

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроснабжение

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

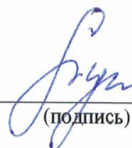
Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ И ЭЛЕКТРОПРИВОД

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Обязательная
Индекс дисциплины по учебному плану	<i>Б1.О.17</i>
Трудоемкость в зачетных единицах	2 курс – 6
Часов (всего) по учебному плану	216
Лекции	2 курс – 2 часа
Практические занятия	2 курс – 2 часа
Лабораторные работы	2 курс – 2 часа
Консультации по курсовому проекту/ работе: групповые индивидуальные	учебным планом не предусмотрены учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	2 курс – 198,5 час
Промежуточная аттестация:	2 курс – 2,5 часов
Контроль: экзамен	2 курс – 9 часов

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.,
доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Л. Р. Куш

(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроснабжение

Доцент кафедры Энергетики, к.т.н.

(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В. Н. Курьянов

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой Энергетики

(название кафедры)



(подпись)

Е. Г. Зенина

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является получение знаний, позволяющих анализировать процессы, происходящих в электрических машинах; изучение основ электропривода, принципов управления режимами в современном электроприводе.

Задачами дисциплины являются:

- изучение принципов работы и основных характеристик электрических машин;
- получение студентами знаний об электрических и магнитных цепях электрических машин и их элементах;
- изучение основ электрического привода и основ автоматизированного управления электроприводами;
- проведение экспериментов по заданной методике и анализ результатов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.3. Применяет знания теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.	знать: <ul style="list-style-type: none">– конструкции типовых электрических машин и их принцип действия;– основные соотношения электрических машин; уметь: <ul style="list-style-type: none">– выполнять расчёт электрических машин на основе математических моделей;
	ОПК-3.5. Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и электрических машин, использует знание их режимов работы и характеристик.	знать: <ul style="list-style-type: none">– основные способы регулирования угловой скорости электроприводов постоянного и переменного тока; уметь: <ul style="list-style-type: none">– анализировать типовые схемы управления и лабораторного определения свойств электропривода;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электротехнические и конструкционные материалы».

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: Электрические станции, Техника высоких напряжений, Системы электроснабжения, Электроэнергетические системы и сети, Монтаж и ремонт оборудования станций и подстанций, Проектирование, монтаж и эксплуатация систем учета электрической энергии, Электроснабжение, Эксплуатация систем электроснабжения, Монтаж и ремонт оборудования систем электроснабжения, Качество электроэнергии в системах электроснабжения и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Трансформаторы.	28	3	2	-	2	-	-	-	24		[1] с. 21-140, 177-180	
2	Общая теория электрических машин.	28	3	-	-	-	-	-	-	28		[1] с. 185-420	
3	Синхронные и асинхронные электрические машины.	28	3	-	-	-	-	-	-	28		[1] с. 468-640 [2] с. 3-222	
4	Электрические машины постоянного тока.	24	3	-	-	-	-	-	-	24		[2] с. 263-341	
5	Состав и функция электропривода. Основы механики электропривода.	24	4	-	-	-	-	-	-	24		[3] с. 5-30	
6	Электроприводы постоянного тока.	24	4	-	-	-	-	-	-	24		[3] с. 31-70	
7	Электроприводы переменного тока	29	4	-	2	-	-	-	-	27		[3] с. 71-105	
8	Энергетика электропривода	22	4	-	-	-	-	-	-	19,5		[3] с. 148-161	
	Экзамен	9	4	-	-	-	-	-	2,5	-	9	Экзамен проводится в устной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого:	216	4	2	2	2	-	-	2,5	198,5	9		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

2 курс

1. Трансформаторы

Трехфазные и однофазные трансформаторы. Автотрансформаторы. Принцип работы трансформаторов. Конструкция трансформаторов. Уравнения напряжения трансформатора. Уравнения МДС и токов трансформатора. Приведенный трансформатор. Потоки рассеяния в трансформаторе. Векторная диаграмма трансформатора. Схема замещения приведенного трансформатора. Параметры схемы замещения трансформатора. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Группы и схемы соединения трансформаторов. Внешние характеристики трансформатора. Параллельная работа трансформаторов. Требования стандартов к регулированию напряжения. Регулирование напряжения без нагрузки. Регулирование напряжения под нагрузкой. Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Измерительные трансформаторы напряжения. Измерительные трансформаторы тока. Схема замещения трансформатора тока. Автотрансформаторы.

2. Общая теория электрических машин

Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Классификация электрических машин. Законы электромеханики. Обобщенная электрическая машина. Вращающееся магнитное поле в машинах постоянного тока. Магнитное поле машины.

3. Асинхронные и синхронные электрические машины.

Классификация асинхронных двигателей. Конструкции и принцип действия асинхронных двигателей. Принцип работы асинхронных двигателей. Режимы работы асинхронных двигателей. Режим работы асинхронной машины в режиме электромагнитного тормоза. Работа асинхронного двигателя под нагрузкой. Естественная механическая характеристика асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма асинхронных двигателей. Электромагнитный момент асинхронных двигателей. Включение в сеть асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Скольжение ротора электродвигателя. Математическое и графическое представление формулы Клосса. Рабочие характеристики асинхронных двигателей. Пуск трехфазных асинхронных двигателей. Прямое включение в сеть асинхронных двигателей. Пуск асинхронных двигателей при пониженном напряжении. Пуск асинхронных двигателей с фазным ротором. Регулирование скорости вращения ротора асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором. Регулирование скорости вращения асинхронных двигателей с фазным ротором.

Конструкция синхронных машин. Работа синхронных машин в двигательном и генераторном режимах. Классификация СГ. Конструкция и принцип действия СГ. СГ гидроэлектростанций. СГ тепловых электрических станций. СГ ветроэлектрических установок.

4. Электрические машины постоянного тока.

Коллекторные машины постоянного тока. Принцип работы электрических машин постоянного тока. Обмотки якоря двигателя постоянного тока. Магнитная цепь двигателя постоянного тока. Реакция якоря машины постоянного тока. Способы возбуждения машин постоянного тока. Схемы подключения обмоток. Энергетическая диаграмма двигателя постоянного тока. Схема замещения двигателя постоянного тока. Уравнение ЭДС двигателя постоянного тока. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока. Механические характеристики двигателей постоянного тока.

5. Состав и функция электропривода. Основы механики электропривода

Классификация электроприводов. Уравнения движения. Приведение моментов и сил сопротивления и масс и моментов инерции в одномассовых системах. Механические характери-

ки исполнительных органов и двигателей. Активные и реактивные моменты. Статическая устойчивость. Неустановившееся движение. Электромеханическая постоянная времени.

6. Электроприводы постоянного тока

Схемы включения, статические характеристики двигателей постоянного тока независимого и последовательного возбуждений. Механические и скоростные характеристики электроприводов. Режимы работы электроприводов постоянного тока.

Реостатное регулирование скорости двигателей постоянного тока в разомкнутых системах управления электроприводами. Регулирование скорости изменением напряжения и магнитного потока двигателей постоянного тока.

Способы пуска двигателей постоянного тока. Аналитический и графоаналитический методы расчета пусковых сопротивлений.

7. Электроприводы переменного тока

Схемы включения, статические характеристики асинхронных и синхронных двигателей. Механические и скоростные характеристики электроприводов. Режимы работы электроприводов.

Реостатное регулирование скорости асинхронных двигателей в разомкнутых системах управления электроприводами. Регулирование скорости изменением частоты питающей сети, числа пар полюсов. Каскадные схемы.

Прямой пуск и пуск на пониженное напряжение асинхронных электродвигателей. Способы пуска синхронных электродвигателей. Расчет сопротивлений в роторной и в цепи статора асинхронных двигателей.

8. Энергетика электропривода

Потери мощности и энергии в установившемся и неустойчивом режимах работы электропривода. Нагрев и охлаждение двигателя. Энергосбережение средствами электропривода.

3.3. Темы практических занятий

2 курс

1. Построение механической характеристики асинхронного двигателя (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ

2 курс

2. Экспериментальное определение коэффициента трансформации и КПД однофазного трансформатора (2 часа).

3.5. РГР

РГР учебным планом не предусмотрены.

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом не предусмотрены.

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)								Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Знать:										
конструкции типовых электрических машин и их принцип действия	ОПК-3.3.	X	X	X	X	X	X	X	X	Отчет лабораторной работы № 1. Экспериментальное определение коэффициента трансформации и КПД однофазного трансформатора
основные соотношения электрических машин	ОПК-3.3.	X	X	X	X	X	X	X	X	Домашнее задание № 1. Расчет и построение рабочих характеристик АД
основные способы регулирования угловой скорости электроприводов постоянного и переменного тока	ОПК-3.5.			X	X		X	X	X	Домашнее задание № 2. Построение пусковой диаграммы АД с фазным ротором
Уметь:										
выполнять расчёт электрических машин на основе математических моделей	ОПК-3.3.	X	X	X	X					Домашнее задание № 3. Определение параметров синхронного генератора
анализировать типовые схемы управления и лабораторного определения свойств электропривода;	ОПК-3.5.						X	X	X	Домашнее задание № 4. Построение механических характеристик ДПТ
Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п.3.1)		28	28	28	24	24	24	24	29	

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:

2 курс

– Домашнее задание

1. Задача № 1. Расчет и построение рабочих характеристик АД
2. Задача № 2. Построение пусковой диаграммы АД с фазным ротором
3. Задача № 3. Определение параметров синхронного генератора
4. Задача № 4. Построение механических характеристик ДПТ

– защита лабораторных работ:

1. Экспериментальное определение коэффициента трансформации и КПД однофазного трансформатора

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):

2 курс

Экзамен.

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании экзаменационной составляющей.

В приложение к диплому выносится оценка за 2 курс.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Печатные и электронные издания:

1. Иванов-Смоленский А.В., Электрические машины. В двух томах. Том 1 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01222-2 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>
2. Иванов-Смоленский А.В., Электрические машины. В двух томах. Том 2 : учебник для вузов. / Иванов-Смоленский А.В. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01223-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>
3. Ильинский Н.Ф., Основы электропривода : учебное пособие для вузов. / Ильинский Н.Ф. - М. : Издательский дом МЭИ, 2017. - ISBN 978-5-383-01133-1 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011331.html>

5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: ОС Windows, Microsoft Office, MathCAD, RastrWin

5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
- Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
- Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
- База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
- База данных Scopus <https://www.scopus.com>
- Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
- База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
- База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
- База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
- Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
- База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>
- Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
- Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
- Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
- Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
- Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
- Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Практические занятия проводятся в компьютерных классах.

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины и электропривод

(название дисциплины)

2 курс

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Отчет лабораторной работы № 1. Экспериментальное определение коэффициента трансформации и КПД однофазного трансформатора
КМ-2 Домашнее задание № 1. Расчет и построение рабочих характеристик АД
КМ-3 Домашнее задание № 2. Построение пусковой диаграммы АД с фазным ротором
КМ-4 Домашнее задание № 3. Определение параметров синхронного генератора
КМ-5 Домашнее задание № 4. Построение механических характеристик ДПТ

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 6 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ – 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	Экзамен
		Неделя КМ:						
1	Трансформаторы.		+					
2	Общая теория электрических машин.		+	+	+	+	+	
3	Синхронные и асинхронные электрические машины.			+	+	+	+	
4	Электрические машины постоянного тока.						+	
5	Состав и функция электропривода. Основы механики электропривода.				+	+		
6	Электроприводы постоянного тока.						+	
7	Электроприводы переменного тока				+	+		
8	Энергетика электропривода					+		
	Минимальный балл за КМ		8	8	8	8	8	20
	Максимальный балл за КМ		12	12	12	12	12	40