

Северский технологический институт –

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

(СТИ НИЯУ МИФИ)

Кафедра «Электрооборудования и автоматизации технологических процессов»

ОДОБРЕНО

Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ

протокол № 5 от 28.06.2023

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Электроснабжение

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
4	5	180	32	32	16	16	100	Экз., КП
Итого	5	180	32	32	16	16	100	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программы «Электроснабжение».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

1) знать:

З.1 методы решения дифференциальных уравнений, операционное исчисление; законы электромеханики, терминологию, основные определения; наименования и свойства электротехнических материалов

2) уметь:

У.1 анализировать и описать физические процессы, протекающие в электромеханических устройствах;

3) владеть или быть в состоянии продемонстрировать:

В.1 использования современной информационно-вычислительной техники при выполнении и оформлении отчетов и индивидуального домашнего задания; анализа и описания установившихся процессов в системах, включающих электрические машины и трансформаторы; испытания электрических машин и трансформаторов.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Электрические машины» являются:

в ознакомлении студентов с конструкцией, принципом действия и характеристиками трансформаторов, электрических машин постоянного и переменного тока, предназначенных для использования в электроэнергетике.

Основными задачами дисциплины являются:

освоение студентами методов проектирования и вопросов эксплуатации электрических машин для их использования в профессиональной деятельности.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника:

– к проектно-конструкторской деятельности, способного к расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;

– к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;

– к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электрические машины» (Б1.Б.3.9) - Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплины из раздела «Высшая математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материаловедение».

Данная дисциплина является базой для выполнения курсового и дипломного проектирования, УИР, НИР, а также при практической работе выпускников по специальности.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	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 У-ОПК-4 Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик В-ОПК-4 Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Электрические машины» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

5 Структура и содержание учебной дисциплины

5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», образовательной программе «Электроснабжение».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в зачетных единицах – 5, 180 час., обучение по дисциплине проходит в семестре 4.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы**:

- **раздел 1** – «Электрические трансформаторы»
- **раздел 2** – «Асинхронные электродвигатели»
- **раздел 3** – «Синхронные машины»

– раздел 4 – «Машины постоянного тока»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
4 семестр (16 недель)								
1	Электрические трансформаторы	9	12	4	6	10/ЛР1, 10/ЛР2, 10/ЛР3	10/Т1	15
2	Асинхронные электродвигатели	8	6	4	6	12/ЛР4, 12/ЛР5, 12/ЛР6	12/Т2	15
3	Синхронные машины	8	6	4	6	14/ЛР7	14/Т3	15
4	Машины постоянного тока	7	8	4	6	16/ЛР8, 16/ЛР9, 16/ЛР10	16/Т4	15
	Курсовой проект				40			
	Экзамен				36			40
Итого за 4 семестр:		32	32	16	100			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– Знать: методику расчетов режимов работы электрических цепей и электрических машин; методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока (З-ОПК-4)	1, 2, 3, 4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект
– Уметь: контролировать и анализировать режимы работы электрооборудования с учетом заданных параметров и характеристик (У-ОПК-4)	1, 2, 3, 4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект
– Владеть: способами регулирования заданных параметров режимов работы; навыками анализа и моделирования (В-ОПК-4)	1, 2, 3, 4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект

5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрические трансформаторы	
1.1 Введение. Общие сведения. Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии.	1
1.2 Общая конструктивная схем. Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Элементы конструкции. Магнитопроводы: стержневые, броневые, бронестержневые однофазных и трехфазных трансформаторов. Обмотки трансформаторов: цилиндрические, винтовые, непрерывные катушечные. Групповой трансформатор.	1
1.3 Принцип действия. Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Повышающий и понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная).	2
1.4 Электрические соотношения в идеальном трансформаторе. Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной). Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, характеристики холостого хода, векторная диаграмма.	2
1.5 Рабочий процесс трансформатора. Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, характеристики короткого замыкания, векторная диаграмма. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания.	2
1.6 Внешние характеристики трансформатора. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Регулирование вторичного напряжения. Внешняя характеристика. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	9
Раздел 2 Асинхронные электродвигатели	
2.1 Классификация машин переменного тока. Принцип действия. Режимы работы. Конструктивная схема. Электромагнитный момент АД: общее выражение; максимальный момент; пусковой момент. Механическая характеристика АД. Пуск АД. Регулирование скорости вращения АД.	2
2.2 Типы обмоток машин переменного тока. Схема замещения. Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах. Создание вращающегося магнитного поля. Пульсирующие, эллиптические и круговые поля. Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Т-образная, Г-образная). Электромагнитный вращающий момент АД.	3

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
2.3 Система уравнений и векторные диаграммы АД (XX, под нагрузкой). Режимы работы АД: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Скольжение. Электромагнитный вращающий момент АД в режиме двигателя при различных значениях угла между ЭДС и током обмотки ротора. Прямой способ пуска. Пуск АД с фазным ротором. АД с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками.	3
<i>Итого по разделу 2:</i>	8
Раздел 3 Синхронные машины	
3.1 Системы возбуждения СД. Угловые характеристики. Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное). Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ.	2
3.2 Уравнения напряжений СД. Векторная диаграмма (XX, под нагрузкой). Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Реакция якоря. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря. Коэффициенты формы поля. Основные уравнения СМ. Векторные диаграммы токов, потоков, ЭДС и напряжения явнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки.	2
3.3 Характеристики синхронного генератора. Характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания. Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу. Синхронные режимы параллельной работы СМ.	2
3.4 Энергетическая диаграмма. Рабочие характеристики СД. Пуск синхронных двигателей. Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель). Угловая характеристика активной мощности СМ. Понятие о статической устойчивости. Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	8
Раздел 4 Машины постоянного тока	
4.1 Машины постоянного тока. Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока. Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтрали. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ.	3
4.2 Генераторы постоянного тока. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения. Основные характеристики генераторов.	2
4.3 Двигатели постоянного тока. Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения. Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения. Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока.	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	7

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрические трансформаторы	
1.1 Введение в лабораторный практикум. Техника безопасности. .	0.5
1.2 Определение коэффициента трансформации однофазного трансформатора.	1.5
1.3 Снятие и определение характеристик холостого хода.	1
1.4 Снятие и определение характеристик короткого замыкания.	1
<i>Итого по разделу 1:</i>	4
Раздел 2 Асинхронные электродвигатели	
2.1 Снятие и определение характеристик XX и КЗ трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	1
2.2 Снятие и определение характеристик XX и КЗ трехфазного асинхронного двигателя с фазным ротором.	1
2.3 Определение рабочих характеристик трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	4
Раздел 3 Синхронные машины	
3.1 Снятие и определение нагрузочных характеристик трехфазного синхронного двигателя с неявно выраженной полюсной системой.	4
<i>Итого по разделу 3:</i>	4
Раздел 4 Машины постоянного тока	
4.1 Исследование характеристик холостого хода генератора постоянного тока независимого возбуждения.	1
4.2 Определение характеристик короткого замыкания ГПТ с независимым возбуждением.	1
4.3 Определение механических характеристик ДПТ с независимым /параллельным возбуждением.	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	4
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	16

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 1 Электрические трансформаторы	
1.1 Расчет характеристик холостого хода.	4
1.2 Расчет характеристик короткого замыкания.	4
1.3 Расчет внешних характеристик.	4
<i>Итого по разделу 1:</i>	12
Раздел 2 Асинхронные электродвигатели	
2.1 Расчет характеристик холостого хода.	2
2.2 Расчет пусковых характеристик.	2
2.3 Расчет режима динамического торможения.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Синхронные машины	
3.1 Расчет характеристик холостого хода.	3
3.2 Расчет характеристик короткого замыкания.	3
<i>Итого по разделу 3:</i>	6
Раздел 4 Машины постоянного тока	
4.1 Расчет характеристик холостого хода.	2
4.2 Расчет характеристик короткого замыкания.	4
4.3 Расчет внешних характеристик.	2
<i>Итого по разделу 4:</i>	8
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	32

5.5 Курсовое проектирование

В соответствии с рабочим учебным планом предусмотрено выполнить: Курсовой проект (4 семестр).

Курсовой проект включает в себя следующие этапы:

- 1) Расчет основных электрических величин.
- 2) Расчет основных размеров трансформатора.
- 3) Расчет обмотки НН.
- 4) Расчет обмотки ВН.
- 5) Расчет потерь и напряжения КЗ.
- 6) Расчет потерь и тока холостого хода.
- 7) Оценка эксплуатационных свойств.
- 8) Чертеж активной части трансформатора.
- 9) Оформление пояснительной записки .
- 10) Защита курсового проекта.

6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый метод, Исследовательский метод.

Общее число часов занятий, проводимых в интерактивной форме – 16 час.

7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ОПК-4	З-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект
ОПК-4	У-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект
ОПК-4	В-ОПК-4	ЛР1, ЛР2, ЛР3, Т1, ЛР4, ЛР5, ЛР6, Т2, ЛР7, Т3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Т4, Экзамен (4 сем.), Курсовой проект

Шкалы оценки образовательных достижений. Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

Аттестация в 4 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР2	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР3	Лабораторная работа	3	1.8
Т1	Тестирование	6	3.6
ЛР4	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР5	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР6	Лабораторная работа	3	1.8
Т2	Тестирование	6	3.6
ЛР7	Лабораторная работа	9	5.4

ТЗ	Тестирование	6	3.6
ЛР8	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР9	Лабораторная работа	3	1.8
ЛР10	Лабораторная работа	3	1.8
Т4	Тестирование	6	3.6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено					Не зачтено	

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Вопросы для Экзамена (4 семестр):

- 1 Общие сведения. Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии.
- 2 Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Элементы конструкции.
- 3 Магнитопроводы: стержневые, броневые, бронестержневые однофазных и трехфазных трансформаторов.
- 4 Обмотки трансформаторов: цилиндрические, винтовые, непрерывные катушечные.
- 5 Групповой трансформатор. Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации.
- 6 Повышающий и понижающий трансформатор. Приведенный трансформатор.
- 7 Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная).
- 8 Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой (активно-индуктивной, активно-емкостной).
- 9 Опыт холостого хода трансформатора: электрическая схема, схема замещения, ток холостого хода, потери холостого хода, характеристики холостого хода, векторная диаграмма.

10 Опыт короткого замыкания трансформатора: электрическая схема, схема замещения, напряжение короткого замыкания, потери короткого замыкания, характеристики короткого замыкания, векторная диаграмма.

11 Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания.

12 Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Регулирование вторичного напряжения.

13 Внешняя характеристика. Потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД.

14 Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Принцип действия. Режимы работы. Конструктивная схема.

15 Электромагнитный момент АД: общее выражение; максимальный момент; пусковой момент.

16 Механическая характеристика АД. Пуск АД. Регулирование скорости вращения АД.

17 Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах.

18 Создание вращающегося магнитного поля. Пульсирующие, эллиптические и круговые поля.

19 Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Г-образная, Г-образная).

20 Электромагнитный вращающий момент АД. Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза.

21 Скольжение. Электромагнитный вращающий момент АМ в режиме двигателя при различных значениях угла между ЭДС и током обмотки ротора.

22 Прямой способ пуска. Пуск АД с фазным ротором. АД с короткозамкнутым ротором с улучшенными пусковыми характеристиками.

23 Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ: независимое, вентильное (с самовозбуждением, независимое, бесщеточное).

24 Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ.

25 Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Реакция якоря. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря.

26 Коэффициенты формы поля. Основные уравнения СМ.

27 Векторные диаграммы токов, потоков, ЭДС и напряжения явнополюсного синхронного генератора при различных характерах симметричной нагрузки.

28 Характеристика холостого хода, внешняя, нагрузочная, регулировочная, короткого замыкания.

29 Параллельная работа синхронных генераторов. Условия включения генераторов на параллельную работу.

30 Синхронные режимы параллельной работы СМ. Пуск синхронных двигателей. Синхронные режимы параллельной работы СМ (компенсатор, генератор, двигатель).

31 Угловая характеристика активной мощности СМ. Понятие о статической устойчивости.

32 Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении.

33 Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока.

34 Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Результирующее магнитное поле, геометрическая и физическая нейтраль.

35 Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ.

36 Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения.

37 Условия самовозбуждения генераторов параллельного возбуждения.

38 Основные характеристики генераторов.

39 Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения.

40 Скоростная, механическая, моментная характеристики ДПТ параллельного, последовательного и смешанного возбуждения.

41 Режимы работы ДПТ: двигательный, генераторный, торможения противовключением, динамического торможения.

42 Рабочие характеристики двигателей постоянного тока.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Ванурин В. Н. Электрические машины [Электронный ресурс] / Ванурин В. Н. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 304 с.

Л1.2 Епифанов А. П. Электрические машины [Электронный ресурс] / Епифанов А. П., Епифанов Г. А. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 300 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Битюцкий И. Б. Электрические машины. Двигатель постоянного тока. Курсовое проектирование [Электронный ресурс] / Битюцкий И. Б., Музылева И. В. - Санкт-Петербург: Лань, 2021 - 168 с.

Л2.2 Электротехника: Учебное пособие для вузов: В 3 частях / Под ред. П. А. Бутырина, Р. Х. Гафиятуллина, А. Л. Шестакова - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003-Кн. 2. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматического управления: Кн. 2. Электрические машины. Промышленная электроника. Теория автоматического управления - 709, [3] с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 Электротехника в доступной форме [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://electrono.ru/elektricheskie-mashiny>

Э2 Школа для электрика [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://electricalschool.info/>

9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

Лекции. Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале,

необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

Практические занятия. Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа и поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

Промежуточная аттестация. Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей

На лекционных, практических, лабораторных занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (4 семестр), Курсовой проект (4 семестр)

В течение 4 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

Автор(ы): О.В.Мельничук