

**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**  
**АППАРАТЫ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**


<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.10.02.01
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	3 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	3 семестр - 32 часа;
<b>Практические занятия</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	3 семестр - 16 часов;
<b>Консультации</b>	3 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	3 семестр - 77,5 часа;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b>	
Тестирование	
Контрольная работа	
Коллоквиум	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
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	Ведешенков Н.А.
	Идентификатор	RBe190841-VedeshenkovNA-05f6da

(подпись)

Н.А. Ведешенков

(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 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-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: - Области применения аппаратов высокого напряжения.
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-2 <sub>ПК-1</sub> Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки	знать: - Происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы.  уметь: - Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения.
ПК-2 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	знать: - Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения.  уметь: - Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
сформулированной задачи		

## 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 дисциплину «Электрические и электронные аппараты»
- знать дисциплину «Проектирование электрических аппаратов»
- 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 4 зачетных единицы, 144 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	Введение	11	3	3	4	2	-	-	-	-	-	2	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Введение" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 301-306 [2], 552-557	
1.1	Аппараты Высокого Напряжения: Классификация, основные технические параметры.	11		3	4	2	-	-	-	-	-	2	-		
2	Коммутационные аппараты	59		13	8	6	-	-	-	-	-	-	32	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Коммутационные аппараты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Коммутационные аппараты" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 306-311.311-316 [2], 576-586,556-568,593-598,640-680,619-629,629-640,681-692 [3], 23-107,126-143,186-210,259-317 [4], 102-119,47-49,359-399,219-240 [5], 3-18
2.1	Воздушные выключатели.	14		4	-	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.2	Элегазовые выключатели	17		3	4	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.3	Масляные выключатели	11		3	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.4	Вакуумные выключатели	17		3	4	2	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Аппараты измерения	10		4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аппараты измерения"
3.1	Трансформаторы тока и напряжения	10	4	-	2	-	-	-	-	-	-	4	-		

													<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аппараты измерения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аппараты измерения"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Аппараты измерения". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Расчет реактора Расчет трансформатора тока</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 317-323</p>
4	Аппараты защиты, экраны, КРУ	28	12	4	6	-	-	-	-	-	6	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аппараты защиты, экраны, КРУ"</p>
4.1	Реакторы	11	3	4	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аппараты защиты, экраны, КРУ" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p>
4.2	Ограничители перенапряжений и разрядники	5	3	-	1	-	-	-	-	-	1	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аппараты защиты, экраны, КРУ"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 323-336</p>
4.3	Экраны	5	3	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
4.4	Комплектные распределительные устройства	7	3	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	16	16	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	16	16	2	-	-	-	0.5	77.5		

**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.

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



### **3.4. Темы лабораторных работ**

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

### **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>						
Области применения аппаратов высокого напряжения	ИД-1ПК-1		+	+	+	Тестирование/Дугогашение в аппаратах высокого напряжения
Происходящие в аппаратах высокого напряжения процессы	ИД-2ПК-1	+			+	Коллоквиум/Защита лабораторных работ
Влияние различных режимов работы на аппарат высокого напряжения	ИД-3ПК-2		+			Тестирование/Дугогашение в аппаратах высокого напряжения
<b>Уметь:</b>						
Выполнять расчет воздействий на аппарат высокого напряжения	ИД-2ПК-1		+	+	+	Тестирование/Общие вопросы , номинальные параметры и режимы эксплуатации
Выбирать аппарат высокого напряжения для указанных условий работы	ИД-3ПК-2		+	+	+	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**

**3 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 №3)

Оценка выставляется с учетом семестровой составляющей согласно методике системы БАРС

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. 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. Майнд Видеоконференции.

### 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	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-215, Лекционная аудитория	
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭЭА-22, Лаборатория каф. "ЭМЭА"	
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-215, Лекционная аудитория	
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

## Аппараты высокого напряжения

(название дисциплины)

## 3 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, %:			15	25	35	25

