

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Степанов Павел Иванович

Должность: Руководитель НТИ НИЯУ МИФИ

Дата подписания: 25.02.2026 09:04:03

Уникальный программный ключ:

8c65c591e26b2d8e460927740c752622aa7b295

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Новоуральский технологический институт –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА

Ученым советом НТИ НИЯУ МИФИ

Протокол №1 от 03.02.2025 г.

Рабочая программа
учебной дисциплины
«**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**»

Направление подготовки (специальность)	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Профиль подготовки (специализация)	Электропривод и автоматика
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очно - заочная

г. Новоуральск, 2025

Семестр	Очно - заочная форма обучения	
	6	7
Трудоемкость, ЗЕТ	5 ЗЕТ	6 ЗЕТ
Трудоемкость, ч.	180 ч.	216 ч.
Аудиторные занятия, в т.ч.:	52 ч.	52 ч.
- лекции	18 ч.	18 ч.
- практические занятия	18 ч.	18 ч.
- лабораторные занятия	16 ч.	16 ч.
Самостоятельная работа	128 ч.	128 ч.
Занятия в интерактивной форме	18 ч.	18 ч.
Форма итогового контроля	Зачет с оценкой	экзамен

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – Б1.О.1.03.14

Рабочую программу составил ст. преподаватель кафедры «Промышленной электроники»
Литвинчук Ирина Евгеньевна

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения учебной дисциплины.....	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения	5
4. Воспитательный потенциал дисциплины.....	6
5. Структура и содержание учебной дисциплины	7
6. Информационно-образовательные технологии	14
7. Средства для контроля и оценки	14
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	15
9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	16
Приложение 1. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов.....	18
Приложение 2. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	19
Приложение 3. Балльно-рейтинговая система оценки.....	22
Приложение 4 Фонд оценочных средств.....	23

1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основной целью данной дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Для достижения поставленной цели необходимо научить студентов:

- классифицировать электрические машины и описывать сущность происходящего в них электромеханического преобразования энергии;
- самостоятельно проводить расчеты по определению параметров и характеристик электрических машин;
- проводить элементарные испытания и исследования режимов работы электрических машин.

2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с кредитно-модульной системой подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» данная учебная дисциплина входит в базовую часть основного раздела общепрофессионального модуля.

Изучение дисциплины «Электрические машины» базируется на сумме знаний и практических навыков, полученных студентами в ходе изучения таких дисциплин, как

- «Высшая математика» (разделы: дифференциальное и интегральное исчисления; векторный анализ и элементы теории поля; гармонический анализ; дифференциальные исчисления; численные методы; функции комплексного переменного);
- «Физика» (разделы: электричество и магнетизм),
- «Теоретические основы электротехники» (разделы: законы электромагнитного поля и теории электрических и магнитных цепей; теория линейных электрических цепей; методы анализа линейных цепей с двухполюсными и многополюсными элементами; трёхфазные цепи; переходные процессы в линейных цепях и методы их расчёта; переменное электромагнитное поле; поверхностный эффект и эффект близости),
- «Электротехническое и конструкционное материаловедение» (разделы: конструкционные материалы; металлы и сплавы; проводниковые, диэлектрические и магнитные электротехнические материалы);
- «Электрические измерения» и «Метрология, стандартизация и сертификация» (разделы: средства измерений, методы обработки экспериментальных данных).

Для успешного освоения дисциплины слушателю необходимо:

знать: методы решения дифференциальных уравнений, операционное исчисление; законы электромеханики, терминологию, основные определения; наименования и свойства электротехнических материалов;

уметь: анализировать и описать физические процессы, протекающие в электромеханических устройствах;

иметь опыт: использования современной информационно-вычислительной техники при выполнении и оформлении отчетов и индивидуальных домашних заданий.

Дисциплина «Электрические машины» изучается на третьем (6 семестр) и четвёртом (7 семестр) курсах. Указанная дисциплина является одной из важнейших и имеет как самостоятельное значение, так и является базой для подготовки бакалавров данного направления. Данная дисциплина позволяет сформировать стартовые знания для углубленного изучения специальных дисциплин.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и (или) профессиональные (ПК) компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	<p>З-ОПК-4 Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока</p> <p>У-ОПК-4 Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик</p> <p>В-ОПК-4 Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования</p>
ПК-4 Способен соблюдать и оценивать параметры пусковых режимов оборудования с обеспечением своевременного и безопасного включения его в работу	<p>З-ПК-4 Знать: главные схемы и схемы собственных нужд электростанции, способов обеспечения нормальных режимов работы оборудования и предотвращения и/или ликвидации ненормальных и аварийных режимов</p> <p>У-ПК-4 Уметь: выполнять требования нормативно-технической документации, организовывать и контролировать процесс выполнения работ подчиненным оперативным персоналом смены цеха при вводе в работу турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов</p> <p>В-ПК-4 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа</p>

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные методы экспериментального исследования параметров и характеристик электрических машин различного функционального назначения;
- конструкции, принцип действия, эксплуатационные требования к различным видам электрических машин, их достоинства и недостатки;
- основные параметры и характеристики электрических машин различного функционального назначения
- режимы работы электрических машин различного функционального назначения

Уметь:

- обрабатывать результаты экспериментов, интерпретировать экспериментальные данные и сопоставлять их с теоретическими положениями;
- разрабатывать простые конструкции электроэнергетических и электротехнических объектов в соответствии с техническим заданием
- применять профессиональные знания для обеспечения эффективных режимов работы электрических машин различного функционального назначения

Владеть:

- навыками проведения типовых экспериментальных исследований электрических машин различного функционального назначения по заданной методике

- методами обработки, анализа и представления результатов экспериментальных исследований
- практическими навыками определения параметров и характеристик электрических машин различного функционального назначения
- практическими навыками определения и обеспечения эффективных режимов работы электрических машин различного функционального назначения.

4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели и задачи воспитания, воспитательный потенциал дисциплин:

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	Формирование психологической готовности к профессиональной деятельности по избранной профессии (В15)	Использование воспитательного потенциала дисциплин общепрофессионального модуля для: - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, потребности в достижении результата, понимания функциональных обязанностей и задач избранной профессиональной деятельности, чувства профессиональной ответственности через выполнение учебных, в том числе практических заданий, требующих строгого соблюдения правил техники безопасности и инструкций по работе с оборудованием в рамках лабораторного практикума
	Формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	формирование навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение

5. Структура и содержание учебной дисциплины

Объем дисциплины составляет: 11 ЗЕТ

Структура учебной дисциплины.

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)					Текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Индикаторы освоения компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Семестр – 6										
1	Введение	2	-	2	-		K1 - K3		5,25	3-ОПК-4 У-ОПК-4
2	Раздел 1. Машины постоянного тока	8	10	12	-		K4 – K7	АКР 1	27	В-ОПК-4 3-ПК-4
3	Раздел 2. Трансформаторы	8	8	2	-		K8 – K10	АКР 2	17,7 5	У-ПК-4 В-ПК-4
	Итого:	18	18	16	-	128			50	
	Зачёт с оценкой							ИР	50	3-ОПК-4 В-ОПК-4 3-ПК-4 В-ПК-4
	Всего				-				100	
Семестр – 7										
4	Раздел 3. Асинхронные машины	10	10	8	-		K11 - K16	АКР 3	24,5	3-ОПК-4 У-ОПК-4
5	Раздел 4. Синхронные машины	6	8	8	-		K12 - K15; P4	АКР 4	20,5	В-ОПК-4 3-ПК-4 У-ПК-4 В-ПК-4
6	Раздел 5. Микромашины	2		-	-				5	
	Итого:	18	18	16	-	128			50	
	Экзамен							ИР	50	3-ОПК-4 В-ОПК-4 3-ПК-4 В-ПК-4
	Всего								100	

* – сокращенное наименование формы контроля

** – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

Обозначение	Полное наименование
Р	Реферат
КИ	Контроль по итогам
АКР	Аудиторная контрольная работа
З	Зачет
ИР	Итоговая работа
К	Конспектирование материала

Содержание учебной дисциплины.

Лекции

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудо-ем-кость, час.
1	2	3	4
6 семестр			18
1	Введение	Лекция 1. Вводная лекция. Цель и содержание курса. Взаимосвязь дисциплины «Электрические машины» с другими дисциплинами. Назначение электрических машин и трансформаторов. Электрические машины – электромеханические преобразователи энергии. Классификация электрических машин.	2
2		Лекция 2. Введение в электромеханику. Основные законы электротехники, применяемые при изучении электрических машин. Электромагнитные силы и моменты в электрических машинах. Стандартные номинальные режимы работы. Номинальные технические данные электрических машин. Режимы работы электрических машин.	2
3	Раздел 1 Машины постоянного тока.	Лекция 3. Общие сведения и основные положения о машинах постоянного тока. Принцип действия коллекторных машин постоянного тока. ЭДС и электромагнитный момент машины постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока. Реакция якоря машин постоянного тока.	2
4		Лекция 4. Генераторы постоянного тока. Классификация. Основные характеристики при разных способах возбуждения. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока. Характеристика холостого хода генератора.	2
5		Лекция 5. Двигатели постоянного тока. Общие вопросы. Характеристики.	2

1	2	3	4
6	Раздел 2 Трансформаторы	Лекция 6. Общие сведения и основные положения о трансформаторах. Назначение, области применения, принцип действия трансформаторов. Устройство трансформаторов. Уравнения напряжений, магнитодвижущих сил и токов трансформатора.	
7		Лекция 7. Приведение параметров вторичной обмотки и схема замещения приведенного трансформатора. Векторные диаграммы трансформатора при различных видах нагрузки.	2
8		Лекция 8. Опыты холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания. Упрощённая схема замещения трансформатора, векторная диаграмма.	2
9		Лекция 9. Внешняя характеристика трансформатора. Потери и КПД трансформатора. Условия параллельной работы трансформаторов и распределение нагрузки. Регулирование напряжения трансформаторов.	2
	7 семестр		18
1	Раздел 3. Асинхронные машины	Лекция 10. Общие сведения и основные положения об асинхронных машинах. Устройство и принцип действия асинхронной машины. Частота вращения ротора асинхронного двигателя. Скольжение. Режимы работы.	2
2		Лекция 11. Параметры асинхронной машины и их приведение. Основные уравнения, векторная диаграмма и схема замещения асинхронного двигателя.	2
3		Лекция 12. Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.	2
4		Лекция 13. Способы пуска, регулирование частоты вращения, реверсирование асинхронных двигателей.	2
5		Лекция 13. КПД и потери мощности в асинхронной машине.	2
6	Раздел 4. Синхронные машины	Лекция 15. Общие сведения и основные положения о синхронных машинах. Устройство, принцип действия и способы возбуждения синхронной машины. Уравнение напряжений, характеристики синхронного генератора.	2

1	2	3	4
7	Раздел 4. Синхронные машины	Лекция 16. Параметры синхронной машины в установившемся режиме. Уравнения и векторные диаграммы генераторов. Электромагнитный момент и угловая характеристика.	2
8		Лекция 17. Синхронные двигатели: способы пуска, характеристики, области применения.	2
9	Раздел 5. Микромашины	Лекция 18. Асинхронные микродвигатели. Синхронные микромашины. Вентильно – индукторные двигатели Микромашины постоянного тока.	2

Практические занятия

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	2	3	4
6 семестр			18
1	Раздел 1. Машины постоянного тока	Практическая работа 1. Устройство коллекторных машин постоянного тока.	2
2		Практическая работа 2. Обмотки якоря машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчётные соотношения.	2
3		Практическая работа 3. Генераторы постоянного тока	2
4		Практическая работа 4. Двигатели постоянного тока	2
5		Практическая работа 5. Контрольная работа 1. Машины постоянного тока.	2
6	Раздел 2. Трансформаторы	Практическая работа 6. Расчёт параметров однофазного трансформатора.	2
7		Практическая работа 7. Расчёт параметров схемы замещения трёхфазного трансформатора.	2
8		Практическая работа 8. Параллельная работа трансформаторов.	2
9		Практическая работа 9. Контрольная работа 2. Трансформаторы.	2
7 семестр			18
10	Раздел 3. Асинхронные машины	Практическая работа 10. Построение механической характеристики асинхронного двигателя	2
11		Практическая работа 11. Расчёт параметров асинхронного двигателя.	2
12		Практическая работа 12. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.	2

1	2	3	4
13		Практическая работа 13. Потери мощности и КПД асинхронного двигателя.	2
14		Практическая работа 14. Контрольная работа 3. Асинхронные машины.	2
15	Раздел 4. Синхронные машины	Практическая работа 15. Синхронные генераторы.	2
16		Практическая работа 16. Синхронный двигатель и компенсатор	2
17		Практическая работа 17. Контрольная работа 4. Синхронные машины.	2
18		Практическая работа 18. Коллоквиум + презентация Машины специального назначения	2

Лабораторные занятия

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
6 семестр			16
1.	Введение в электромеханику	Вводное занятие Ознакомление с лабораторией «Электрических машин». Инструктаж по технике безопасности. Требования к оформлению лабораторной работы.	2
2.	Раздел 1	Лабораторная работа 1. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения	4
3.	Раздел 1	Лабораторная работа 2. Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением.	4
4.	Раздел 1	Лабораторная работа 3. Исследование двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением.	4
5.	Раздел 2	Лабораторная работа 4. Исследование однофазного трансформатора	2
7 семестр			16
6.	Раздел 3	Лабораторная работа 6. Изучение асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	4
7.	Раздел 3	Лабораторная работа 6. Изучение асинхронного двигателя с фазным ротором	4
8.	Раздел 4	Лабораторная работа 7. Изучение синхронного генератора	4
9.	Раздел 4	Лабораторная работа 8. Исследование синхронной машины в генераторном и двигательном режимах с использованием пакета Matlab.	4

Самостоятельная работа обучающихся

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и ее содержание ¹	Трудо-емкость, час.	
1	2	3	4	
6 семестр			128	
	Введение в электромеханику.	Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	12	
1.		К1. Нагрев и охлаждение электрических машин.	4	
2.		К2. Электротехнические и конструкционные материалы, применяемые в электрических машинах.	4	
3.		К3. Требования, предъявляемые к безопасности и защищенности электрических машин.	4	
	Раздел 1. Машины постоянного тока	Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	24	
4.		К4. Обмотки якоря машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчётные соотношения.	6	
5.		К5. Коммутация в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, щеточно-коллекторный аппарат. Причины искрения под щетками, оценка степени искрения под щетками. Способы улучшения коммутации.	6	
6.		К6. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Реверсирование.	6	
7.		К7. Параллельная работа машин постоянного тока. Система генератор- двигатель.	6	
8.		Подготовка к контрольной работе 1.	6	
9.		Подготовка, оформление и защита лабораторных работ	10	
10.		Подготовка к практическим занятиям	16	
		Раздел 2. Трансформаторы	Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	22
11.			К8. Трансформирование трехфазного тока и схемы и соединения обмоток трехфазного трансформатора. Группы соединения трёхфазных трансформаторов. Определение группы соединения трансформаторов с использованием векторных диаграмм.	10
12.	К9. Несимметричная нагрузка трансформаторов		6	
13.	К10. Переходный процесс включения в сеть ненагруженного трансформатора.		6	
14.	Подготовка к контрольной работе 2.		6	
15.	Подготовка, оформление и защита лабораторных работ		6	
16.	Подготовка к практическим занятиям		12	
17.	Подготовка к зачёту	14		

¹ В соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ»

1	2	3	4
		7 семестр	128
		Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	36
19	Раздел 3. Асинхронные машины	К11. Обмотки машин переменного тока. Основные коэффициенты, характеризующие обмотки переменного тока: относительный шаг обмотки, коэффициент укорочения, число пазов на полюс и фазу, коэффициент распределения, обмоточный коэффициент. ЭДС фазной обмотки.	6
20		К12. Работа асинхронного двигателя при заторможенном роторе: принцип действия, схема замещения, векторная диаграмма, применение.	6
21		К13. Аномальные режимы работы асинхронных машин.	6
22		К14. Однофазные асинхронные двигатели.	6
23		К15. Гистерезисные асинхронные двигатели.	6
24		К16. Шаговые двигатели.	6
25		Подготовка к контрольной работе 3.	8
26		Подготовка, оформление и защита лабораторных работ	9
27		Подготовка к практическим занятиям	20
			Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения
28	Раздел 4. Синхронные машины	К17. Конструкции явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.	6
29		К18. Реакция якоря синхронной машины и её зависимость от характера нагрузки.	6
30		К19. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью большой мощности. Статическая устойчивость синхронной машины.	6
31		К20. Параллельная работа синхронных генераторов с сетью: способы включения на параллельную работу с сетью, регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе. У-образные характеристики синхронных генераторов.	6
32		Подготовка к контрольной работе 4.	6
33		Подготовка, оформление и защита лабораторных работ	8
34		Подготовка к практическим занятиям	8
35		Раздел 5. Микромашин	Коллоквиум + презентация Машины специального назначения

Методические указания для студентов по освоению дисциплины приведены в Приложении 2.

Информационно-образовательные технологии

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Методы и формы организации обучения по дисциплине «Электрические машины»

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Работа в команде		х	х	
Опережающая самостоятельная работа		х	х	х
Междисциплинарное обучение	х	х	х	
Проблемное обучение	х	х	х	
Обучение на основе опыта	х	х	х	
Исследовательский метод			х	х

Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электромеханических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

7 СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ

В данном разделе приводятся средства для контроля уровня текущей успеваемости и достижения ПР УД.

Для оценки достижений студента используется балльно - рейтинговая система (Приложение 3).

Для целей промежуточной аттестации используется фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (Приложение 4).

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Копылов И.П. Электрические машины. Учебник. 2-е издание. Серия: бакалавр, Академический курс. Издательство: Юрайт. Гриф МО, код книги 383197. ISBN 978-5-9916-1501-3 Год: 2015 675с.

2. Мещеряков В.Н. Синхронные машины [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Мещеряков В.Н., Шишлин Д.И.— Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 105 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22934>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-88247-606-8 Тип издания: учебное пособие Гриф: гриф УМО

Дополнительная литература

1 Электрические машины. Часть 1 [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам по электротехнике/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2010.— 77 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16078>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

2 Ванурин В.Н. Статорные обмотки асинхронных электрических машин. Издательство: Лань ISBN:978-5-8114-1769-8 Год:2014 Издание:1-е изд. – 176 стр.

Учебно - методическое обеспечение

1 Литвинчук И.Е. ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Машины постоянного тока» для бакалавров направлений подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» ФГОС-3+ ВО, 11.03.04 (210100) «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3+ ВО и специалистов по специальности подготовки 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» ГОС-2 ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –36 с.

2 Литвинчук И.Е. ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА. . Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Машины постоянного тока» для бакалавров направлений подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» ФГОС-3+ ВО, 11.03.04 (210100) «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3+ ВО и специалистов по специальности подготовки 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» ГОС-2 ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –80 с.

3 Литвинчук И.Е. Трансформаторы. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по курсу «Электрические машины» для студентов направления подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2013. –36 с.

4 Литвинчук И.Е. АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по курсу «Электрические машины» для студентов электротехнических специальностей всех форм обучения.- Новоуральск: НТИ НИЯУ «МИФИ», 2015.- 76 с.

5 Литвинчук И.Е. СИНХРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Синхронные машины» для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

ФГОС-3+ ВО и 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника” ФГОС-3+ ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –44 с.

6 Литвинчук И.Е. СИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И КОМПЕНСАТОРЫ. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу ”Электрические машины” раздел «Синхронные машины» для студентов направлений подготовки 13.03.02 “Электроэнергетика и электротехника” ФГОС-3+ ВО и 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника” ФГОС-3+ ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –16 с.

7 Овсянников Б.Г., Литвинчук И.Е. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу ”Электрические машины” для студентов специальности 140604 “Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов” и бакалавров направлений подготовки 11.03.04 (210100) “Электроника и микroeлектроника” профиль подготовки “Промышленная электроника”, 13.04.03 “Электроэнергетика и электротехника” профиль подготовки “Электропривод и автоматика”, всех форм обучения . – Новоуральск: НТИ НИЯУ «МИФИ», 2013. – 28 с.

8 Литвинчук И.Е. Исследование трёхфазного трансформатора. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу ”Электрические машины” для бакалавров направления подготовки 13.03.02 (140400) “Электроэнергетика и электротехника” профиль подготовки “Электропривод и автоматика” и 11.03.04 (210100) “Электроника и нанoeлектроника” профиль подготовки “Промышленная электроника” всех форм обучения – Новоуральск: НТИ, 2013. – 20 с.

9 Литвинчук И.Е. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Электрические машины» раздел «Машины постоянного тока» для бакалавров направлений подготовки 13.03.020 “Электроэнергетика и электротехника” и 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ, 2015. – 12 с.

10 Литвинчук И.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА. методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Электрические машины» для студентов направлений подготовки 13.03.02 “Электроэнергетика и электротехника” ФГОС-3+ ВО и 11.03.04 “Электроника и нанoeлектроника” ФГОС-3+ ВО всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ «МИФИ» , 2015. – 16 с

7.4 Информационное обеспечение (включая перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

1 <http://nsti.ru>

2 научная библиотека e-librari

3 ЭБС «Лань»

4 ЭБС «IPRbooks»

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:
 - комплект электронных презентаций/слайдов по теме «Трансформаторы»,
 - аудитория 606, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).
2. Практические занятия:
 - компьютерный класс (ауд. 503),
 - пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ...),

Windows XP Professional	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Windows 7 Professional	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Windows 8.1	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Mathcad 14.0		лицензия приобретена по договору № 334С/5П-2008 от 21.10.2008 г.
Opera	Свободно распространяемое ПО, лицензия не требуется	

3. Лабораторные работы

Лаборатория «Электрических машин и автоматизированного электропривода», оснащенная

1. л/с "Электромашинный агрегат ГПТ – ДПТ" – 4 шт.;
2. л/с "Электромашинный агрегат ГПТ – АД с фазным ротором" – 2 шт.;
3. л/с "Электромашинный агрегат ГПТ – АД с короткозамкнутым ротором" – 2 шт.;
4. л/с "Электромашинный агрегат СД – СГ" – 2 шт.;
5. л/с "Электромашинный усилитель" – 1 шт.;
6. л/с "Однофазный трансформатор" – 2 шт.;
7. л/с "Трехфазный трансформатор" – 2 шт.;
8. осциллограф С1-139А – 3 шт.;
9. прибор комбинированный Ц4352-М1 – 3 шт.;
10. ваттметр Д566 – 3 шт.;

Приложение 1. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы студентов.

- 1 Литвинчук И.Е. ГЕНЕРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Машины постоянного тока» для бакалавров направлений подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» ФГОС-3+ ВО, 11.03.04 (210100) «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3+ ВО и специалистов по специальности подготовки 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» ГОС-2 ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –36 с.
- 2 Литвинчук И.Е. ДВИГАТЕЛИ ПОСТОЯННОГО ТОКА. . Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Машины постоянного тока» для бакалавров направлений подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» ФГОС-3+ ВО, 11.03.04 (210100) «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3+ ВО и специалистов по специальности подготовки 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» ГОС-2 ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –80 с.
- 3 Литвинчук И.Е. Трансформаторы. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по курсу «Электрические машины» для студентов направления подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2013. –36 с.
- 4 Литвинчук И.Е. АСИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ. Сборник заданий и методические указания по их выполнению по курсу «Электрические машины» для студентов электротехнических специальностей всех форм обучения.- Новоуральск: НТИ НИЯУ «МИФИ», 2015.- 76 с.
- 5 Литвинчук И.Е. СИНХРОННЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Синхронные машины» для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» ФГОС-3+ ВО и 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГОС-3+ ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –44 с.
- 6 Литвинчук И.Е. СИНХРОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ И КОМПЕНСАТОРЫ. Сборник заданий и методические указания к их решению по курсу «Электрические машины» раздел «Синхронные машины» для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» ФГОС-3+ ВО и 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» ФГОС-3+ ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –16 с.
- 7 Литвинчук И.Е. Сборник вопросов для самопроверки знаний по дисциплине «Электрические машины» для студентов направления подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3+ ВО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2014 г. –20 с.
- 8 Литвинчук И.Е. АСИНХРОННЫЕ МАШИНЫ. Сборник индивидуальных домашних заданий по курсу «Электрические машины» по теме «Асинхронные машины» для студентов направления подготовки 13.03.02 (140400) «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электротехника» ФГОС-3 ВПО, специальности 140604.65 «Электропривод и автоматика промышленных установок и технологических комплексов» ГОС-2 ВПО, направления подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» ФГОС-3 ВПО, всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2015 –100 с.

Приложение 2. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.

Методические указания по освоению дисциплины «Электрические машины» адресованы студентам очной формы обучения. Дисциплина «Электрические машины» изучается на протяжении одного семестра (6 семестр). Форма контроля по итогам изучения – зачет с оценкой.

Основными видами учебных занятий являются лекции, практические и лабораторные занятия, кроме этого предусмотрена самостоятельная работа студента.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным и практическим занятиям.

В ходе лабораторных и практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются: навыки подбора и изучения литературы в области проектирования и эксплуатации электрических машин, навыки владения основными методами анализа и синтеза электрических машин; методами и средствами решения основных проблем построения и эксплуатации электрических машин; методами и техническими средствами, позволяющими профессионально эксплуатировать и проектировать современные электрические машины.

Организационно-методические указания к проведению лабораторных занятий Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории «Электрических машин и электропривода». Номер лабораторной работы и график проведения лабораторных работ выдётся студентам заранее до проведения лабораторного занятия. Во время проведения лабораторного занятия студенты делятся на бригады, имеющие в составе 2-3 человека. Каждая бригада во время проведения лабораторного занятия выполняет индивидуальную лабораторную работу.

В методических указаниях к лабораторным работам приводятся описание экспериментальной установки, задание для домашней подготовки, порядок проведения работы, основные требования к выполнению работ и оформлению отчетов.

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны:

- а) ознакомиться с содержанием работы;
- б) изучить теоретический материал, необходимый для проведения лабораторной работы, используя конспект лекций и рекомендуемую техническую литературу;
- в) тщательно проработать методику проведения работы и изучить схему экспериментальной установки;
- г) произвести необходимые предварительные расчеты, подготовить протокол измерений, который должен содержать схемы экспериментального исследования и таблицы для записи результатов экспериментов и вычислений;
- д) ознакомиться с контрольными вопросами к лабораторной работе и быть готовым ответить на них во время допуска к выполнению работы.

Студенты, явившиеся на занятия не подготовленными, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

В процессе эксперимента каждый член бригады выполняет определенные обязанности:

- снятие показаний измерительных приборов,
- фиксирование измеренных данных в подготовленных заранее таблицах,
- управление пускорегулирующей аппаратурой и др.

Отчет о проделанной работе составляется каждым студентом или один на бригаду (по согласованию с преподавателем, ведущим лабораторное занятие). Титульный лист должен быть оформлен в соответствии со следующими требованиями. Титульный лист отчёта по лабораторной работе должен содержать:

- наименования министерства, вуза, кафедры, ведущей преподавание данной дисциплины (в верхней части),

- наименование вида СРС (отчёт по лабораторной работе) крупным шрифтом, название лабораторной работы, наименование дисциплины («Электрические машины»),
- надписи «Выполнил» и «Проверил» с указанием группы и ФИО студента, должности и ФИО преподавателя,
- место и год выполнения работы (в нижней части).

Требуемое содержание отчета (необходимые схемы, таблицы и графики) указано в методическом описании каждой работы. Графики снятых и рассчитанных зависимостей желательно вычерчивать на миллиметровой бумаге по координатным осям с соответствующими делениями и обозначениями. После нанесения точек графика их соединяют плавной кривой с учетом возможного «разброса» точек ввиду их неточного снятия во время проведения эксперимента или погрешности расчета. Теоретические сведения по теме лабораторной работы, вносимые в отчет, должны быть изложены кратко и содержательно и не должны представлять собой буквальные, тем более компьютерные, копии методических материалов. В конце отчета записываются краткие выводы по проделанной работе, дается сравнительная оценка полученных практических результатов с теоретическими сведениями.

Защита лабораторной работы проводится на следующем лабораторном занятии. Дополнительное время для защиты лабораторных работ не предусмотрено. При подготовке к защите лабораторных работ студенты пользуются указанными в каждой работе источниками литературы. При защите отчета студент обязан проявить компетентностный подход, т.е. показать не только знание материала лабораторной работы, но уметь анализировать полученные зависимости, приобрести навыки экспериментальной проверки работоспособности установки. Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе и их защиты приведены в методических указаниях к соответствующей лабораторной работе. Лабораторная работа засчитывается, если студент правильно ответил на вопросы преподавателя, посвященные знанию устройства и принципу работы установки, а также пониманию физических процессов, объясняющих полученные практические результаты при проведении эксперимента. Студент должен уметь объяснить порядок действий, необходимых для выполнения любого эксперимента в лабораторной работе. Перед началом работы студенты обязаны изучить инструкцию по технике безопасности для работающих в лаборатории и расписаться о прохождении инструктажа в специальном журнале.

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- знать основные закономерности протекающих в машинах процессах и формулы и характеристики машин, соответствующие тематике лабораторного занятия.

По согласованию с преподавателем студент может подготовить реферат, доклад или сообщение по теме практического занятия.

В процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и практических занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе практических занятий методом устного опроса или посредством тестирования. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Выделить непонятные термины, найти их значение в словарях. Студент должен готовиться к предстоящему практическому и лабораторному занятию по всем, обозначенным в учебно-методическом комплексе вопросам. Не проясненные в ходе самостоятельной работы вопросы следует выписать в конспект лекций и впоследствии про-

яснить их на индивидуальных консультациях с преподавателем, ведущим данную дисциплину.

При изучении дисциплины «Электрические машины» используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование материала по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- написание реферата (доклада) по заданной теме (по согласованию с преподавателем);
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям;
- подготовка к контрольным работам.

При реализации различных видов учебной работы используются разнообразные (в т.ч. интерактивные) методы обучения.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой ВУЗа, где они имеют возможность получить доступ к учебно-методическим материалам, как библиотеки ВУЗа, так и иных электронных библиотечных систем. В свою очередь, студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе вузовской библиотеки, а также воспользоваться электронным читальным залом.

Результат освоения дисциплины оценивается при проведении итоговой аттестации по дисциплине. В данном случае формой итоговой аттестации по дисциплине «Электрические машины» является в 6 семестре – зачёт с оценкой; в 7 семестре – экзамен.

Итоговая аттестация по дисциплине может проводиться в двух вариантах:

- 1) в письменной форме – в виде контрольного задания, включающего в себя все разделы изучаемой дисциплины. Контрольное задание состоит из двух частей: а) тестового задания, которое проверяет сформированность теоретических знаний у студентов по всем разделам изучаемой дисциплины; б) практической части (в виде решения задач), в которой оцениваются практические навыки расчёта параметров и характеристик электрических машин различного функционального назначения. Пример контрольного задания к итоговой аттестации по дисциплине приведён в Приложении 4.
- 2) в устной форме по вопросам к зачёту/экзамену. Примерный перечень вопросов к зачёту и экзамену приведен в Приложении 4.

Приложение 3. Балльно-рейтинговая система оценки.

**Таблица распределения баллов текущего и итогового рейтинга по видам деятельности студента при изучении дисциплины «Электрические машины»
6 семестр**

№ п/п.	Вид деятельности/ Срок выполнения	Количество контрольных единиц	Весовой коэффициент значимости	Количество баллов
1	Выполнение лабораторных работ:	4	1	4
2	Оформление отчёта по лабораторной работе:	4	1	4
3	Защита лабораторной работы:	4	1	4
4	Выполнение аудиторной контрольной работы по разделам	2	5	10
5	Конспектирование материала, вынесенного на самостоятельное изучение	10	1,75	17,5
6	Выполнение, оформление и защита работ, выполняемых на аудиторных практических занятиях	7	1,5	10,5
ИТОГО к промежуточной аттестации				50
7	Зачёт с оценкой	50	1	50
ИТОГО:				100

7 семестр

№ п/п.	Вид деятельности/ Срок выполнения	Количество контрольных единиц	Весовой коэффициент значимости	Количество баллов
1	Выполнение лабораторных работ:	4	1	4
2	Оформление отчёта по лабораторной работе:	4	1	4
3	Защита лабораторной работы:	4	1	4
4	Выполнение аудиторной контрольной работы по разделам	2	5	10
5	Конспектирование материала, вынесенного на самостоятельное изучение	10	1,25	12,5
6	Участие в коллоквиуме, защита реферата (оценивают степень активности обучающиеся и преподаватель)	1	max 5	5
7	Выполнение, оформление и защита работ, выполняемых на аудиторных практических занятиях	7	1,5	10,5
ИТОГО к промежуточной аттестации				50
8	Экзамен	50	1	50
ИТОГО по дисциплине:				100

Приложение 4 Фонд оценочных средств

Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету/экзамену по дисциплине «Электрические машины»

6 семестр (зачет)

Раздел 1. Машины постоянного тока.

- 1 Устройство и принцип действия машины постоянного тока.
- 2 Петлевые обмотки машин постоянного тока.
- 3 Волновые обмотки машин постоянного тока.
- 4 ЭДС обмотки якоря машины постоянного тока.
- 5 Электромагнитный момент машины постоянного тока.
- 6 Реакция якоря в машинах постоянного тока.
- 7 Генератор независимого возбуждения.
- 8 Генератор параллельного возбуждения.
- 9 Генератор смешанного и последовательного возбуждения.
- 10 Пуск и реверсирование двигателя постоянного тока.
- 11 Двигатель параллельного возбуждения.
- 12 Двигатель последовательного возбуждения.
- 13 Двигатель смешанного возбуждения.
- 14 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением сопротивления в цепи якоря.
- 15 Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока изменением потока и подводимым напряжением.

Раздел 2. Трансформаторы

- 16 Устройство и принцип действия трансформатора.
- 17 Холостой ход однофазного трансформатора.
- 18 Режим короткого замыкания однофазного трансформатора.
- 19 Режим нагрузки однофазного трансформатора.
- 20 Схема замещения однофазного трансформатора.
- 21 Приведение параметров вторичной обмотки к первичной.
- 22 Совмещение режимов короткого замыкания и режима холостого хода
- 23 Относительное изменение напряжения трансформатора.
- 24 Параллельная работа трансформаторов
- 25 Трехфазные трансформаторы, их конструкция и особенности.
- 26 Группы соединения трехфазных трансформаторов.

7 семестр (экзамен)

Раздел 3. Асинхронные машины.

- 1 . Устройство и принципы действия асинхронного двигателя.
- 2 ЭДС обмотки машин переменного тока.
- 3 Обмотки в машинах переменного тока.
- 4 Приведение параметров роторной обмотки к статорной.
- 5 Явления, связанные с вращением ротора.
- 6 Приведение асинхронного двигателя к эквивалентному трансформатору.
- 7 Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронного двигателя.
- 8 Вращающий (электромагнитный) момент асинхронной машины.
- 9 Максимальный (критический) момент асинхронной машины.

- 10 Расчетная формула момента асинхронного двигателя.
- 11 Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей.
- 12 Намагничивающая сила однофазной обмотки и трехфазной обмотки.
- 13 Асинхронные короткозамкнутые двигатели с глубоким пазом на роторе и двойной клеткой.

Раздел 4. Синхронные машины

- 14 Устройство и принцип действия синхронной машины.
- 15 Реакция якоря в синхронных машинах.
- 16 Основная диаграмма ЭДС явнополюсной синхронной машины.
- 17 Преобразованная диаграмма ЭДС синхронной машины.
- 18 Определение параметров синхронной машины.
- 19 Параллельная работа синхронных машин.
- 20 Способы синхронизации синхронных машин.
- 21 Электромагнитная мощность и момент синхронной машины.
- 22 Режим работы синхронного генератора при $M = \text{var}$, $i_B = \text{const}$.
- 23 Режим работы синхронного генератора при $M = \text{const}$, $i_B = \text{var}$.
- 24 Векторные диаграммы и угловые характеристики синхронного двигателя.
- 25 Режим работы синхронного двигателя при $M = \text{const}$, $i_B = \text{var}$.
- 26 Пуск синхронного двигателя.
- 27 Диаграммы намагничивающих сил синхронного генератора.

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20____/20____ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «__»_____20__ г.
Заведующий кафедрой ПЭ

Программа действительна

на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)
на 20____/20____ уч.год _____ (заведующий кафедрой ПЭ)