

**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**  
**ИСПЫТАНИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ**  
**ИЗДЕЛИЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 73,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа Реферат	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

(подпись)

Е.А. Кузнецова

(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:** изучение методик испытания электрических машин, трансформаторов и низковольтных электрических аппаратов, метрологического обеспечения испытаний, методов измерения электрических, не электрических и магнитных величин при испытаниях, а также методов нагрузки электрических машин и трансформаторов.

### Задачи дисциплины

- освоение основных методов испытаний электрических машин, трансформаторов и электрических аппаратов.

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: - методы нагрузки электрических машин и трансформаторов.
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: - виды и объем испытаний, требования к документации оформляемой при изготовлении и испытаниях продукции.  уметь: - выбирать методы испытаний и разрабатывать программы и методики проведения испытаний электротехнических устройств.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Выбирает критерии оптимальности показателей качества объекта проектирования	знать: - подходы к выбору измерительной аппаратуры для измерения не электрических, электрических и магнитных величин при исследованиях и испытаниях машин и аппаратов.  уметь: - применять методы измерения различных физических величин в процессе испытаний.

## **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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать курс "Электрические и электронные аппараты", "Электрические машины"

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 3 зачетных единицы, 108 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	Раздел 1. Общие вопросы испытаний	16	3	3	-	3	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общие вопросы испытаний" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. Изучение материалов лекций и рекомендуемой литературы.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Общие вопросы испытаний"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие вопросы испытаний"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 2-5 [4], 10-27</p>	
1.1	Общие вопросы испытаний	16		3	-	3	-	-	-	-	-	-	10		-
2	Раздел 2. Испытания по определению величин	33		8	-	8	-	-	-	-	-	-	17		-
2.1	Испытания по определению не электрических величин	12	4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Испытания по определению неэлектрических, электрических и магнитных величин"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Испытания по определению неэлектрических, электрических и магнитных величин" подготовка к выполнению заданий на</p>	
2.2	Испытания по определению электрических величин	12	4	-	2	-	-	-	-	-	-	6	-		

2.3	Испытания по определению магнитных параметров	9	-	-	4	-	-	-	-	-	5	-	<p>практических занятиях. Изучение материалов лекций и рекомендуемой литературы.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Испытания по определению неэлектрических, электрических и магнитных величин и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 6-14 [3], 135-160</p>
3	Раздел 3. Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств"</p>
3.1	Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях. Изучение материалов лекций и рекомендуемой литературы.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 15-18 [3], 83-100</p>
4	Раздел 4. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов"</p>
4.1	Виды нагрузки при	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Виды</p>

	испытаниях электрических машин и трансформаторов												нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 73-83
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	16	-	16	-	2	-	-	0.5	40	33.5	
	Итого за семестр	108.0	16	-	16		2		-	0.5		73.5	

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

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Раздел 1. Общие вопросы испытаний

#### 1.1. Общие вопросы испытаний

Содержание курса. Виды и краткая характеристика испытаний электрических аппаратов, машин и трансформаторов. Нормативная документация. Пути развития и совершенствования методов испытаний и исследований электрических аппаратов и их частей. Формирование задания на проведение испытаний, подбор измерительного оборудования. Представление результатов работы. Техника безопасности при проведении испытаний..

### 2. Раздел 2. Испытания по определению величин

#### 2.1. Испытания по определению не электрических величин

Методы измерения температуры. Методы измерения линейных размеров, скоростей, ускорений в электрических аппаратах. Кинематические схемы движения контактов. Контактные зазоры. Механические характеристики контактной системы. Динамика срабатывания аппаратов. Методы измерения частоты вращения. Измерение скольжения машин переменного тока. Способы измерения угла нагрузки синхронных машин. Измерение механического момента на валу. Измерение расхода охлаждающего газа. Испытания вибропрочность, виброустойчивость. Методы измерения шумов и вибраций электрических машин. Методы оценки вибрации. Особенности измерения шума трансформаторов..

#### 2.2. Испытания по определению электрических величин

Требования к измерительным приборам. Измерение тока, напряжения, мощности при коммутационных испытаниях электрических аппаратов. Коммутация, дуговые процессы в аппаратах, измерение длительности горения дуги. Исследование восстанавливающейся прочности и восстанавливающегося напряжения. Испытания на термическую стойкость и электродинамическую стойкость. Требования к испытательным контурам, определение параметров. Измерение сопротивления обмоток. Измерение электрической мощности. Измерение сопротивления изоляции обмоток. Испытания изоляции обмоток электрических машин на электрическую прочность. Методы определения коэффициента полезного действия. Определение степени искрения коллекторных машин..

#### 2.3. Испытания по определению магнитных параметров

Приборы для измерения магнитных величин. Измерение магнитных свойств магнитомягких материалов. Измерение магнитных свойств магнитотвердых материалов. Измерение магнитного потока, напряженности магнитного поля, магнитной индукции в магнитных системах..

### 3. Раздел 3. Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств

#### 3.1. Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств

Аппаратура распределения и управления низковольтная, стандартизованные методы испытаний. Общие требования. Электромеханические контакторы и пускатели. Плавкие низковольтные предохранители. Электромеханические и электронные реле. Автоматические выключатели.

### 4. Раздел 4. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов

#### 4.1. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов



Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов без отдачи энергии в сеть. Метод непосредственной нагрузки электрических машин и трансформаторов с отдачей энергии в сеть. Метод взаимной нагрузки электрических машин и трансформаторов: машины постоянного тока, асинхронные машины, синхронные машины. Испытания трансформаторов по методу взаимной нагрузки. Метод косвенной нагрузки электрических машин..

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

1. Изучение методов обработки информации по результатам испытаний;
2. Расчет необходимого испытательного напряжения при проверке электрической прочности изоляции;
3. Специальные виды оборудования, применяемые при испытаниях электрических аппаратов в предельных режимах работы;
4. Расчет минимально допустимого сопротивления изоляции;
5. Расчет тока трансформатора при опыте косвенной нагрузки;
6. Испытания электрических аппаратов на длительное нагревание, электрическую и термическую стойкость.;
7. Выбор измерительной аппаратуры для определения электрических величин.

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
методы нагрузки электрических машин и трансформаторов	ИД-1ПК-1				+	Тестирование/Тест №2. "Методы нагрузки электрических машин и трансформаторов"
виды и объем испытаний, требования к документации оформляемой при изготовлении и испытаниях продукции	ИД-4ПК-1	+		+	+	Тестирование/Тест №1 "Виды испытаний. Нормативная документация, применяемая при проведении испытаний."
подходы к выбору измерительной аппаратуры для измерения не электрических, электрических и магнитных величин при исследованиях и испытаниях машин и аппаратов	ИД-1ПК-2		+			Контрольная работа/Контрольная работа №1.
<b>Уметь:</b>						
выбирать методы испытаний и разрабатывать программы и методики проведения испытаний электротехнических устройств	ИД-4ПК-1	+	+	+		Реферат/Контрольная работа №2. Разработка программы и методики испытаний.
применять методы измерения различных физических величин в процессе испытаний	ИД-1ПК-2		+			Контрольная работа/Контрольная работа №1.

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

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

**3 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1. (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2. Разработка программы и методики испытаний. (Реферат)
3. Тест №1 "Виды испытаний. Нормативная документация, применяемая при проведении испытаний." (Тестирование)
4. Тест №2. "Методы нагрузки электрических машин и трансформаторов" (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости (система БАРС) и экзаменационной оценкой в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

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

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

1. Акимова, Н. А. Монтаж, техническая эксплуатация и ремонт электрического и электромеханического оборудования : учебное пособие для среднего специального образования по специальности 1806 "Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования" / Н. А. Акимова, Н. Ф. Котеленец, Н. И. Сентюрихин . – 3-е изд., стер . – М. : Академия, 2005 . – 296 с. – (Среднее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2380-8 .;

2. Кузнецова, Е. А. Испытания электрических аппаратов низкого напряжения : методическое пособие по курсу "Электрические аппараты" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Е. А. Кузнецова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 24 с.

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7012](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7012);

3. Намитоков, К. К. Испытания аппаратов низкого напряжения / К. К. Намитоков . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 248 с.;

4. Акимов Е. Г., Белкин Г. С., Годжелло А. Г., Дегтярь В. Г.- "Основы теории электрических аппаратов", (5-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2015 - (592 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61364](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61364).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

## 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 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****Испытания и исследования электротехнических изделий**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Тест №1 "Виды испытаний. Нормативная документация, применяемая при проведении испытаний." (Тестирование)  
 КМ-2 Контрольная работа №1. (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа №2. Разработка программы и методики испытаний. (Реферат)  
 КМ-4 Тест №2. "Методы нагрузки электрических машин и трансформаторов" (Тестирование)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	10	14	16
1	Раздел 1. Общие вопросы испытаний					
1.1	Общие вопросы испытаний		+		+	
2	Раздел 2. Испытания по определению величин					
2.1	Испытания по определению не электрических величин			+	+	
2.2	Испытания по определению электрических величин			+	+	
2.3	Испытания по определению магнитных параметров			+	+	
3	Раздел 3. Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств					
3.1	Испытания аппаратов и низковольтных комплектных устройств		+		+	
4	Раздел 4. Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов					
4.1	Виды нагрузки при испытаниях электрических машин и трансформаторов		+			+
Вес КМ, %:			20	30	40	10