

**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: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**АППАРАТЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

<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.08.07</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 3;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>108 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 63,5 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2024**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	R7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А. Кузнецова

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	R7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А. Кузнецова

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

М.Г. Киселев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение физических основ процессов гашения дуги в электрических аппаратах высокого напряжения, и связанных с этим конструктивных особенностей аппаратов, области их применения, изучение назначения и конструктивных особенностей оборудования, обеспечивающего контроль и измерение параметров сети высокого напряжения, защиту её в аномальных режимах.

### Задачи дисциплины

- Формирование понимания о взаимосвязи физических процессов, приводящих к успешному гашению дуги в различных типах дугогасительных систем, и конструктивных особенностей соответствующих аппаратов, использующих эти принципы; о соотношении между термической и электродинамической стойкостью аппарата; о значимости другого оборудования, работающего в сетях высокого напряжения, для нормального функционирования сетей высокого напряжения как в номинальных режимах, так и в переходных и в аномальных ситуациях..

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-3 Способен использовать методы математического анализа и компьютерного моделирования для изучения принципов функционирования и исследования характеристик и особенностей работы электрических машин и аппаратов	ИД-4 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание области применения, подходов к выбору аппаратов высокого напряжения и владеет навыками проведения экспериментов	знать: - Области применения аппаратов высокого напряжения, происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы.; - Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения..  уметь: - Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы..

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханика, электрические и электронные аппараты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать дисциплину «Электрические и электронные аппараты»
- уметь выполнять расчеты электромагнитных процессов в цепях

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	Введение	12	8	2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 301-306 [2], 552-557
1.1	Аппараты высокого напряжения: классификация, основные технические параметры.	12		2	2	2	-	-	-	-	-	6	-	
2	Коммутационные аппараты	28		6	4	6	-	-	-	-	-	12	-	
2.1	Воздушные выключатели.	6		1	2	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.2	Элегазовые выключатели	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.3	Масляные выключатели	6		1	2	1	-	-	-	-	-	2	-	
2.4	Вакуумные выключатели	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
3	Аппараты измерения	14		2	4	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 317-323
3.1	Трансформаторы тока и напряжения	14		2	4	2	-	-	-	-	-	6	-	
4	Аппараты защиты, экраны, КРУ	18		4	4	4	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 323-336
4.1	Реакторы	3		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
4.2	Ограничители перенапряжений и разрядники	3		1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
4.3	Экраны	3	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-		
4.4	Комплектные	9	1	4	1	-	-	-	-	-	3	-		

	распределительные устройства												
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0	14	14	14	-	2	-	-	0.5	30	33.5	
	Итого за семестр	108.0	14	14	14	2		-		0.5	63.5		

**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. Введение

1.1. Аппараты высокого напряжения: классификация, основные технические параметры.  
Аппараты высокого напряжения: классификация, основные технические параметры..

#### 2. Коммутационные аппараты

2.1. Воздушные выключатели.

Механизм гашения дуги Шунтирующие сопротивления.

2.2. Элегазовые выключатели

Особенность процесса гашения дуги Области использования элегазовых выключателей.

2.3. Масляные выключатели

Процесс дугогашения Достоинства и недостатки.

2.4. Вакуумные выключатели

Физика возникновения и существования дуги в вакууме. Срез тока Область использования..

#### 3. Аппараты измерения

3.1. Трансформаторы тока и напряжения

Погрешности измерительных трансформаторов Конструкция и параметры трансформаторов тока и напряжения..

#### 4. Аппараты защиты, экраны, КРУ

4.1. Реакторы

Конструкция реакторов Основные параметры реакторов.

4.2. Ограничители перенапряжений и разрядники

Конструкция и назначение разрядников и ОПН.

4.3. Экраны

Виды и назначение экранов.

4.4. Комплектные распределительные устройства

Виды и назначение Конструкция КРУ, достоинства, недостатки.

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

1. Расчёт давления в маломасляном выключателе в режиме «замкнутого пузыря»;
2. Расчёт распределения напряжения по опорной изоляционной конструкции.;
3. Расчёт электромагнитного трансформатора тока внутренней установки.;
4. Тепловой расчёт элегазового коаксиального токопровода.;
5. Расчёт бетонного реактора внутренней установки.;
6. Расчёт электрической прочности разъединителя внутренней установки..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Изучение выключателей для комплектных распределительных устройств (вакуумного и элегазовых).;
2. Исследование высоковольтных выключателей (воздушного и маломасляного).;
3. Исследование погрешностей трансформаторов тока.;
4. Исследование переходного восстанавливающегося напряжения при неударном коротком замыкании..

### **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>						
Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения.	ИД-4ПК-3	+			+	Коллоквиум/Защита лабораторных работ
Области применения аппаратов высокого напряжения, происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы.	ИД-4ПК-3	+				Тестирование/Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации
<b>Уметь:</b>						
Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.	ИД-4ПК-3		+	+	+	Тестирование/Дугогашение в аппаратах высокого напряжения Коллоквиум/Защита лабораторных работ Тестирование/Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации Контрольная работа/Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети



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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование)
2. Общие вопросы, номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование)
3. Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Электрические и электронные аппараты : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т / Ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанов . – М. : АКАДЕМИЯ, 2010 . – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-6254-9 . Т.1 : Электромеханические аппараты / Е. Г. Акимов, [и др.] ; Ред. А. Г. Годжелло, Ю. К. Розанов . – 2010 . – 352 с. - ISBN 978-5-7695-6253-2 .;
2. Чунихин, А. А. Электрические аппараты. Общий курс : учебник для электротехнических и электроэнергетических вузов / А. А. Чунихин . – 4-е изд., стер., перепеч. с 3-его изд., 1988 г . – М. : Альянс, 2008 . – 720 с. - ISBN 978-5-903034-55-0 .;
3. Электрические аппараты высокого напряжения : Учебное пособие для вузов по специальности "Электрические аппараты" / Ред. Г. Н. Александров . – Л. : Энергоатомиздат, 1989 . – 344 с. - ISBN 5-283-04439-4 .;
4. Проектирование электрических аппаратов : Учебник для вузов по специальности "Электрические аппараты" / Ред. Г. Н. Александров . – Л. : Энергоатомиздат, 1985 . – 448 с.;
5. Аверьянова С. А.- "Теория гашения дуги в электрических аппаратах. Взаимодействие дуги отключения с газовым потоком в выключателях высокого напряжения", Издательство: "СПбГПУ", Санкт-Петербург, 2015 - (68 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=70197](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=70197).

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;

3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	ЭЭА-1, Лекционная аудитория каф. "ЭМЭЭА"	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	ЭЭА-1, Лекционная аудитория каф. "ЭМЭЭА"	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭЭА-20, Лаборатория коммутационных процессов	стол, стул, шкаф для хранения инвентаря, лабораторный стенд, оборудование для экспериментов, паяльное оборудование, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие
	ЭЭА-3а, Лаборатория аппаратов высокого напряжения	стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, оборудование для экспериментов, компьютер персональный, книги, учебники, пособия, наборы демонстрационного оборудования
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	ЭЭА-1, Лекционная аудитория каф. "ЭМЭЭА"	парта, стол преподавателя, стул, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, наборы демонстрационного оборудования
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер

Помещения для консультирования	ЭЭА-3, Кабинет сотрудников	стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, вешалка для одежды, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭЭА-2б, Архив	стол, стул, документы

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ****Аппараты высокого напряжения**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации (Тестирование)  
 КМ-2 Дугогашение в аппаратах высокого напряжения (Тестирование)  
 КМ-3 Особенности работы аппаратов высокого напряжения в различных режимах работы сети (Контрольная работа)  
 КМ-4 Защита лабораторных работ (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Введение					
1.1	Аппараты высокого напряжения: классификация, основные технические параметры.		+			+
2	Коммутационные аппараты					
2.1	Воздушные выключатели.		+	+	+	+
2.2	Элегазовые выключатели		+	+	+	+
2.3	Масляные выключатели		+	+	+	+
2.4	Вакуумные выключатели		+	+	+	+
3	Аппараты измерения					
3.1	Трансформаторы тока и напряжения		+	+	+	+
4	Аппараты защиты, экраны, КРУ					
4.1	Реакторы		+	+	+	+
4.2	Ограничители перенапряжений и разрядники		+	+	+	+
4.3	Экраны		+	+	+	+
4.4	Комплектные распределительные устройства		+	+	+	+
Вес КМ, %:			20	20	20	40

