

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.03.08
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	5 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	5 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	5 семестр - 8 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	5 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	5 семестр - 124,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	5 семестр - 1,2 часа;
<b>включая:</b>	
<b>Тестирование</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	5 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меренков Д.В.
	Идентификатор	R4c0e5b21-MerenkovDV-379a04a

(подпись)

Д.В. Меренков

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кошарная Ю.В.
	Идентификатор	Ra3970c37-KosharnyaYV-98175ef

(подпись)

Ю.В. Кошарная

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, обеспечивающей решение задач профессиональной деятельности обучающихся, связанных с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин

### Задачи дисциплины

- научить анализировать установившиеся и переходные режимы работы электрических машин и трансформаторов;
- определять параметры электрических машин и трансформаторов расчетным и опытным путем;
- проводить испытания и выбирать электрические машины и трансформаторы для конкретных условий применения;
- сформировать знания об основных видах, характеристиках и показателях электромеханических преобразователей энергии.

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-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub> Анализирует установившиеся режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик	знать: - общие закономерности физических процессов в электрических машинах; - физические основы электромеханического и электрического преобразования энергии, устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока, электромеханические свойства электрических двигателей постоянного и переменного тока, устройство и принципы построения электромехатронных систем.
ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	знать: - основы теории электрических машин.  уметь: - подбирать по справочным материалам электрические машины для заданных условий эксплуатации.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.



### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа						СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Трансформаторы	23.1	5	1.7	-	1.8	-	0.3	-	0.3	-	19	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Трансформаторы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Трансформаторы"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 78-82, 103 [2], 3-6</p>
1.1	Назначение, устройство, принцип действия трансформаторов	11.5		0.8	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	10	-	
1.2	Схемы и группы соединения обмоток	4.9		0.4	-	0.3	-	0.1	-	0.1	-	4	-	
1.3	Потери и КПД трансформатора	6.7		0.5	-	1	-	0.1	-	0.1	-	5	-	
2	Асинхронные машины	37.25		2.1	-	2.3	-	0.5	-	0.35	-	32	-	
2.1	Машины переменного тока	6.8	0.3	-	0.3	-	0.1	-	0.1	-	6	-		
2.2	Вращающаяся асинхронная машина	5.85	0.4	-	0.3	-	0.1	-	0.05	-	5	-		
2.3	Векторные диаграммы асинхронных машин	6.65	0.5	-	1	-	0.1	-	0.05	-	5	-		
2.4	Пуск и регулирование часто-ты вращения	8.75	0.4	-	0.2	-	0.1	-	0.05	-	8	-		

	асинхронных короткозамкнутых двигателей											представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Асинхронные машины" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 146-149 [3], 123-129	
2.5	Определение числа пазов, числа витков и площади поперечного сечения провода обмотки статора	9.2	0.5	-	0.5	-	0.1	-	0.1	-	8	-	
3	Машины постоянного тока	29.45	2.2	-	2.3	-	0.8	-	0.35	-	23.8	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Машины постоянного тока" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 35-41, 98-99
3.1	Устройство машин постоянного тока, электрические схемы, принцип действия, ЭДС обмотки якоря генератора	5.4	1	-	0.2	-	0.1	-	0.1	-	4	-	
3.2	Двигатели постоянного тока	7.8	0.5	-	1	-	0.2	-	0.1	-	6	-	
3.3	Способы пуска двигателей постоянного тока	9.8	0.2	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	8.8	-	
3.4	Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока	6.45	0.5	-	0.6	-	0.3	-	0.05	-	5	-	
4	Синхронные машины	18.20	2.0	-	1.6	-	0.4	-	0.20	-	14	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронные машины"
4.1	Синхронные машины, устройство, принцип действия, реакция якоря	6.0	0.5	-	0.3	-	0.1	-	0.1	-	5	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Синхронные машины"
4.2	Векторные диаграммы синхронного генератора	6.65	0.5	-	1	-	0.1	-	0.05	-	5	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 150-156 [3], 132-141
4.3	Трехфазный синхронный генератор	5.55	1	-	0.3	-	0.2	-	0.05	-	4	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.00</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>8.0</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>1.20</b>	<b>0.3</b>	<b>88.8</b>	<b>35.7</b>	

	Итого за семестр	144.00		8.0	-	8.0	2.0	1.20	0.3	124.5	
--	------------------	--------	--	-----	---	-----	-----	------	-----	-------	--

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Трансформаторы

##### 1.1. Назначение, устройство, принцип действия трансформаторов

Физические процессы в трансформаторе при холостом ходе и коротком замыкании.

##### 1.2. Схемы и группы соединения обмоток

Приведенный трансформатор. Схемы замещения, векторные диаграммы, уравнения равновесия ЭДС трансформатора.

##### 1.3. Потери и КПД трансформатора

Параллельная работа трансформаторов. Испытания трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании.

#### 2. Асинхронные машины

##### 2.1. Машины переменного тока

Устройство, режимы работы асинхронной машины.

##### 2.2. Вращающаяся асинхронная машина

Электромагнитный момент асинхронной машины двигателя. Способы пуска асинхронных двигателей.

##### 2.3. Векторные диаграммы асинхронных машин

Круговая диаграмма асинхронной машины. Исследование трехфазного асинхронного двигателя.

##### 2.4. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных короткозамкнутых двигателей

Выбор главных размеров асинхронного трехфазного короткозамкнутого двигателя.

##### 2.5. Определение числа пазов, числа витков и площади поперечного сечения провода обмотки статора

Расчет размеров зубцовой зоны статора и воздушного зазора. Расчет магнитной цепи.

#### 3. Машины постоянного тока

##### 3.1. Устройство машин постоянного тока, электрические схемы, принцип действия, ЭДС обмотки якоря генератора

Реакция якоря машин постоянного. Характеристики генераторов постоянного тока.

##### 3.2. Двигатели постоянного тока

Электрические схемы. Принцип действия двигателей постоянного тока.

##### 3.3. Способы пуска двигателей постоянного тока

Скоростные и механические характеристики двигателей постоянного тока.

##### 3.4. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока



Исследование генераторов постоянного тока. Испытания двигателя постоянного тока параллельного возбуждения. Построение характеристики холостого хода генератора постоянного тока.

#### 4. Синхронные машины

4.1. Синхронные машины, устройство, принцип действия, реакция якоря

Характеристики синхронного генератора.

4.2. Векторные диаграммы синхронного генератора

Параллельная работа синхронного генератора с мощной сетью. Работа генератора на мощную сеть.

4.3. Трехфазный синхронный генератор

Угловая характеристика синхронной машины, условия устойчивой работы синхронного генератора с сетью синхронный двигатель.

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Схемы и группы соединения обмоток;
2. Векторные диаграммы асинхронных машин;
3. Определение числа пазов, числа витков и площади поперечного сечения провода обмотки статора;
4. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Трансформаторы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Асинхронные машины"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Машины постоянного тока"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Синхронные машины"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа 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	
<b>Знать:</b>						
физические основы электромеханического и электрического преобразования энергии, устройство и принцип действия электрических машин постоянного тока, электромеханические свойства электрических двигателей постоянного и переменного тока, устройство и принципы построения электромехатронных систем	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+			Тестирование/Асинхронные
общие закономерности физических процессов в электрических машинах	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>	+				Тестирование/Трансформаторы
основы теории электрических машин	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub>			+		Тестирование/Машины
<b>Уметь:</b>						
подбирать по справочным материалам электрические машины для заданных условий эксплуатации	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub>				+	Контрольная работа/Синхронные

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**5 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Асинхронные (Тестирование)
2. Машины (Тестирование)
3. Трансформаторы (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Синхронные (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №5)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. А. В. Дробов, В. Н. Галушко- "Электрические машины", Издательство: "РИПО", Минск, 2015 - (292 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463598>;

2. Акимова, Н. А. Расчет магнитной цепи, параметров холостого хода и короткого замыкания трансформаторов : Методические указания по курсу "Электрические машины" по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / Н. А. Акимова, С. А. Коробков, М. Г. Татаринев, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 19 с.;

3. Алексеев, А. Е. Конструкция электрических машин : Учебное пособие для энергетических и электротехнических вузов и факультетов / А. Е. Алексеев . – М.-Л. : Госэнергоиздат, 1958 . – 425 с..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>

2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
7. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
8. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
9. Журналы American Chemical Society - <https://www.acs.org/content/acs/en.html>
10. Журналы American Physical Society - <https://journals.aps.org/about>
11. База данных издательства Annual Reviews Science Collection - <https://www.annualreviews.org/>
12. База данных Association for Computing Machinery Digital Library - <https://dl.acm.org/about/content>
13. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
14. База данных INSPEC на платформе компании EBSCO Publishing - <http://search.ebscohost.com>
15. Журналы Institute of Physics (IOP), Великобритания - <https://iopscience.iop.org/>
16. Журналы научного общества Optical Society of America (OSA) - <https://www.osapublishing.org/about.cfm>
17. Патентная база Orbit Intelligence компании Questel - <https://www.orbit.com/>
18. Журналы издательства Oxford University Press - <https://academic.oup.com/journals/>
19. Журналы Royal Society of Chemistry - <https://pubs.rsc.org/>
20. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
21. Коллекция журналов Taylor & Francis Group - <https://www.tandfonline.com/>
22. Журналы по химии Thieme Chemistry Package компании Georg Thieme Verlag KG - <https://www.thieme-connect.com/products/all/home.html>
23. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
24. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
25. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
26. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
27. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
28. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
29. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
30. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
31. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>  
<http://docs.cntd.ru/>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая	стул, компьютерная сеть с выходом в

	черная студия	Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Электрические машины

(название дисциплины)

## 5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Трансформаторы (Тестирование)  
 КМ-2 Асинхронные (Тестирование)  
 КМ-3 Машины (Тестирование)  
 КМ-4 Синхронные (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	11
1	Трансформаторы					
1.1	Назначение, устройство, принцип действия трансформаторов		+			
1.2	Схемы и группы соединения обмоток		+			
1.3	Потери и КПД трансформатора		+			
2	Асинхронные машины					
2.1	Машины переменного тока			+		
2.2	Вращающаяся асинхронная машина			+		
2.3	Векторные диаграммы асинхронных машин			+		
2.4	Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных короткозамкнутых двигателей			+		
2.5	Определение числа пазов, числа витков и площади поперечного сечения провода обмотки статора			+		
3	Машины постоянного тока					
3.1	Устройство машин постоянного тока, электрические схемы, принцип действия, ЭДС обмотки якоря генератора				+	
3.2	Двигатели постоянного тока				+	
3.3	Способы пуска двигателей постоянного тока				+	

3.4	Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока			+	
4	Синхронные машины				
4.1	Синхронные машины, устройство, принцип действия, реакция якоря				+
4.2	Векторные диаграммы синхронного генератора				+
4.3	Трехфазный синхронный генератор				+
Вес КМ, %:		25	25	25	25