

**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>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.23</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>4 семестр - 5; 5 семестр - 5; всего - 10</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>360 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>4 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>4 семестр - 32 часа; 5 семестр - 16 часов; всего - 48 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>4 семестр - 2 часа; 5 семестр - 18 часов; всего - 20 часов</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>4 семестр - 97,5 часа; 5 семестр - 109,2 часов; всего - 206,7 часов</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>5 семестр - 33,7 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>5 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Лабораторная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b> <b>Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>4 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>5 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>5 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 1,3 часа</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В. Ширинский


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

А.Г. Васьков

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

Т.А.  
Шестопалова

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение принципов электромеханического преобразования энергии для разработки электрических машин и их применения на практике и приобретение цифровых компетенций в области электромеханики

### 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;
- приобретение навыков использования цифровых технологий для решения задач электромеханики.

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: - способы построения обмоток машин переменного тока; - принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин; - принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов; - принципы действия, конструкции и характеристики синхронных машин; - принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока.  уметь: - рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока; - рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин; - рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин; - рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов; - рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока.
ПК-5 Способен решать задачи цифровизации в электроэнергетике и электротехнике	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Осуществляет поиск и выбор цифровых технологий и методов в соответствии с поставленной задачей	знать: - современные цифровые средства инжиниринга для создания электромеханических систем.  уметь: - создавать электромеханические системы с помощью современных

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		цифровых средств инжиниринга.

## 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>Самостоятельное изучение</u></b>  <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Трансформаторы"  <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>                      Повторение материала по разделу "Трансформаторы"  <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b>                      Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы  <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 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></p>
1.1	Трансформаторы	68		14	20	12	-	-	-	-	-	22	-	



															[2], Глава 1-8 [3], Глава 2 [4], Глава 14-15
2	Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах	30		6	-	4	-	-	-	-	-	20	-		<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.
2.1	Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах	30		6	-	4	-	-	-	-	-	20	-		<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 расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по 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>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 "Общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии в электрических машинах" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 8- 9 [2], Глава 12-15 [3], Глава 4 [4], Глава 29-31
3	Синхронные машины	46	12	12	-	-	-	-	-	-	-	22	-		<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
3.1	Синхронные машины	46	12	12	-	-	-	-	-	-	-	22	-		Изучение материала по разделу "Синхронные машины" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Синхронные машины" <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 "Синхронные машины" <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. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 12-16 [2], Глава 32-38 [3], Глава 8



														[5], Глава 60-62
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		32	32	16	-	2	-	-	0.5	64	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	32	16	2	-	-	0.5	97.5			
4	Асинхронные машины	49	5	16	8	-	-	-	-	-	-	25	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Асинхронные машины"
4.1	Асинхронные машины	49		16	8	-	-	-	-	-	-	25	-	<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>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение 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 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. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 10-11 [2], Глава 20-26 [3], Глава 5 [4], Глава 46

5	Машины постоянного тока	41		16	8	-	-	-	-	-	-	17	-	<p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Машины постоянного тока"</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 "Машины постоянного тока" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Машины постоянного тока"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], Глава 18-19 [2], Глава 40-46 [3], Глава 10 [5], глава 68</p>
5.1	Машины постоянного тока	41		16	8	-	-	-	-	-	-	17	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	54.0		-	-	-	16	-	4	-	0.3	33.7	-	
	Всего за семестр	180.0		32	16	-	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0		32	16	-	18		4		0.8		109.2	
	ИТОГО	360.0	-	64	48	16	20		4		1.3		206.7	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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

Принцип работы и конструкция однофазных трансформаторов. Магнитные системы и магнитопроводы трансформаторов. Электротехнические стали. Типы и конструкции обмоток. Основные изоляционные узлы и детали. Классификация изоляции. Конструкция трехфазных трансформаторов. Рабочий процесс однофазного трансформатора. Основные уравнения напряжений и МДС однофазного трансформатора. Работа трансформатора при нагрузке. Приведенный трансформатор. Схема замещения трансформатора. Параметры схемы замещения. Векторная диаграмма трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания трансформатора. Внешняя характеристика. Регулирование напряжения трансформатора. Энергетическая диаграмма трансформатора, потери и КПД. Схемы и группы соединения обмоток трёхфазных трансформаторов. Параллельная работа трехфазных трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Трёхобмоточные трансформаторы: конструкция, параметры схемы замещения. Автотрансформатор: назначение, схема соединения обмоток, преимущества и недостатки перед обычными трансформаторами. Переходные процессы в трансформаторах. Включение трансформатора на холостом ходу. Внезапное короткое замыкание трансформатора..

### 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 обмоток машин переменного тока..

### 3. Синхронные машины

#### 3.1. Синхронные машины

Назначение, области применения, конструкция синхронных машин. Принцип работы СМ в генераторном и двигательном режимах. Системы возбуждения синхронных генераторов. 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 без учета насыщения. Уравнения напряжений и векторная диаграмма явнополюсного синхронного генератора без учета 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. Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора..

### 4. Асинхронные машины

#### 4.1. Асинхронные машины

Выбор компонентов электромеханических систем. 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. Механическая характеристика. Формула Клосса. Пусковой момент АД. Способы увеличения пускового момента АД. Способы пуска в ход АД. 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 возбуждения, внешние и регулировочные характеристики. Двигатели постоянного тока: схемы возбуждения, токоскоростные и механические характеристики, регулирование частоты вращения..

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

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

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Генераторы постоянного тока;
2. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором;
3. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором;
4. Исследование синхронного компенсатора;
5. Работа синхронного генератора параллельно с сетью. Регулирование реактивной мощности.;
6. Работа синхронного генератора параллельно с сетью. Регулирование активной мощности.;
7. Работа синхронного генератора на автономную нагрузку;
8. Исследование автотрансформатора;
9. Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора;
10. Параллельная работа трехфазных трансформаторов;
11. Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора;

## 12. Двигатели постоянного тока.

### 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
- Выбор главных размеров
- Расчет магнитной цепи
- Расчет параметров и характеристик
- Оформление графической части и расчетно-пояснительной записки

#### **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 компенсатора Лабораторная работа/Работа синхронного генератора на автономную нагрузку Лабораторная работа/Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование активной мощности Лабораторная работа/Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование реактивной мощности
принципы действия, конструкции и характеристики трансформаторов	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>	+					Лабораторная работа/Исследование автотрансформатора Лабораторная работа/Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов Лабораторная работа/Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора Расчетно-графическая работа/Расчет параметров трансформаторов
принципы действия, конструкции и характеристики асинхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>				+		Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

							Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором
принципы действия, конструкции и характеристики машин постоянного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Генераторы постоянного тока Лабораторная работа/Двигатели постоянного тока
способы построения обмоток машин переменного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Обмотки электрических машин
современные цифровые средства инжиниринга для создания электромеханических систем	ИД-2 <sub>ПК-5</sub>					+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Подбор компонентов электромеханических систем
<b>Уметь:</b>							
рассчитывать параметры и характеристики асинхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором
рассчитывать параметры и характеристики синхронных машин	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Исследование синхронного компенсатора Лабораторная работа/Работа синхронного генератора на автономную нагрузку Лабораторная работа/Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование активной мощности Лабораторная работа/Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование реактивной мощности
рассчитывать параметры и характеристики машин постоянного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>					+	Лабораторная работа/Генераторы постоянного тока Лабораторная работа/Двигатели постоянного тока
рассчитывать МДС многофазных обмоток машин переменного тока	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>		+				Расчетно-графическая работа/Обмотки электрических машин
рассчитывать параметры и характеристики	ИД-5 <sub>ОПК-4</sub>	+					Лабораторная работа/Исследование



трансформаторов						автотрансформатора Лабораторная работа/Исследование несимметричной нагрузки трехфазного трансформатора Лабораторная работа/Параллельная работа трехфазных трансформаторов Лабораторная работа/Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора Расчетно-графическая работа/Расчет параметров трансформаторов
создавать электромеханические системы с помощью современных цифровых средств инжиниринга	ИД-2ПК-5				+	Кейс (решение конкретных производственных ситуаций)/Подбор компонентов электромеханических систем

## **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 компенсатора (Лабораторная работа)
4. Обмотки электрических машин (Расчетно-графическая работа)
5. Параллельная работа трехфазных трансформаторов (Лабораторная работа)
6. Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора (Лабораторная работа)
7. Работа синхронного генератора на автономную нагрузку (Лабораторная работа)
8. Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование активной мощности (Лабораторная работа)
9. Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование реактивной мощности (Лабораторная работа)
10. Расчет параметров трансформаторов (Расчетно-графическая работа)

#### **5 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Генераторы постоянного тока (Лабораторная работа)
2. Двигатели постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (Лабораторная работа)
4. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Подбор компонентов электромеханических систем (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))

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.

В диплом выставляется оценка за 5 семестр.

**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 и микромашины : учебник для электромеханических специальностей вузов / Д. Э. Брускин, А. Е. Зорохович, В. С. Хвостов . – 3-е изд., перераб. и доп., стер . – М. : Альянс, 2016 . – 528 с. - ISBN 978-5-91872-133-9 .;
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 / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
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	Е-200/2,	стол, стул, шкаф, многофункциональный центр

для проведения лабораторных занятий	Научная 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 консультирования	Е-207, Лекционная аудитория	стол, стул, шкаф, лабораторный стенд
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 Проведение опытов холостого хода и короткого замыкания трехфазного двухобмоточного трансформатора (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 Расчет параметров трансформаторов (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 Обмотки электрических машин (Расчетно-графическая работа)
- КМ-7 Работа синхронного генератора на автономную нагрузку (Лабораторная работа)
- КМ-8 Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование активной мощности (Лабораторная работа)
- КМ-9 Работа синхронного генератора параллельно с сетью, регулирование реактивной мощности (Лабораторная работа)
- КМ-10 Исследование синхронного компенсатора (Лабораторная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс с 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	10	12	12	12	14	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-1 Подбор компонентов электромеханических систем (Кейс (решение конкретных производственных ситуаций))
- КМ-2 Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (Лабораторная работа)
- КМ-3 Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором (Лабораторная работа)
- КМ-4 Генераторы постоянного тока (Лабораторная работа)
- КМ-5 Двигатели постоянного тока (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	14	16
1	Асинхронные машины						
1.1	Асинхронные машины		+	+	+		
2	Машины постоянного тока						
2.1	Машины постоянного тока					+	+
Вес КМ, %:			12	22	22	22	22

## 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