

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4; 2 семестр - 5; всего - 9</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>324 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов; 2 семестр - 16 часов; всего - 32 часа</b>
<b>Консультации</b>	<b>2 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 95,7 часа; 2 семестр - 109,5 часов; всего - 205,2 часов</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>2 семестр - 52 часа;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>2 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>2 семестр - 0,2 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>2 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

С.В. Ширинский

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

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

(подпись)

С.В. Ширинский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

(подпись)

М.Г. Киселев

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** является изучение особенностей электрических машин малой мощности, конструкций, принципов работы, методов расчета и основных характеристик электрических машин для автоматических устройств и систем, включая силовые микромашины, исполнительные и информационные машины

### Задачи дисциплины

- изучение основных видов силовых микродвигателей, исполнительных и информационных электрических машин, их конструкций, режимов работы и характеристик;
- освоение особенностей теории и конструктивного исполнения электрических микромашин;
- изучение марок и основных свойств материалов, применяемых при производстве электрических микромашин;
- приобретение навыков использования современных методов расчета параметров и характеристик электрических машин автоматических устройств.

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
ПК-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и методы их исследования и разработки	знать: - устройство и области применения информационных электрических машин; - устройство исполнительных электрических машин; - основные виды силовых микродвигателей, их устройство и режимы работы.  уметь: - рассчитывать характеристики силовых микродвигателей; - определять погрешности информационных электрических машин; - строить характеристики исполнительных электрических машин.
ПК-1 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Оформляет техническую документацию по результатам исследования и обсуждать полученные результаты	знать: - правила оформления результатов исследований и испытаний электрических машин.  уметь: - оформлять и представлять результаты исследований.
ПК-2 Способен оптимально выбирать	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Применяет методы расчёта, проектирования и	знать: - методы анализа процессов

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	конструирования электромеханических систем и их элементов	преобразования энергии в микромашинах.  уметь: - применять методы создания и анализа моделей электрических микромашин.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханическое преобразование энергии и методы его исследования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

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 9 зачетных единиц, 324 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	Силовые микромашинны	143.7	1	16	16	16	-	-	-	-	-	95.7	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Силовые микромашинны"</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 "Силовые микромашинны" материалу.</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 контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Силовые микромашинны и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Силовые микромашинны" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Силовые микромашинны"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Силовые микромашинны	143.7		16	16	16	-	-	-	-	-	95.7	-	

														<p>[1], глава 1, 2, стр. 12-50 ;глава 1, 2, стр. 12-50 ;глава 4: 4.1-4.5, стр. 85-112; глава 4: 4.6-4.11, стр. 113-144; глава 6, стр. 179-188 ;глава 5, стр. 167-178; глава 5: 5.1-5.7, стр. 145-166</p> <p>[2], глава 1, 2, 3, стр. 9-57 ; глава 4, стр. 59-88; глава 5, 6, стр. 89-114; глава 6, стр. 115-166; глава 6, глава 9, стр. 213-227; глава 8, стр. 186-198; глава 8: 8.3, стр. 199-212</p> <p>[3], глава 47, стр 594-601; глава 48 стр. 602-610</p> <p>[4], глава 63 стр. 230-236, 237-241, 242-245, 246-249, глава 65 стр. 342-343, 351-352, глава 67 стр. 367-383</p>
	Зачет	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0		16	16	16	-	-	-	-	0.3	95.7	-	
	Итого за семестр	144.0		16	16	16	-	-	-	-	0.3	95.7	-	
2	Исполнительные электродвигатели	41	2	10	10	8	-	-	-	-	-	13	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Исполнительные электродвигатели"</p> <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:</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 "Исполнительные электродвигатели" материалу.</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и</p>
2.1	Исполнительные электродвигатели	41		10	10	8	-	-	-	-	-	13	-	

													<p>подготовка к защите лаб. работы  <u><b>Подготовка к контрольной работе:</b></u>  Изучение материалов по разделу  Исполнительные электродвигатели и  подготовка к контрольной работе  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Изучение материала по разделу  "Исполнительные электродвигатели"  подготовка к выполнению заданий на  практических занятиях  <u><b>Самостоятельное изучение</b></u>  <u><b>теоретического материала:</b></u> Изучение  дополнительного материала по разделу  "Исполнительные электродвигатели"  <u><b>Изучение материалов литературных</b></u>  <u><b>источников:</b></u>  [1], глава 7, стр. 189-207; глава 8, 10, стр.  208-267; глава 9, стр. 268-276;  [2], глава 7, стр. 189-207; глава 11, стр. 254-  273; глава 12, стр. 274-304;  [3], глава 49 стр. 620, глава 50 стр. 627-632  [4], глава 63 стр. 250-251</p>	
3	Информационные электрические машины	31		6	6	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><u><b>Подготовка к текущему контролю:</b></u>  Повторение материала по разделу  "Информационные электрические машины"</p>
3.1	Информационные электрические машины	31		6	6	8	-	-	-	-	-	11	-	<p><u><b>Подготовка к лабораторной работе:</b></u> 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 "Информационные электрические машины" материалу.  <u><b>Подготовка к аудиторным занятиям:</b></u>  Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы  <u><b>Подготовка к практическим занятиям:</b></u>  Изучение материала по разделу  "Информационные электрические машины"</p>

													подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Информационные электрические машины" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], глава 12, стр. 318-341; глава 13, стр. 342-377; глава 14, стр. 378-397 [2], глава 14, стр. 321-339; глава 15, стр. 340-363; глава 16, стр. 364-387 [3], глава 50 стр. 633-636 и стр. 637-640
	Экзамен	35.8	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	72.2	-	-	-	16	-	4	-	0.2	52	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.5</b>	<b>76</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>180.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.5</b>		<b>109.5</b>	
	<b>ИТОГО</b>	<b>324.0</b>	<b>-</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>0.8</b>		<b>205.2</b>		

**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. Силовые микромашины

#### 1.1. Силовые микромашины

Назначение и область применения электрических машин автоматических устройств. Их классификация. Состояния и перспективы развития микроэлектромашиностроения. Особенности теории электрических машин автоматических устройств. Магнитодвижущие силы и магнитные поля двухфазных несимметричных машин с произвольным пространственным сдвигом обмоток. Выражения для МДС прямой и обратной последовательностей. Анализ пускового вращающего момента. Условия получения кругового вращающегося поля. Особенности эллиптического поля. Метод симметричных составляющих в применении к двухфазным машинам с ортогональным сдвигом обмоток в пространстве. Уравнения напряжений. Схемы замещения сопротивлений токами прямой и обратной последовательностей. Выражения токов, электромагнитных мощностей и вращающих моментов. Потери мощности. Энергетическая диаграмма. Основные уравнения и схемы замещения однофазного асинхронного двигателя. Сравнения свойств различных фазосдвигающих элементов. Асинхронные двигатели с пусковыми элементами. Особенности конструкции. Двигатели с пусковым резистором. Двигатели с пусковым конденсатором. Асинхронный конденсаторный двигатель с пусковым и рабочим конденсаторами. Условия получения кругового поля в конденсаторных двигателях. Механические характеристики. Пусковые и рабочие свойства. Конденсаторный двигатель с предвключенными элементами. Универсальные асинхронные двигатели. Схемы включения в однофазную сеть. Уравнения токов. Сравнение характеристик. Асинхронные двигатели с экранированными полюсами. Конструкция. Принцип действия. Механические характеристики. Классификация синхронных микродвигателей, особенности конструкции, области их применения. Общая теория синхронных микродвигателей. Электромагнитный момент. Угловая характеристика. Синхронные микродвигатели с постоянными магнитами. Конструктивные разновидности. Основы теории магнитоэлектрических машин. Пуск в ход и вхождение в синхронизм. Рабочие характеристики. Синхронные реактивные микродвигатели. Особенности их конструкции и теории. Пусковые, синхронизирующие и рабочие свойства. Синхронные гистерезисные микродвигатели. Их устройство, принцип действия. Механические и рабочие характеристики. Конструктивные особенности и особенности характеристик микродвигателей постоянного тока. Способы стабилизации частоты их вращения. Однофазные коллекторные микродвигатели переменного тока и универсальные коллекторные двигатели. Конструктивные особенности. Механические и рабочие характеристики. Многополюсные синхронные микродвигатели, ротор с когтеобразными полюсами. Двигатели с катящимся и гибким волновым ротором. Устройство и принцип действия. Пусковые и рабочие свойства. Двигатели с электромагнитной редукцией частоты вращения. Магнитное поле в зазоре электрической машины: пространственные гармоники МДС, зубцовые гармоники проводимости, спектр гармоник индукции поля в зазоре. Магнитное поле индукторного двигателя. Принцип действия и виды индукторных двигателей. Вентильные двигатели: структурная схема, принцип действия. Особенности практической реализации вентильных микродвигателей, недостатки вентильных двигателей. Основные уравнения. Характеристики..

### 2. Исполнительные электродвигатели

#### 2.1. Исполнительные электродвигатели

Классификация исполнительных микродвигателей. Требования, предъявляемые к исполнительным двигателям. Исполнительные двигатели постоянного тока. Особенности конструкции. Малоинерционные исполнительные двигатели постоянного тока. Основные уравнения и характеристики ИДПТ при полюсном и якорном управлении. Исполнительные

асинхронные двигатели. Схемы включения и способы управления. Самоход и пути его устранения. Основные характеристики АИД при различных способах управления. Электромеханическая постоянная времени. Шаговые двигатели. Их устройство и принцип действия. Конструктивные разновидности. Синхронизирующий момент шагового двигателя. Режимы работы. Вхождение в синхронизм..

### 3. Информационные электрические машины

#### 3.1. Информационные электрические машины

Общие сведения об информационных электрических машинах. Классификация. Основные требования, предъявляемые к ним. Тахогенераторы. Их назначение, области применения. Тахогенераторы постоянного тока. Их конструктивные особенности. Выражение выходной характеристики. Погрешности и способы их уменьшения. Асинхронные тахогенераторы. Устройство, принцип действия. Выражение выходной характеристики и его анализ. Погрешности и способы их уменьшения. Синхронные тахогенераторы. Их основные особенности. Характеристики. Сельсины. Их назначение. Конструкции: контактные и бесконтактные сельсины. Анализ работы сельсинов в индикаторном и трансформаторном режимах. Факторы, влияющие на точность работы сельсинов. Магнесины. Их устройство и принцип действия. Вращающиеся трансформаторы. Их устройство, принцип действия, конструктивные разновидности и основные режимы работы, области применения. Основы теории идеализированных поворотных трансформаторов: синусно-косинусного, линейного, преобразователя координат, фазовращателя. Основные погрешности вращающихся трансформаторов в различных режимах работы и способы их уменьшения..

#### 3.3. Темы практических занятий

1. Уравнение выходной характеристики тахогенератора постоянного тока. Уравнение выходной характеристики асинхронного тахогенератора;
2. Семейство механических и регулировочных характеристик асинхронного исполнительного двигателя при амплитудном и фазном управлении;
3. Семейство механических и регулировочных характеристик исполнительного двигателя постоянного тока при якорном и полюсном управлении;
4. Основные характеристики вентильных двигателей;
5. Спектр гармоник индукции поля в зазоре машины с двухсторонней зубчатостью;
6. Векторная диаграмма синхронного микродвигателя. Уравнение электромагнитного момента. Угловая характеристика;
7. Универсальный коллекторный двигатель – рабочие характеристики;
8. Синхронные двигатели с постоянными магнитами – рабочие и пусковые характеристики, вхождение в синхронизм. Синхронный реактивный двигатель, синхронный гистерезисный двигатель – особенности пуска и вхождения в синхронизм;
9. Погрешности сельсинов при работе в индикаторном и трансформаторном режимах;
10. АД с пусковыми элементами – сравнение пусковых свойств. Асинхронный конденсаторный двигатель – уравнения и характеристики. Универсальный асинхронный двигатель – сравнение характеристик. Асинхронный двигатель с экранированными полюсами – рабочие характеристики;
11. МДС прямого и обратного поля двухфазной несимметричной асинхронной машины. Метод симметричных составляющих применительно к двухфазной машине с ортогональными обмотками;
12. Двигатель с катящимся и волновым ротором – пусковые и рабочие свойства;
13. Погрешности вращающихся трансформаторов в основных режимах работы.

### 3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование универсального асинхронного двигателя;
2. Исследование асинхронного двигателя с экранированными полюсами;
3. Исследование синхронного гистерезисного двигателя;
4. Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока;
5. Исследование исполнительного двигателя постоянного тока;
6. Исследование исполнительного шагового двигателя;
7. Исследование сельсинов;
8. Исследование вращающихся трансформаторов.

### 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 "Исполнительные электродвигатели"

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Силовые микромашины"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Исполнительные электродвигатели"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Информационные электрические машины"

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

1. Консультации проводятся по разделу "Исполнительные электродвигатели"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Силовые микромашины"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Исполнительные электродвигатели"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Информационные электрические машины"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

#### 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Особенности проектирования однофазных асинхронных машин
- Неавтоматизированный поиск оптимальных обмоточных
- Автоматизированный поиск оптимальных обмоточных данных
- Анализ рабочих и пусковых характеристик двигателя
- Разработка графической и текстовой документации

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

Неделя	1 - 4	5 - 9	10 - 11	12 - 13	14 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	20	20	20	30	-
Выполненный	10	30	50	70	100	-

объем нарастающим итогом, %						
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Особенности проектирования однофазных асинхронных машин
2	Неавтоматизированный поиск оптимальных обмоточных данных
3	Автоматизированный поиск оптимальных обмоточных данных
4	Анализ рабочих и пусковых характеристик двигателя
5	Разработка графической и текстовой документации

### 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	
<b>Знать:</b>					
основные виды силовых микродвигателей, их устройство и режимы работы	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+			Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с экранированными полюсами Лабораторная работа/Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование синхронного гистерезисного двигателя Лабораторная работа/Исследование универсального асинхронного двигателя Контрольная работа/Метод симметричных составляющих Контрольная работа/Параметры и номинальные данные электрических машин
устройство исполнительных электрических машин	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+		Контрольная работа/Асинхронный исполнительный двигатель Контрольная работа/Исполнительный двигатель постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного шагового двигателя Контрольная работа/Синхронный микродвигатель
устройство и области применения	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+	Лабораторная работа/Исследование вращающихся

информационных электрических машин					трансформаторов Лабораторная работа/Исследование сельсинов
правила оформления результатов исследований и испытаний электрических машин	ИД-4 <sub>ПК-1</sub>		+		Лабораторная работа/Исследование исполнительного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного шагового двигателя Контрольная работа/Синхронный микродвигатель
методы анализа процессов преобразования энергии в микромашинах	ИД-3 <sub>ПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Асинхронный конденсаторный двигатель Лабораторная работа/Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование универсального асинхронного двигателя Контрольная работа/Метод симметричных составляющих Контрольная работа/Параметры и номинальные данные электрических машин
<b>Уметь:</b>					
рассчитывать характеристики силовых микродвигателей	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+		Лабораторная работа/Исследование асинхронного двигателя с экранированными полюсами Лабораторная работа/Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование синхронного гистерезисного двигателя Лабораторная работа/Исследование универсального асинхронного двигателя Контрольная работа/Метод симметричных составляющих

					Контрольная работа/Параметры и номинальные данные электрических машин
строить характеристики исполнительных электрических машин	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+		Контрольная работа/Асинхронный исполнительный двигатель Контрольная работа/Исполнительный двигатель постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного шагового двигателя Контрольная работа/Синхронный микродвигатель
определять погрешности информационных электрических машин	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+	Лабораторная работа/Исследование вращающихся трансформаторов Лабораторная работа/Исследование сельсинов
оформлять и представлять результаты исследований	ИД-4 <sub>ПК-1</sub>		+		Лабораторная работа/Исследование исполнительного двигателя постоянного тока Лабораторная работа/Исследование исполнительного шагового двигателя
применять методы создания и анализа моделей электрических микромашин	ИД-3 <sub>ПК-2</sub>		+		Контрольная работа/Асинхронный конденсаторный двигатель Контрольная работа/Метод симметричных составляющих Контрольная работа/Параметры и номинальные данные электрических машин

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

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

###### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока (Лабораторная работа)
2. Исследование универсального асинхронного двигателя (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Асинхронный конденсаторный двигатель (Контрольная работа)
2. Метод симметричных составляющих (Контрольная работа)
3. Параметры и номинальные данные электрических машин (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Исследование асинхронного двигателя с экранированными полюсами (Лабораторная работа)
2. Исследование синхронного гистерезисного двигателя (Лабораторная работа)

###### **2 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование вращающихся трансформаторов (Лабораторная работа)
2. Исследование исполнительного двигателя постоянного тока (Лабораторная работа)
3. Исследование исполнительного шагового двигателя (Лабораторная работа)
4. Исследование сельсинов (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Асинхронный исполнительный двигатель (Контрольная работа)
2. Исполнительный двигатель постоянного тока (Контрольная работа)
3. Синхронный микродвигатель (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

###### *Зачет (Семестр №1)*

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

###### *Экзамен (Семестр №2)*

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

###### *Курсовой проект (КП) (Семестр №2)*

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 2 семестр.

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

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1 Печатные и электронные издания:

1. Юферов, Ф. М. Электрические машины автоматических устройств : учебник для вузов по специальности "Электромеханика" / Ф. М. Юферов . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1988 . – 479 с.;
2. Осин, И. Л. Электрические машины автоматических устройств : Учебное пособие по специальности "Электромеханика" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / И. Л. Осин, Ф. М. Юферов . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 424 с. - ISBN 5-7046-0741-1 .;
3. Иванов-Смоленский А.В.- "Электрические машины. В двух томах. Том 1", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383012222.html>;
4. 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. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. MathCad;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Libre Office.

### 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	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-208.1, Лаборатория микромашин	стол, стул
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-213, Зал заседаний	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран

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	Е-206.1, Преподавательская	парта со скамьей, стеллаж для хранения книг, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электрические машины автоматических устройств

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 Параметры и номинальные данные электрических машин (Контрольная работа)
- КМ-2 Метод симметричных составляющих (Контрольная работа)
- КМ-3 Исследование универсального асинхронного двигателя (Лабораторная работа)
- КМ-4 Асинхронный конденсаторный двигатель (Контрольная работа)
- КМ-5 Исследование асинхронного двигателя с экранированными полюсами (Лабораторная работа)
- КМ-6 Исследование синхронного гистерезисного двигателя (Лабораторная работа)
- КМ-7 Исследование бесколлекторного двигателя постоянного тока (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	10	10	15	20	15	15	15
1	Силовые микромашины								
1.1	Силовые микромашины		+	+	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:			10	10	15	20	15	15	15

#### 2 семестр

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

- КМ-8 Синхронный микродвигатель (Контрольная работа)
- КМ-9 Исполнительный двигатель постоянного тока (Контрольная работа)
- КМ-10 Исследование исполнительного двигателя постоянного тока (Лабораторная работа)
- КМ-11 Асинхронный исполнительный двигатель (Контрольная работа)
- КМ-12 Исследование исполнительного шагового двигателя (Лабораторная работа)
- КМ-13 Исследование сельсинов (Лабораторная работа)
- КМ-14 Исследование вращающихся трансформаторов (Лабораторная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-8	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12	КМ-13	КМ-14
		Неделя	10	10	15	20	15	15	15

		КМ:							
1	Исполнительные электродвигатели								
1.1	Исполнительные электродвигатели	+	+	+	+	+			
2	Информационные электрические машины								
2.1	Информационные электрические машины						+	+	
Вес КМ, %:		10	10	15	20	15	15	15	

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

**Электрические машины автоматических устройств**

(название дисциплины)

**2 семестр**

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

- КМ-1 Получение индивидуального задания на курсовой проект
- КМ-2 Выполнение неавтоматизированного поиска оптимальных обмоточных данных
- КМ-3 Выполнение автоматизированного поиска оптимальных обмоточных данных
- КМ-4 Расчет рабочих и пусковых характеристик двигателя
- КМ-5 Разработка графической и текстовой документации

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	9	11	13	15
1	Особенности проектирования однофазных асинхронных машин		+				
2	Неавтоматизированный поиск оптимальных обмоточных данных			+			
3	Автоматизированный поиск оптимальных обмоточных данных				+		
4	Анализ рабочих и пусковых характеристик двигателя					+	
5	Разработка графической и текстовой документации						+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	30