

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

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Электроэнергетические системы и цифровые технологии (№1), Цифровые системы релейной защиты и автоматики (№2)**

**Уровень образования: бакалавриат**

**Форма обучения: очная**

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ**

<b>Блок</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>Индекс дисциплины по учебному плану</b>	<i><b>Б1.В.19</b></i>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах</b>	<b>6 семестр – 3</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану</b>	<b>108</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр – 16 часов</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр – 16 часов</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>Учебным планом не предусмотрено</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр – 40 часов</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b> экзамен	<b>6 семестр – 2,5 часов</b>
<b>Контроль:</b> экзамен	<b>6 семестр – 33,5 часов</b>

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Л.Р. Куш  
(расшифровка подписи)

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Электроэнергетические системы и цифровые технологии

Доцент кафедры ЭиЭ, к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

В.Н. Курьянов  
(расшифровка подписи)

Руководитель образовательной программы Цифровые системы релейной защиты и автоматики

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент  
(должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

И.о. заведующего кафедрой ЭиЭ,  
к.т.н., доцент  
(название кафедры)



(подпись)

Е.Г. Зенина  
(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний об электрических и электронных аппаратах как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

**Задачами дисциплины являются:**

- изучение конструктивных элементов и режимов работы электрических и электронных аппаратов;
- способность и готовность анализировать научно-техническую информацию, изучать отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования;
- способность применять фундаментальные знания, полученные по общетехническим дисциплинам, к тематике исследования.

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-3. Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.6. Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- требования, предъявляемые к аппаратам и режимы работы аппаратов;</li><li>- основные физические процессы и явления в электрических аппаратах;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять основные физические законы для описания процессов в ЭА при различных условиях;</li></ul>
ОПК-5. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	ОПК-5.1. Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- методы измерения основных электрических величин;</li></ul> <b>уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- применять справочный аппарат по выбору электрических и электронных аппаратов</li></ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1. Способен управлять технологическим оборудованием, выбирать серийное и проектировать новое оборудование	ПК-1.1. Выполняет сбор и анализ данных по заданной тематике, обосновывает выбор технологических решений.	<b>знать:</b> –устройство и принцип работы электромеханических и электронных аппаратов; <b>уметь:</b> - пользоваться технической и справочной литературой по тематике исследования.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: Физика, Теоретические основы электротехники, Промышленная электроника, Переходные процессы.

Дисциплина относится к части формируемой участниками образовательных отношений, блока дисциплин 1 по направлению подготовки Бакалавр 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профили: Электроэнергетические системы и цифровые технологии, Цифровые системы релейной защиты и автоматики).

Для освоения дисциплины, обучающийся должен:

### **знать:**

- требования, предъявляемые к аппаратам и режимы работы аппаратов;
- основные физические процессы и явления в электрических аппаратах;
- устройство и принцип работы электромеханических и электронных аппаратов
- методы измерения основных электрических величин;
- устройство и принцип работы электромеханических и электронных аппаратов;
- номинальные параметры и режимы работы аппаратов;

### **уметь:**

- применять основные физические законы для описания процессов в ЭА при различных условиях;
- применять справочный аппарат по выбору электрических и электронных аппаратов
- пользоваться технической и справочной литературой по тематике исследования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин:

- профиль №1: Релейная защита электроэнергетических систем, Электрические станции, Электрическая часть электростанций и подстанций, Преддипломная практика;

-профиль № 2: Релейная защита электроэнергетических систем, Релейная защита систем электроснабжения и ЭС, Электрические станции, Преддипломная практика.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы								Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)	
				Контактная						СР	Контроль		
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА				
1	Введение. Классификация. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам. Факторы, влияющие на работу аппаратов	6	6	2	-	-	-	-	-	4		[1] с. 4-17 [2] с. 5-9	
2	Основные физические процессы и явления в электрических аппаратах	10	6	3	-	-	-	-	-	7		[1] с. 67-74 [2] с. 34-62	
3	Контактные явления в электрических аппаратах.	10	6	3	-	-	-	-	-	7		[1] с. 60-62 [2] с. 68-94	
4	Горение электрической дуги. Способы гашения	9	6	2	-	-	-	-	-	7		[1] с. 88-102, с. 180-186 [2] с. 96-115, с. 9-33	
5	Электромеханические аппараты автоматики	18	6	3	8	-	-	-	-	7		[1] с. 224-228 [2] с. 318-352	
6	Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения.	19		3	8					8		[1] с. 106-125 [2] с. 443-487	
7	Экзамен	36							2,5	-	33,5	Экзамен проводится в письменной форме по билетам согласно программе экзамена	
	Итого	108	6	16	16	-	-	-	2,5	40	33,5		

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

### 3.2. Краткое содержание разделов

#### 6 семестр

##### 1. Введение. Классификация. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам. Факторы, влияющие на работу аппаратов

Классификация электрических аппаратов по назначению, области применения, принципу действия, конструктивным особенностям. Требования к электрическим аппаратам. Номинальные параметры и режимы работы.

##### 2. Основные физические процессы и явления в электрических аппаратах

Тепловые процессы в электрических аппаратах. Источники теплоты в электрических аппаратах. Анализ способов распространения теплоты в аппаратах. Термическая стойкость электрических аппаратов. Режимы работы электрических аппаратов.

##### 3. Контактные явления в электрических аппаратах

Классификация электрических контактов. Контактная поверхность и контактное сопротивление. Зависимость переходного сопротивления от свойств материала контактов. Влияние переходного сопротивления контактов на нагрев проводников. Сваривание электрических контактов. Износ электрических контактов. Материалы для электрических контактов. Параметры контактных конструкций.

##### 4. Горение электрической дуги. Способы гашения

Процессы, протекающие при коммутации контактов. Окологатодная область. Область дугового столба. Способы гашения электрической дуги. Широкие и узкие продольные щели. Дугогасительные решётки. Электродинамические силы при переменном токе. Механический резонанс. Электродинамическая стойкость электрического аппарата.

##### 5. Электромеханические аппараты автоматики

Основные понятия и определения. Классификация реле. Общие для реле всех видов параметры и характеристики. Требования, предъявляемые к реле. Электромагнитные реле тока и напряжения, реле времени, их устройство, принцип действия. Поляризованные реле. Тепловые реле. Герконовые реле.

##### 6. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения.

Классификация. Основные параметры и характеристики контактора постоянного и переменного тока. Автоматические выключатели. Электрические плавкие предохранители. Силовые электронные ключи. Силовые диоды, транзисторы, тиристоры.

### 3.3. Темы практических занятий

#### 6 семестр

1. Изучение электромагнитных реле переменного тока и напряжения серий РТ-40, РН-50 (2 часа).
2. Изучение электромагнитных реле времени серии ЭВ, промежуточных и указательных реле (2 часа).
3. Изучение комбинированных реле серий РТ-80, РТ-90 (2 часа).
4. Изучение вторичных реле прямого действия РТМ и РТВ (2 часа).
5. Изучение устройства, принципа действия магнитных пускателей (2 часа).
6. Изучение устройства, принципа действия автоматических выключателей (2 часа).
7. Изучение устройства, принципа действия предохранителей напряжением до 1000 В (2 часа).
8. Изучение устройства, принципа действия УЗО (2 часа).

### **3.4. Темы лабораторных работ**

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены.

### **3.5. РГР**

РГР учебным планом не предусмотрены.

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

Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом 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	5	6	7	
<b>Знать:</b>									
требования, предъявляемые к аппаратам и режимы работы аппаратов	ОПК-3.6.	X					X	X	Тест 1. Классификация электрических аппаратов. Требования, предъявляемые к аппаратам
основные физические процессы и явления в электрических аппаратах	ОПК-3.6.		X	X	X	X	X	X	Контрольная работа 1. Тепловые процессы в электрических аппаратах
устройство и принцип работы электро-механических и электронных аппаратов	ПК-1.1.					X	X	X	Тест 2. Электрические аппараты
методы измерения основных электрических величин	ОПК-5.1.					X	X	X	Тест 3. Электромагнитные реле
<b>Уметь:</b>									
применять основные физические законы для описания процессов в ЭА при различных условиях;	ОПК-3.6.	X	X	X	X	X	X	X	Контрольная работа 2. Контактные явления в электрических аппаратах
применять справочный аппарат по выбору электрических и электронных аппаратов	ОПК-5.1.				X	X	X	X	Тест 4. Способы гашения электрической дуги
пользоваться технической и справочной литературой по тематике исследования	ПК-1.1.	X	X	X	X	X	X	X	Тест 5. Силовые электронные ключи
Всего часов на раздел дисциплины (в соответствии с п. 3.1)		6	10	10	9	18	19	36	

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине:**

###### **6 семестр**

–тестирование:

1. Классификация электрических аппаратов. Требования, предъявляемые к аппаратам
2. Электрические контакты
3. Электромагнитные реле
4. Способы гашения электрической дуги
5. Силовые электронные ключи

– контрольные работы:

1. Тепловые процессы в электрических аппаратах
2. Контактные явления в электрических аппаратах

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины):**

###### **6 семестр**

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины (модуля) - Экзамен

Оценка в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании экзаменационной составляющей.

В приложение к диплому выносится оценка за 6 семестр.

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

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

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

1. Аполлонский С. М. Электрические аппараты управления и автоматики: учебное пособие для СПО / С. М. Аполлонский, Ю. В. Куклев, В. Я. Фролов. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 256 с. <https://e.lanbook.com/book/151688>
2. Чунихин, А.А. Электрические аппараты: общий курс / А.А. Чунихин. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Энергия, 1975. – 648 с. : ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601596> (дата обращения: 12.01.2021). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный.

**5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:** ОС Windows, Microsoft Office, MathCAD, RastrWin

### 5.3. Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>
- Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>
- Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>
- База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>
- База данных Scopus <https://www.scopus.com>
- Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
- База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/pendata>
- База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
- База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
- Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
- База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/pendata>
- Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>
- Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
- Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>
- Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>
- Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
- Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Лекционные занятия проводятся в учебных аудиториях, снабженных оборудованием для показа обучающих материалов, средствами звуковоспроизведения, доской аудиторной, оборудованием для представления презентаций (плазменная панель, персональный компьютер).

Практические занятия проводятся в компьютерных классах.

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электрические и электронные аппараты

(название дисциплины)

#### 6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1	Тест 1. Классификация электрических аппаратов. Требования, предъявляемые к аппаратам и режимы работы
КМ-2	Контрольная работа 1. Тепловые процессы в электрических аппаратах
КМ-3	Контрольная работа 2. Контактные явления в электрических аппаратах
КМ-4	Тест 2. Электрические контакты
КМ-5	Тест 3. Электромагнитные реле
КМ-6	Тест 4. Способы гашения электрической дуги
КМ-7	Тест 5. Силовые электронные ключи

Вид промежуточной аттестации – экзамен

Трудоемкость дисциплины = 3 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ - 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4	КМ- 5	КМ- 6	КМ- 7	Экзамен
		Неделя КМ:								
1	Введение. Классификация. Требования, предъявляемые к электрическим аппаратам. Факторы, влияющие на работу аппаратов		+							
2	Основные физические процессы и явления в электрических аппаратах			+						
3	Контактные явления в электрических аппаратах				+					
4	Горение электрической дуги. Способы гашения.							+		
5	Электромеханические аппараты автоматики					+				
6	Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения						+		+	
	Минимальный балл за КМ		5	7	8	5	5	5	5	20
	Максимальный балл за КМ		8	10	10	8	8	8	8	40