

**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: Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**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.24
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	4 семестр - 5; 5 семестр - 5; всего - 10
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	360 часов
<b>Лекции</b>	4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
<b>Практические занятия</b>	4 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
<b>Консультации</b>	4 семестр - 2 часа; 5 семестр - 18 часов; всего - 20 часов
<b>Самостоятельная работа</b>	4 семестр - 97,5 часа; 5 семестр - 109,2 часов; всего - 206,7 часов
<b>в том числе на КП/КР</b>	5 семестр - 33,7 часа;
<b>Иная контактная работа</b>	5 семестр - 4 часа;
<b>включая:</b> Контрольная работа Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;
Защита курсового проекта	5 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	5 семестр - 0,5 часа;
	всего - 1,3 часа

**Москва 2019**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузьмичев В.А.
	Идентификатор	R46e52562-KuzmichevVA-fe7f2984

(подпись)

В.А. Кузьмичев

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1cbebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов электромеханического преобразования энергии для разработки электрических машин и их применения на практике

### Задачи дисциплины

- освоение принципов действия основных электрических машин;
- приобретение навыков расчета параметров и характеристик электрических машин;
- освоение общих сведений о процессах производства, монтажа, наладки, испытаний и эксплуатации электрических машин;
- освоение особенностей конструкции и характеристик различных типов электрических машин.

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: - принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов; - способы построения обмоток машин переменного тока; - принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин; - принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока; - принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин.  уметь: - рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока; - рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока; - рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин; - рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин; - рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергоустановки на основе возобновляемых источников энергии (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 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ 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	68	4	14	20	12	-	-	-	-	-	22	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Трансформаторы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Трансформаторы" материалу.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Трансформаторы"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Трансформаторы". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Определить фазные значения номинального напряжения, а также</p>
1.1	Трансформаторы	68		14	20	12	-	-	-	-	-	22	-	

														<p>номинальный ток и его фазные значения на сторонах ВН и НН, и коэффициент трансформации (для средней ступени напряжения ВН). Определить массы стали стержней и ярм, потери холостого хода <math>P_x</math>, среднее (среднее арифметическое для трех фаз) значение тока холостого хода <math>i_0</math> и его активной <math>i_{0a}</math> и реактивной <math>i_{0p}</math> составляющих, а также <math>\cos\phi_0</math> — все величины для номинального значения напряжения <math>U_{ном}</math> при <math>f = 50</math> Гц. Определить приведенные к первичной обмотке параметры схемы замещения <math>r_0</math>, <math>x_0</math> и <math>z_0</math> в Омах при <math>U = U_{ном}</math>. Рассчитать и построить характеристики холостого хода: <math>P_x=f(U)</math>; <math>I_0=f(U)</math> и <math>\cos\phi_0=f(U)</math>, а также графики <math>I_{0a}=f(U)</math> и <math>I_{0p}=f(U)</math> для диапазона значений <math>U</math> от 50 до 110% от <math>U_{ном}</math>; Определить потери холостого хода трансформатора при включении в сеть с частотой 40 и 60 Гц.</p> <p><b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие:  Вычертить в масштабе эскиз магнитной системы и размещения на ней обмоток. Вычертить схемы соединения обмоток, обеспечивающие получение заданной группы соединения.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Трансформаторы"</p>
2	Общие вопросы теории	30		6	-	4	-	-	-	-	-	20	-	<p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по</p>

	электромеханического преобразования энергии в электрических машинах																							разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Определить обмоточные коэффициенты 1, 5, 7, 11 и 13 пространственных гармоник для заданной обмотки <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции. Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: Начертить схему-развертку трехфазной обмотки для варианта №____ Построить кривую пространственного распределения МДС обмотки при симметричной системе токов в ее фазах. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах"	
2.1	Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах	30	6	-	4	-	-	-	-	-	-	20	-												

3	Синхронные машины	46		12	12	-	-	-	-	-	-	22	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронные машины"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Синхронные машины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Синхронные машины" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Синхронные машины"</p>
3.1	Синхронные машины	46		12	12	-	-	-	-	-	-	22	-	
	Экзамен	36.00		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Всего за семестр	180.00		32	32	16	-	2	-	-	0.5	64	33.50	
	Итого за семестр	180.00		32	32	16	2		-		0.5	97.50		
4	Асинхронные машины	49	5	16	8	-	-	-	-	-	-	25	-	
4.1	Асинхронные машины	49		16	8	-	-	-	-	-	-	25	-	<p><b><u>Подготовка курсового проекта:</u></b> Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию. В рамках работы необходимо рассчитать основные показатели работы оборудования, выбрать оптимальное решение. Курсовой проект предусматривает пояснительную записку с расчетами и графическую часть. В задание входит расчет следующих показателей: Выбор главных размеров машины. Выбор обмоточных данных. Расчет параметров обмоток. Расчет рабочих и пусковых характеристик.</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>



													дополнительного материала по разделу "Асинхронные машины" <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Асинхронные машины" материалу. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Асинхронные машины"
5	Машины постоянного тока	41	16	8	-	-	-	-	-	-	17	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Машины постоянного тока"
5.1	Машины постоянного тока	41	16	8	-	-	-	-	-	-	17	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Машины постоянного тока" <b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Машины постоянного тока" материалу.
	Экзамен	36.00	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.50	
	Курсовой проект (КП)	54.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	33.7	-	
	Всего за семестр	180.00	32	16	-	16	2	4	-	0.8	75.7	33.50	
	Итого за семестр	180.00	32	16	-	18		4		0.8	109.20		
	ИТОГО	360.00	-	64	48	16	20	4		1.3	206.70		

**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. Трансформаторы

Введение. Значение электрических машин и электромеханики в современной электротехнике, электроэнергетике, отраслях промышленности. Перспективы развития электромеханики на современном этапе. Основные типы электрических машин и других электромеханических преобразователей, применяющихся в электроэнергетике, методы их анализа. Принцип работы и конструкция однофазных трансформаторов. Магнитные системы и магнитопроводы трансформаторов. Электротехнические стали. Типы и конструкции обмоток. Основные изоляционные узлы и детали. Классификация изоляции. Рабочий процесс однофазного трансформатора. Основные уравнения напряжений и МДС однофазного трансформатора. Работа трансформатора при нагрузке. Приведённый трансформатор. Схема замещения трансформатора. Параметры схемы замещения. Векторная диаграмма трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Регулирование напряжения трансформаторов. Внешняя характеристика. Регулирование напряжения под нагрузкой. Энергетическая диаграмма трансформатора. Потери и КПД. Конструкция трехфазных трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Трёхобмоточные трансформаторы. Конструкция, параметры схемы замещения. Автотрансформатор. Специальные трансформаторы. Назначение, схема соединения обмоток, преимущества и недостатки перед обычными трансформаторами. Внезапное короткое замыкание трансформатора. Автотрансформаторы. Вопросы безопасности при работе с автотрансформаторами.

### 2. Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах

#### 2.1. Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах

Обмотки машин переменного тока. Магнитодвижущая сила обмотки и ее высшие гармонические. Вращающиеся магнитные поля в электрических машинах. Наведение ЭДС в трехфазной обмотке. Способы улучшения формы ЭДС. Обмоточный коэффициент. Индуктивные сопротивления обмотки машины переменного тока.

### 3. Синхронные машины

#### 3.1. Синхронные машины

Назначение, области применения, принцип работы и конструкция синхронных машин в генераторном и двигательном режимах. Холостой ход синхронного генератора. Характеристика холостого хода. Работа синхронной машины на автономную нагрузку. Реакция якоря явнополюсного синхронного генератора. Уравнения напряжений и векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора с приближенным учётом насыщения. Уравнения напряжений и векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора без учёта насыщения. Уравнения напряжений и векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора с приближенным учётом насыщения. Параметры синхронного генератора. Определение параметров из опытов. Потери и КПД синхронного генератора. Особенности работы синхронного генератора параллельно с сетью. Способы включения в сеть. Регулирование активной мощности синхронного генератора. Угловые характеристики. Регулирование реактивной мощности синхронного генератора. U-образные характеристики.

Работа синхронной машины в двигательном режиме. Синхронный компенсатор. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора.

#### 4. Асинхронные машины

##### 4.1. Асинхронные машины

Назначение, области применения и конструкция асинхронных машин (АМ). Принципы работы АМ в режимах двигателя, генератора и электромагнитного тормоза. Основные уравнения и характеристики АМ. Приведение рабочего процесса АМ к рабочему процессу эквивалентного трансформатора. Схемы замещения АМ. Векторная диаграмма асинхронного двигателя (АД). Опыты холостого хода и короткого замыкания АД. Энергетическая диаграмма АД. Вращающий момент АД. Формулы Клосса. Пусковой момент АД. Способы увеличения пускового момента АД. Способы пуска в ход АД с фазным и короткозамкнутым роторами. Регулирование частоты вращения АД. Работа АД в ненормальных и особых режимах.

#### 5. Машины постоянного тока

##### 5.1. Машины постоянного тока

Назначение, области применения и конструкция машин постоянного тока (МПТ). Принципы работы МПТ в генераторном и двигательном режимах. Типы обмоток якоря МПТ. Условия симметрии обмоток якоря. Магнитное поле МПТ при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря. Назначение в МПТ добавочных полюсов, компенсационной обмотки, стабилизирующей обмотки. Генераторы постоянного тока: схемы, внешние и регулировочные характеристики. Двигатели постоянного тока: схемы, пуск, характеристики, регулирование частоты вращения.

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

1. Расчёт намагничивающего тока трансформатора по его конструктивным данным;
2. Построение распределения МДС обмоток машин переменного тока;
3. Обмотки вращающихся электрических машин переменного тока;
4. Расчёт распределения мощностей в параллельно включённых трансформаторах;
5. Группы соединения обмоток трансформаторов, определение групп по схемам соединения обмоток;
6. Выбор трансформаторов для станций и подстанций по минимуму потерь;
7. Расчёт и проектирование трансформатора небольшой мощности;
8. Определение основных параметров трансформаторов по их номинальным и конструктивным данным.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора;
2. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании;
3. Параллельная работа трехфазных трансформаторов;
4. Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью;
5. Исследование двигателя постоянного тока;
6. Исследование трехфазного асинхронного двигателя в ненормальных и особых режимах;
7. Исследование генератора постоянного тока;
8. Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным

- роторами;
9. Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора;
  10. Исследование автотрансформатора;
  11. Исследование синхронного двигателя.

### 3.5 Консультации

#### Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Асинхронные машины"

#### Индивидуальные консультации по курсовому проекту/работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Асинхронные машины"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Трансформаторы"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Синхронные машины"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Асинхронные машины"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Машины постоянного тока"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 5 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Особенности проектирования электрических машин

#### **График выполнения курсового проекта**

Неделя	1 - 2	3 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 10	11 - 12	13 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2, 3	4	4	4	5	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	5	20	20	15	15	15	10	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	5	25	45	60	75	90	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Особенности проектирования электрических машин
2	Выбор главных размеров
3	Расчет магнитной цепи
4	Расчет параметров и характеристик



### 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	
<b>Знать:</b>							
принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>			+			Лабораторная работа/Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью Лабораторная работа/Исследование синхронного двигателя Лабораторная работа/Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора
принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Исследование генератора постоянного тока Лабораторная работа/Исследование двигатель постоянного тока
принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Исследование трехфазного асинхронного двигателя в номинальных и особых режимах Лабораторная работа/Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами
способы построения обмоток машин переменного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Построение схемы трёхфазной петлевой или волновой двухслойной обмотки. Расчёт обмоточного коэффициента. Расчёт распределения её МДС в воздушном зазоре
принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+				Лабораторная работа/Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании Контрольная работа/Номинальные данные трансформатора. Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов Расчетно-графическая работа/Расчёт параметров и характеристик трёхфазного силового трансформатора
<b>Уметь:</b>							

рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>	+				Лабораторная работа/Исследование автотрансформатора Лабораторная работа/Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора Лабораторная работа/Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании Контрольная работа/Номинальные данные трансформатора. Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов Расчетно-графическая работа/Расчёт параметров и характеристик трёхфазного силового трансформатора	
рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>			+		Лабораторная работа/Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью Лабораторная работа/Исследование синхронного двигателя Лабораторная работа/Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора	
рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>				+	Лабораторная работа/Исследование трехфазного асинхронного двигателя в ненормальных и особых режимах Лабораторная работа/Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами	
рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Исследование генератора постоянного тока Лабораторная работа/Исследование двигатель постоянного тока
рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Построение схемы трёхфазной петлевой или волновой двухслойной обмотки. Расчёт обмоточного коэффициента. Расчёт распределения её МДС в воздушном зазоре



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

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

#### **4 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование автотрансформатора (Лабораторная работа)
2. Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора (Лабораторная работа)
3. Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью (Лабораторная работа)
4. Исследование синхронного двигателя (Лабораторная работа)
5. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании (Лабораторная работа)
6. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора (Лабораторная работа)
7. Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
8. Построение схемы трёхфазной петлевой или волновой двухслойной обмотки. Расчёт обмоточного коэффициента. Расчёт распределения её МДС в воздушном зазоре (Расчетно-графическая работа)
9. Расчёт параметров и характеристик трёхфазного силового трансформатора (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Номинальные данные трансформатора. (Контрольная работа)

#### **5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование генератора постоянного тока (Лабораторная работа)
2. Исследование двигатель постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами (Лабораторная работа)
4. Исследование трехфазного асинхронного двигателя в ненормальных и особых режимах (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

#### Экзамен (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

#### Экзамен (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №5)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

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

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

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

1. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2013 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование . Бакалавриат) . - ISBN 978-5-7695-8497-8 .;
2. Токарев, Б. Ф. Электрические машины : Учебное пособие для электротехнических и энергетических специальностей вузов / Б. Ф. Токарев . – М. : Альянс, 2015 . – 624 с. - ISBN 978-5-91872-064-6 .;
3. Брускин, Д. Э. Электрические машины: В 2 ч. Ч.1. : Учебник для электротехнических специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высшая школа, 1987 . – 319 с.;
4. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 1", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>;
5. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 2", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012239.html>.

### **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения	Е-200/2, Научная	стол, стул, шкаф, многофункциональный центр

лабораторных занятий	лаборатория	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
Помещения для самостоятельной работы	Г-206, Аспирантская кафедры "ГВИЭ"	кресло рабочее, стул, шкаф для документов, стол письменный, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электрические машины

(название дисциплины)

#### 4 семестр

#### Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора при холостом ходе и коротком замыкании (Лабораторная работа)
- КМ-2 Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора (Лабораторная работа)
- КМ-4 Исследование автотрансформатора (Лабораторная работа)
- КМ-5 Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора (Лабораторная работа)
- КМ-6 Расчёт параметров и характеристик трёхфазного силового трансформатора (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Исследование синхронного генератора, работающего параллельно с сетью (Лабораторная работа)
- КМ-8 Исследование синхронного двигателя (Лабораторная работа)
- КМ-9 Построение схемы трёхфазной петлевой или волновой двухслойной обмотки. Расчёт обмоточного коэффициента. Расчёт распределения её МДС в воздушном зазоре (Расчетно-графическая работа)
- КМ-10 Номинальные данные трансформатора. (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ -1	КМ -2	КМ -3	КМ -4	КМ -5	КМ -6	КМ -7	КМ -8	КМ -9	КМ -10
		Неделя КМ:	4	8	8	12	12	12	16	16	16	16
1	Трансформаторы											
1.1	Трансформаторы		+	+	+	+		+				+
2	Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах											
2.1	Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах										+	
3	Синхронные машины											
3.1	Синхронные машины						+		+	+		

Вес КМ, %:	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
------------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-11 Исследование трёхфазного асинхронного двигателей с короткозамкнутым и фазным роторами (Лабораторная работа)
- КМ-12 Исследование трехфазного асинхронного двигателя в ненормальных и особых режимах (Лабораторная работа)
- КМ-13 Исследование генератора постоянного тока (Лабораторная работа)
- КМ-14 Исследование двигатель постоянного тока (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-11	КМ-12	КМ-13	КМ-14
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Асинхронные машины					
1.1	Асинхронные машины		+	+		
2	Машины постоянного тока					
2.1	Машины постоянного тока				+	+
Вес КМ, %:			25	25	25	25

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### Электрические машины

(название дисциплины)

#### 5 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 Получение задания на КП (расчет основных размеров тр-ра)
- КМ-2 Сдача раздела КП «Проектирование статора вращающейся электрической машины (обмоток ВН и НН силового трансформатора)»
- КМ-3 Сдача раздела КП «Проектирование ротора вращающейся электрической машины (расчет параметров короткого замыкания)»
- КМ-4 Сдача раздела КП «Расчет характеристик спроектированной электрической машины» (проектирование магнитной системы трансформатора)
- КМ-5 Сдача раздела КП «Научно-исследовательская часть курсового проекта»
- КМ-6 Сдача графической части КП
- КМ-7 Получение допуска к защите КП КМ-7

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	2	4	6	8	10	12	14
1	Особенности проектирования электрических машин		+						
2	Выбор главных размеров			+					
3	Расчет магнитной цепи			+					
4	Расчет параметров и характеристик				+	+	+		
5	Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки							+	+
Вес КМ, %:			5	20	20	15	15	15	10