусковой момент. Искусственные механические характеристики для асинхронного двигателя с фазным ротором.
8	2.3. Пуск. Регулирование. Способы торможения	Пуск в ход и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Способы торможения. Особые виды и режимы работы многофазных асинхронных двигателей: двигатели с улучшенными пусковыми свойствами, с массивным ротором, с разомкнутым магнитопроводом статора (линейные двигатели). Однофазные асинхронные двигатели. Асинхронные микромашины автоматических устройств: исполнительные (управляемые) двигатели, тахогенераторы, вращающиеся (поворотные) трансформаторы, сельсины. Асинхронные генераторы.
5 семестр		
9	3. Синхронные машины	
10	3.1. Общие сведения. Теория двух реакций	Назначение и область применения. Принцип действия, конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Магнитные поля. Реакция якоря (статора). Теория двух реакций. Индуктивные сопротивления синхронных машин. Основные виды векторных диаграмм напряжений синхронной машины.
11	3.2. Характеристики синхронных машин	Синхронный генератор. Принцип работы. Характеристики. Синхронный двигатель. Принцип работы и векторные диаграммы, электромагнитный момент. Способы пуска и регулирования частоты вращения.

12	3.3. Параллельная работа с сетью	Условия включения синхронной машины в сеть. Метод точной и грубой синхронизации. Режимы работы. Синхронный компенсатор. Уравнение электромагнитной мощности, угловая характеристика, работа при изменении тока возбуждения (V - образные характеристики) синхронных машин. Переходные процессы. Синхронные микромашины автоматических систем: реактивный, гистерезисный, безредукторный, шаговый двигатели.
13	4. Машины постоянного тока	
14	4.1. Общие сведения	Назначение и область применения электрических машин постоянного тока. Принцип действия в режимах работы генератора и двигателя. Принцип обратимости. Устройство коллекторной машин постоянного тока. Электромагнитный момент. Магнитные поля машины постоянного тока: магнитная цепь, понятие о реакции якоря и ее влияние на работу машины. Сущность процесса коммутации и способы его улучшения. Классификация электрических машин постоянного тока по способу возбуждения. Электрические схемы.
15	4.2. Генераторы постоянного тока	Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Уравнения напряжения и тока. Характеристики генераторов постоянного тока. Сварочные генераторы постоянного тока.
16	4.3. Двигатели постоянного тока	Классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения. Области применения. Уравнения напряжения и тока. Пуск и ход, регулирование частоты вращения. Двигатели параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Механические и регулировочные характеристики. Импульсное питание двигателей постоянного тока. Крановые и металлургические двигатели. Специальные типы машин постоянного тока. Электромашинные усилители, тахогенераторы, исполнительные двигатели, бесконтактные двигатели.
17	Заключение	Перспективы развития электрических машин и трансформаторов и их использования в системах электроэнергетики.

5.3. Лабораторный практикум

Таблица 5

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
4 семестр		
1	Трансформаторы	Исследование однофазного трансформатора
2		Исследование трехфазного трансформатора
3	Асинхронные двигатели	Исследование трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым ротором
4		Исследование трехфазной асинхронной машины с фазным ротором
5		Исследование трехфазной асинхронной машины с короткозамкнутым ротором при питании от однофазной сети
5 семестр		
6	Синхронные машины	Исследование трехфазной, магнитоэлектрической синхронной машины
7		Исследование синхронного генератора
8		Исследование синхронного компенсатора при работе на «жесткую» сеть
10	Машины постоянного тока	Исследование машины постоянного тока с независимым возбуждением
11		Исследование машины постоянного тока с последовательным возбуждением

5.4. Практические занятия (семинары) – не предусмотрены

6. Самостоятельная работа студентов (СРС) по дисциплине

6.1. Тематика и формы самостоятельной работы студентов (доклад (реферат) +презентация)

1. Трансформаторы

1. Устройство и принцип действия трансформатора.
2. Элементы конструкции трансформатора.
3. Основные уравнения трансформатора.
4. Коэффициент трансформации.
5. Повышающий и понижающий трансформатор.
6. Приведенный трансформатор.
7. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора.
8. Уравнения трансформатора.

9. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания.
10. Нагрузочная характеристика.
11. Регулирование вторичного напряжения.
12. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки.
13. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
14. Параллельная работа трансформаторов.
15. Условия включения и распределения нагрузки между трансформаторами при параллельной работе.

2. Асинхронные машины (АМ)

1. Основные уравнения АМ.
2. Т-образная схема замещения АМ.
3. Параметры схем замещения АМ.
4. экспериментальное определение параметров схем замещения АМ.
5. Электромагнитный вращающий момент АМ.
6. Двигательный режим работы АМ.
7. Генераторный режим работы АМ.
8. Значения параметров схем замещения АМ в относительных единицах.

5 семестр

3. Синхронные машины (СМ)

1. Конструктивные особенности явнополюсных СМ.
2. Конструктивные особенности неявнополюсных СМ.
3. Возбуждение СМ.
4. Перегрузочная способность.
5. Статическая устойчивость СМ.
6. Характеристика холостого хода.
7. Внешняя характеристика.
8. Нагрузочная характеристика.
9. Регулировочная характеристика.
10. Характеристика короткого замыкания.
11. Условия включения генераторов на параллельную работу.

4. Машины постоянного тока (МПТ)

1. Конструктивные особенности МПТ
2. Основные элементы конструкции.
3. Принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока.
4. Магнитное поле обмотки возбуждения.
5. Магнитное поле обмотки якоря.
6. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтраль.
7. Основные уравнения напряжений.
8. Электромагнитный момент МПТ.

9. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения.
10. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения.
11. Рабочие характеристики МПТ.
12. Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.
13. Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

1. Дробов, А. В. Электрические машины. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. В. Дробов, В. Н. Галушко. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017. - 112 с. - 978-985-503-650-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67794.html>
2. Электрические машины. Часть II. Синхронные машины : методические указания к лабораторным работам по курсу «Электрические машины» для студентов 3 и 4 курсов / составители Г. Б. Вяльцев, А. Г. Приступ, А. Ф. Шевченко, под редакцией А. Ф. Шевченко. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 52 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45194.html>
3. Электрические машины. Часть 1 : методические указания к лабораторным работам по электротехнике / составители Н. М. Плотников, Н. Л. Александрова, Д. Я. Воденисов. — Нижний Новгород : Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 77 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/16078.html>
4. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз. — Томск : Томский политехнический университет, 2013. — 182 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/34738.html>

7. Оценочные средства

7.1. Вопросы к рубежным аттестациям

I рубежная аттестация

4 семестр

1. Поясните принцип работы трансформатора.
2. Изобразите электрическую схему однофазного трансформатора.
3. Изобразите электрические схемы трехфазного трансформатора при соединении обмоток У/У - 0, У/У_n - 0, У/Д -11.

4. Какая обмотка трансформатора называется первичной и какая – вторичной обмоткой?
5. Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?
6. Как определяется коэффициент трансформации?
7. Напишите формулу ЭДС обмотки трансформатора.
8. Напишите уравнения напряжений для первичной и вторичной обмоток.
9. Напишите уравнения токов.
10. Для какой цели и каким образом производится приведение параметров вторичной обмотки к первичной?
11. Изобразите схему замещения трансформатора.
12. Какие параметры схемы замещения трансформатора определяются из опыта холостого хода и из опыта короткого замыкания?
13. Какие потери трансформатора определяются из опыта холостого хода и из опыта короткого замыкания?
14. Напишите формулу КПД трансформатора.
15. Как формулируются условия максимума КПД?
16. Почему при чисто активной нагрузке коэффициент мощности в первичной цепи меньше единицы?

17. Назовите примерное значение тока холостого хода.
18. Как определяется напряжение короткого замыкания? Назовите его примерное значение.
19. Как вычисляется изменение выходного напряжения трансформатора при нагрузке?
20. Изобразите внешние характеристики трансформатора для различных видов нагрузки (активная, активно-индуктивная, активно-емкостная).

(Образец задания к аттестации)

IV семестр

1-я рубежная аттестация по дисциплине

«Электрические машины»

Ф.И.О.

Вопросы:

1. Изобразите электрическую схему однофазного трансформатора.
2. Напишите формулу КПД трансформатора.
- 3.

II рубежная аттестация

1. Объясните устройство и принцип работы асинхронного двигателя.
2. В чем отличие конструкция короткозамкнутого ротора от фазного?
3. Объясните, в чем заключается аналогия электромагнитных процессов между асинхронной машиной и трансформатором?
4. Какими факторами определяется частота вращения асинхронного двигателя?

5. Какую максимально возможную скорость АД можно получить при частоте сети 50 Гц?
6. В каких пределах может изменяться скольжение асинхронного двигателя?
7. Чему равна частота ЭДС ротора, если частота в сети равна 50 Гц, а скольжение составляет 2 %?
8. Как осуществить изменение направления вращения АД?
9. При каких условиях асинхронная машина работает в режиме:
 10. а) генератора; б) электромагнитного тормоза?
11. Запишите формулу вращающего момента АД.
12. Как зависит величина электромагнитного момента от напряжения сети?
13. Изобразите механическую характеристику $M = f(s)$.
14. Укажите на механической характеристике область устойчивой работы.
15. Укажите на механической характеристике режим холостого хода, номинальный режим и пусковой.
16. Как влияет величина активного сопротивления цепи ротора на пусковые свойства двигателя?
17. Как влияет активное сопротивление цепи ротора на величину максимального (критического) момента?
18. Начертите искусственную механическую характеристику двигателя с фазным ротором при регулировании частоты вращения путем включения реостата в цепь ротора.
19. Какие существуют способы уменьшения пускового тока двигателя с короткозамкнутым ротором и двигателя с фазным ротором?
20. Перечислите возможные способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
21. Как осуществляется изменение числа пар полюсов обмотки статора?

(Образец задания к аттестации)

IV семестр

2-я рубежная аттестация по дисциплине

«Электрические машины»

Ф.И.О.

Вопросы:

1. Объясните устройство и принцип работы асинхронного двигателя.
2. Укажите на механической характеристике режим холостого хода, номинальный режим и пусковой.

5 семестр

I рубежная аттестация

1. Как устроена синхронная машина (СМ)? В чем отличие конструкции ротора явно- и неявнополюсной СМ ? Сколько полюсов имеет неявнополюсный ротор?
2. Изложите принцип работы СМ в режиме генератора, двигателя, компенсатора.
3. Для какой цели применяются синхронные компенсаторы?
4. Напишите выражение для действующего значения ЭДС синхронного генератора (СГ) при холостом ходе.
5. Что такое реакция якоря? В чем заключается сущность теории двух реакций?
6. Как зависит реакция якоря от характера нагрузки? Какая реакция якоря будет при активной, индуктивной, емкостной нагрузке?
7. Какие ЭДС наводят магнитные потоки реакции якоря и какими индуктивными сопротивлениями эти ЭДС характеризуются?
8. Начертите характеристику холостого хода (х.х.х.) СГ.
9. Начертите характеристику короткого замыкания СГ. Почему она имеет вид прямой в отличие от х.х.х.?
10. Что представляет собой параметр о.к.з.? Как он влияет на работу СМ?
11. Как влияет характер нагрузки на вид внешней и регулировочной характеристик?
12. Перечислите условия и порядок включения СГ на параллельную работу с сетью.
13. Как нагрузить СГ после включения на параллельную работу с сетью?
14. Перечислите способы пуска синхронного двигателя (СД).
15. Поясните назначение пусковой обмотки СД.
16. Как зависит момент СД от напряжения сети?
17. Начертите угловую характеристики СД.
18. Что представляют собой V-образные характеристики?
19. Как влияет изменение тока возбуждения на коэффициент мощности?
20. Какая СМ называется реактивной?

(Образец задания к аттестации)

V семестр

1-я рубежная аттестация по дисциплине

«Электрические машины»

Ф.И.О.

Вопросы:

1. Как устроена синхронная машина (СМ)? В чем отличие конструкции ротора явно- и неявнополюсной СМ ? Сколько полюсов имеет неявнополюсный ротор?
2. Что представляют собой V-образные характеристики?

II рубежная аттестация

1. Поясните устройство машины постоянного тока.

2. Изобразите электрические схемы машин постоянного тока с независимым, параллельным и последовательным возбуждением.
3. Объясните принцип работы генератора постоянного тока.
4. Объясните принцип работы двигателя постоянного тока.
5. Поясните устройство и назначение коллектора.
6. Напишите формулу ЭДС обмотки якоря.
7. Напишите формулу момента машины постоянного тока.
8. Каким мнемоническим правилом определяется направление ЭДС в проводниках обмотки якоря?
9. Каким мнемоническим правилом определяется направление электромагнитных сил, действующих на проводники обмотки якоря?
10. Объясните сущность реакции якоря.
11. Изобразите внешние характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения на одном графике.
12. Напишите уравнения напряжений для генераторного и двигательного режимов.
13. Напишите уравнение токов для машины с параллельным возбуждением, работающей в генераторном и в двигательном режимах.
14. Напишите формулу скоростной характеристики.
15. Изобразите график механической характеристики двигателя с параллельным возбуждением.
16. Изобразите график механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением.
17. Изобразите на одном графике естественную и две искусственных механических характеристик двигателя с параллельным возбуждением: при введении реостата в цепь якоря и при введении реостата в цепь возбуждения.
18. Как изменить направление вращения двигателя (реверс)?
19. Каким способом уменьшают пусковой ток двигателя?
20. Поясните устройство и принцип работы бесколлекторного двигателя.

(Образец задания к аттестации)

V семестр

2-я рубежная аттестация по дисциплине

«Электрические машины»

Ф.И.О.

Вопросы:

1. Поясните устройство машины постоянного тока
2. Как изменить направление вращения двигателя (реверс)?

Вопросы к зачету

4 семестр

1. Поясните принцип работы трансформатора.
2. Изобразите электрическую схему однофазного трансформатора.
3. Изобразите электрические схемы трехфазного трансформатора при соединении обмоток $Y/Y - 0$, $Y/Y_n - 0$, $Y/\Delta - 11$.
4. Какая обмотка трансформатора называется первичной и какая – вторичной обмоткой?
5. Почему магнитопровод трансформатора выполняется шихтованным?
6. Как определяется коэффициент трансформации?
7. Напишите формулу ЭДС обмотки трансформатора.
8. Напишите уравнения напряжений для первичной и вторичной обмоток.
9. Напишите уравнения токов.
10. Для какой цели и каким образом производится приведение параметров вторичной обмотки к первичной?
11. Изобразите схему замещения трансформатора.
12. Какие параметры схемы замещения трансформатора определяются из опыта холостого хода и из опыта короткого замыкания?
13. Какие потери трансформатора определяются из опыта холостого хода и из опыта короткого замыкания?
14. Напишите формулу КПД трансформатора.
15. Как формулируются условия максимума КПД?
16. Почему при чисто активной нагрузке коэффициент мощности в первичной цепи меньше единицы?
17. Назовите примерное значение тока холостого хода.
18. Как определяется напряжение короткого замыкания? Назовите его примерное значение.
19. Как вычисляется изменение выходного напряжения трансформатора при нагрузке?
20. Изобразите внешние характеристики трансформатора для различных видов нагрузки (активная, активно-индуктивная, активно-емкостная).
21. Объясните устройство и принцип работы асинхронного двигателя.
22. В чем отличие конструкции короткозамкнутого ротора от фазного?
23. Объясните, в чем заключается аналогия электромагнитных процессов между асинхронной машиной и трансформатором?
24. Какими факторами определяется частота вращения асинхронного двигателя?
25. Какую максимально возможную скорость АД можно получить при частоте сети 50 Гц?
26. В каких пределах может изменяться скольжение асинхронного двигателя?
27. Чему равна частота ЭДС ротора, если частота в сети равна 50 Гц, а скольжение составляет 2 %?
28. Как осуществить изменение направления вращения АД?
29. При каких условиях асинхронная машина работает в режиме:
30. а) генератора; б) электромагнитного тормоза?
31. Запишите формулу вращающего момента АД.
32. Как зависит величина электромагнитного момента от напряжения сети?
33. Изобразите механическую характеристику $M = f(s)$.

34. Укажите на механической характеристике область устойчивой работы.
35. Укажите на механической характеристике режим холостого хода, номинальный режим и пусковой.
36. Как влияет величина активного сопротивления цепи ротора на пусковые свойства двигателя?
37. Как влияет активное сопротивление цепи ротора на величину максимального (критического) момента?
38. Начертите искусственную механическую характеристику двигателя с фазным ротором при регулировании частоты вращения путем включения реостата в цепь ротора.
39. Какие существуют способы уменьшения пускового тока двигателя с короткозамкнутым ротором и двигателя с фазным ротором?
40. Перечислите возможные способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
41. Как осуществляется изменение числа пар полюсов обмотки статора?

(Образец билета к зачету)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

БИЛЕТ № 1

Дисциплина Электрические машины
Институт энергетики

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Принцип работы трансформатора.
2. Устройство и принцип работы асинхронного двигателя.

Преподаватель _____ М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № ____ от _____ Р.А.-М. Магомадов

Вопросы к экзамену

5 семестр

1. Как устроена синхронная машина (СМ)? В чем отличие конструкции ротора явно- и неявнополюсной СМ? Сколько полюсов имеет неявнополюсный ротор?
2. Изложите принцип работы СМ в режиме генератора, двигателя, компенсатора.
3. Для какой цели применяются синхронные компенсаторы?
4. Напишите выражение для действующего значения ЭДС синхронного генератора (СГ) при холостом ходе.
5. Что такое реакция якоря? В чем заключается сущность теории двух
6. реакций?
7. Как зависит реакция якоря от характера нагрузки? Какая реакция якоря будет при активной, индуктивной, емкостной нагрузке?
8. Какие ЭДС наводят магнитные потоки реакции якоря и какими индуктивными сопротивлениями эти ЭДС характеризуются?
9. Начертите характеристику холостого хода (х.х.х.) СГ.
10. Начертите характеристику короткого замыкания СГ. Почему она имеет вид прямой в отличие от х.х.х.?
11. Что представляет собой параметр о.к.з.? Как он влияет на работу СМ?
12. Как влияет характер нагрузки на вид внешней и регулировочной характеристик?
13. Перечислите условия и порядок включения СГ на параллельную работу с сетью.
14. Как нагрузить СГ после включения на параллельную работу с сетью?
15. Перечислите способы пуска синхронного двигателя (СД).
16. Поясните назначение пусковой обмотки СД.
17. Как зависит момент СД от напряжения сети?
18. Начертите угловую характеристики СД.
19. Что представляют собой V-образные характеристики?
20. Как влияет изменение тока возбуждения на коэффициент мощности?
21. Какая СМ называется реактивной?
22. Поясните устройство машины постоянного тока.
23. Изобразите электрические схемы машин постоянного тока с независимым, параллельным и последовательным возбуждением.
24. Объясните принцип работы генератора постоянного тока.
25. Объясните принцип работы двигателя постоянного тока.
26. Поясните устройство и назначение коллектора.
27. Напишите формулу ЭДС обмотки якоря.
28. Напишите формулу момента машины постоянного тока.
29. Каким мнемоническим правилом определяется направление ЭДС в проводниках обмотки якоря?
30. Каким мнемоническим правилом определяется направление электромагнитных сил, действующих на проводники обмотки якоря?
31. Объясните сущность реакции якоря.
32. Изобразите внешние характеристики генераторов независимого и параллельного возбуждения на одном графике.
33. Напишите уравнения напряжений для генераторного и двигательного режимов.

34. Напишите уравнение токов для машины с параллельным возбуждением, работающей в генераторном и в двигательном режимах.
35. Напишите формулу скоростной характеристики.
36. Изобразите график механической характеристики двигателя с параллельным возбуждением.
37. Изобразите график механической характеристики двигателя с последовательным возбуждением.
38. Изобразите на одном графике естественную и две искусственных механических характеристик двигателя с параллельным возбуждением: при введении реостата в цепь якоря и при введении реостата в цепь возбуждения.
39. Как изменить направление вращения двигателя (реверс)?
40. Каким способом уменьшают пусковой ток двигателя?
41. Поясните устройство и принцип работы бесколлекторного двигателя.

(Образец билета к экзамену)

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика М.Д. Миллионщикова**

БИЛЕТ № 1

**Дисциплина Электрические машины
Институт энергетики**

Кафедра «Электротехника и электропривод»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

1. Принцип работы СМ в режиме генератора, двигателя, компенсатора.
2. Назначение пусковой обмотки СД.
3. Устройство и принцип работы бесколлекторного двигателя.

Преподаватель _____

М.В. Дебиев

УТВЕРЖДЕНО

Зав. кафедрой

на заседании кафедры

протокол № ____ от _____

Р.А-М. Магомадов

7.3. Текущий контроль

Образец типового задания для лабораторных занятий

По курсу «Электрические машины»

Исследование трехфазной асинхронной машины с фазным ротором

Цель работы:

Изучить конструкции трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором. Снять механическую и рабочие характеристики двигателя.

Снять и построить рабочие характеристики машины с фазным ротором в двигательном и генераторном режимах: I_1 ; P_1 ; Q_1 ; M_2 ; n ; s ; $\cos\varphi$; $\eta = f(P_2)$.

7.4. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.

Таблица 7

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
ПК-2 - способен осуществлять ведение режимов работы технологического оборудования и систем технологического оборудования объектов ПД					
Знать: - внедрения в эксплуатацию трансформаторов и электрических машин; их конструкция и характеристика, правила технической эксплуатации.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Комплект заданий для выполнения лабораторных работ, темы докладов с презентациями, вопросы по темам / разделам дисциплины
Уметь: - проводить наладку, технического обслуживания и ремонт как нормальных, так и специальных электрических машин, предназначенных для водного транспорта.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

Владеть: - навыками расчета экономической эффективности внедряемых проектных решений; методику проведения научных исследований и экспериментов по профилю.	Частичное владение навыками	Несистематическое применение навыков	В систематическом применении навыков допускаются пробелы	Успешное и систематическое применение навыков	
ОПК-3 - способен использовать методы анализа и моделирования электрической цепей и электрических машин;					
Знать: -методы расчета и проектирования;	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	Комплект заданий для выполнения лабораторных работ, темы докладов с презентациями, вопросы по
Уметь: - использовать систему проектно-конструкторской документации, правила построения технических систем и чертежей; электротехнических систем и их компонентов;	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<p>Владеть: - навыками выполнения и чтения электрических схем, чертежей;</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	<p>Частичное владение навыками</p>
---	------------------------------------	---	---	--	------------------------------------

8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете).

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**
 - **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;
 - **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;
- 2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**
 - **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги сурдопереводчика;
 - **для слепоглухих** допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);
- 3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;
- 4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Дробов, А. В. Электрические машины [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. В. Дробов, В. Н. Галушко. — Электрон. текстовые данные. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2015. - 292 с. - 978-985-503-540-5. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67795.html>
2. Дробов, А. В. Электрические машины. Практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А. В. Дробов, В. Н. Галушко. - Электрон. текстовые данные. - Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2017. - 112 с. - 978-985-503-650-1. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67794.html>
3. Парамонова, В. И. Электрические машины [Электронный ресурс]: сборник задач/ В. И. Парамонова. - Электрон. текстовые данные. - М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2015. - 72 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46905.html>
4. Любицкий, М. В. Электрические машины [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ М. В. Любицкий, А. И. Колдаев, Д. В. Болдырев. - Электрон. текстовые данные. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2014. - 134 с. - 2227-8397. - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63160.html>

Методические указания по освоению дисциплины «Электротехническое конструкционное материаловедение» (Приложение)

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

10.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Технические средства обучения – сосредоточены в компьютерной лаборатории кафедры ЭЭП. Технические средства обучения используются при выполнении студентами практических работ.

Персональные компьютеры и компьютерные классы.

Использование ЭВМ предусматривается:

1. Для обучения и контроля занятий студентов по всем разделам курса.

При наличии обучающих и контролирующих программ ЭВМ может использоваться при самостоятельной проработке студентами различных разделов курса, при защите студентами лабораторных, и практических работ.

2. Для обработки и анализа опытных данных, полученных в процессе выполнения лабораторных работ.

3. Для выполнения практических работ в имитационном исполнении.

4. Для выполнения расчетов в процессе проведения практических занятий.

5. Для выполнения расчетно-графических и курсовых работ

В лаборатории содержатся электронные версии методических указаний к лабораторным работам, практическим занятиям, вопросы к экзамену.

10.2. Помещения для самостоятельной работы

Учебная аудитория для самостоятельной работы – 1-29.

Методические указания по освоению дисциплины

«Электрические машины»

1. Методические указания для обучающихся по планированию и

организации времени, необходимого для освоения дисциплины.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Электрические машины» состоит из 17 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Электрические машины»

осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, лабораторные работы).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, лабораторным занятиям, тестам, докладам с видео, и иным формам письменных работ).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому лабораторному занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении дисциплины следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к лабораторному занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. Работы).

2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки

проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями

«важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом лабораторного занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к лабораторным занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения дисциплины;

4. Ответить на вопросы плана лабораторного занятия;

5. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

3. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине Электрические машины- это углубление и расширение знаний в области электротехники; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять и задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, лабораторных занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Виды СРС и критерии оценок

(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Доклад
2. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

Составитель:

Доцент кафедры

«Электротехника и электропривод»

/ М.В. Дебиев /

СОГЛАСОВАНО:

Зав. кафедрой
«Электротехника и электропривод»

/ Р.А-М. Магомадов /

Директор ДУМР

/ М.А. Магомаева /