

**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: Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ РАСЧЕТОВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И**  
**АВТОМАТИКИ**


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 16 часов;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	2 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	2 семестр - 59,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Лебедев А.А.
	Идентификатор	Rfd9db9a2-LebedevAndA-4143f81f

(подпись)


А.А. Лебедев

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Арцишевский Я.Л.
	Идентификатор	Re1a0c0ff-ArtsishevskyYL-f4af1cc8

(подпись)


Я.Л.

Арцишевский

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Волошин А.А.
	Идентификатор	Ra915003b-VoloshinAA-408ebd73

(подпись)

А.А. Волошин

(расшифровка подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Формирование у обучающихся навыков расчета уставок РЗА электрических станций, расчета нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока, а также расчета нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока напряжения электроэнергетических объектов

### Задачи дисциплины

- Изучение расчетных режимов, принципов реализации и освоение методик выбора уставок РЗА элементов собственных нужд электростанций;
- Изучение расчетных режимов, принципов реализации и освоение методик выбора уставок РЗА синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор электростанций;
- Освоение методик расчета нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока, выбора сечений жил кабелей;
- Освоение методик расчета нагрузок во вторичных цепях трансформаторов напряжения, выбора сечений жил кабелей.

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 вести разработку автоматических систем в электроэнергетике	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Применяет специализированное программное обеспечение	знать: - расчетные режимы для выбора параметров срабатывания устройств РЗА.  уметь: - выполнять расчет параметров срабатывания РЗА трансформаторов, электродвигателей и проводить оценку полученных результатов.
ПК-2 Способен использовать знания об автоматических устройствах в электроэнергетике в научной деятельности	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Работает с отдельными видами автоматических устройств	знать: - принципы построения, объем и виды устройств релейной защиты и автоматики электростанций, подстанций и электрических сетей.  уметь: - производить расчет нагрузок и выбор проводников во вторичных цепях ТТ; - производить расчет нагрузок, расчет и выбор коммутационных аппаратов и проводников во вторичных цепях ТН.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:  
- знать основы теории электрических цепей

- знать принцип действия, устройство и характеристики электрических машин
- знать основы и принципы построения релейной защиты
- уметь составлять схемы замещения электрических цепей и производить расчет токов короткого замыкания
- уметь читать электрические схемы
- уметь анализировать результаты расчета режимов электрических сетей

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	РЗА элементов собственных нужд электростанций	37	2	7	8	6	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение методик расчета нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения: [5] с. 268-273 [5] с. 278-281 [5] с. 242-250 [9] с. 479-533 [6] с. 174-179</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор: [5] с. 177-193 [6] с. 120-144</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор: [7] с. 26-34 [8] с. 176-191</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты трансформаторов собственных нужд 10/0,4 кВ: [6] с. 97-119 [5] с. 165-177, 193 - 210</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты ЭД 10 кВ: [1] с.232-275; [2] с.104-138; [3] с.32-39, 54-59</p> <p><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты элементов собственных нужд электростанций: [1] с.9-</p>	
1.1	Основные положения и понятия. Структура РЗА элементов собственных нужд электростанций.	5		1	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	РЗА питающих элементов собственных нужд электростанций	12		2	4	2	-	-	-	-	-	-	4		-
1.3	РЗА электродвигателей 10 кВ	10		2	2	2	-	-	-	-	-	-	4		-
1.4	РЗ трансформаторов собственных нужд 10/0,4 кВ	10		2	2	2	-	-	-	-	-	-	4		-

													10, 22-30; [4] <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение основных требований и принципов реализации релейной защиты питающих элементов собственных нужд электростанций: [1] с.168-171, 193-216; [2] с.60-66 <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение основных требований к релейной защите оборудования ЭЭС. [2] с.5-9; [3] с.6-10 <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 563-567
2	Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 56-67 [2], стр. 373-428, 473-475
2.1	Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор	20	4	4	2	-	-	-	-	-	10	-	
3	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения	33	5	4	8	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 167-177
3.1	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока	13	3	-	4	-	-	-	-	-	6	-	
3.2	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов напряжения	20	2	4	4	-	-	-	-	-	10	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>42</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>108.0</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>59.7</b>		

**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. РЗА элементов собственных нужд электростанций

1.1. Основные положения и понятия. Структура РЗА элементов собственных нужд электростанций.

Особенности построения релейной защиты и автоматики элементов собственных нужд электростанций. Возможные режимы работы нейтрали сети собственных нужд, особенности применения различных вариантов. Режимы работы электростанции, диктующие специфику выполнения РЗА.

1.2. РЗА питающих элементов собственных нужд электростанций

Особенности построения релейной защиты и автоматики питающих элементов собственных нужд электростанций, таких как блочные и резервные трансформаторы собственных нужд, реактированные линии питания собственных нужд, магистрали резервного питания, а также защиты шин КРУ 6-10 кВ. Выполнение АВР для элементов собственных нужд электростанций.

1.3. РЗА электродвигателей 10 кВ

Выполнение релейной защиты и автоматики электродвигателей 6-10 кВ механизмов собственных нужд. Электродвигатели с частотно регулируемыми приводами. Особенности выполнения защиты от однофазных замыканий на землю электродвигателей 6-10 кВ для различных режимов работы нейтрали сети собственных нужд.

1.4. РЗ трансформаторов собственных нужд 10/0,4 кВ

Выполнение релейной защиты трансформаторов собственных нужд 6-10/0,4 кВ электростанций. Особенности выполнения РЗ на стороне 6-10 кВ и 0,4 кВ.

### 2. Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор

2.1. Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор

Особенности выполнения резервных защит синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор. Различия отечественного и зарубежного подходов к реализации резервных защит синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор. Особенности выполнения защиты от однофазных замыканий на землю синхронных генераторов. Варианты выполнения основных защит блоков генератор-трансформатор.

### 3. Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения

3.1. Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока

Объем устройств и технических систем, подключаемых к вторичным обмоткам трансформаторов тока. Технические характеристики трансформаторов тока, необходимые для оценки условий работы трансформаторов тока. Подходы к определению нагрузок во вторичных цепях различных обмоток трансформаторов тока.

3.2. Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов напряжения

Объем устройств и технических систем, подключаемых к вторичным обмоткам трансформаторов напряжения. Технические характеристики трансформаторов напряжения необходимые для оценки условий работы трансформаторов напряжения. Подходы к определению нагрузок во вторичных цепях различных обмоток трансформаторов напряжения.



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

1. Структура РЗА элементов собственных нужд электростанций. Основные положения и понятия;
2. РЗА питающих элементов собственных нужд электростанций;
3. РЗА электродвигателей 6 (10) кВ;
4. РЗА трансформаторов собственных нужд 6-10/0,4 кВ;
5. Резервные защиты синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор;
6. Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока;
7. Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов напряжения.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Расчет токов КЗ для выбора уставок РЗ электрических станций;
2. РЗ элементов собственных нужд электрических станций;
3. РЗ блока генератор-трансформатор электрической станции.

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "РЗА элементов собственных нужд электростанций"
2. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения"

### **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	
<b>Знать:</b>					
расчетные режимы для выбора параметров срабатывания устройств РЗА	ИД-2ПК-1	+			Контрольная работа/Расчет релейной защит трансформаторов 10/0,4 кВ
принципы построения, объем и виды устройств релейной защиты и автоматики электростанций, подстанций и электрических сетей	ИД-1ПК-2	+	+		Контрольная работа/Расчет релейной защит трансформаторов 10/0,4 кВ
<b>Уметь:</b>					
выполнять расчет параметров срабатывания РЗА трансформаторов, электродвигателей и проводить оценку полученных результатов	ИД-2ПК-1	+	+		Контрольная работа/Расчет релейной защит трансформаторов 10/0,4 кВ Контрольная работа/Расчет релейной защиты электродвигателей 10 кВ
производить расчет нагрузок, расчет и выбор коммутационных аппаратов и проводников во вторичных цепях ТН	ИД-1ПК-2			+	Коллоквиум/Расчет вторичных цепей ТН
производить расчет нагрузок и выбор проводников во вторичных цепях ТТ	ИД-1ПК-2			+	Коллоквиум/Расчет вторичных цепей ТТ

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет вторичных цепей ТН (Коллоквиум)
2. Расчет вторичных цепей ТТ (Коллоквиум)
3. Расчет релейной защит трансформаторов 10/0,4 кВ (Контрольная работа)
4. Расчет релейной защиты электродвигателей 10 кВ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (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. Моск. энерг. ин-т (МЭИ) Труды Московского ордена Ленина энергетического института. Вып. 199. Релейная защита и автоматика энергосистем / Моск. энерг. ин-т (МЭИ), ; ред. А. М. Федосеев, В. Г. Дорогунцев . – Москва : МЭИ, 1974 . – 158 с.;
2. Федосеев, А. М. Релейная защита электроэнергетических систем : учебник для вузов по специальности "Автоматическое управление электроэнергетическими системами" / А. М. Федосеев, М. А. Федосеев . – репринтное воспроизведение изд. 1992 г . – М. : Издательский дом МЭИ, 2018 . – 528 с. - Переизд. приурочено к 75-летию юбилею каф. "Релейная защита и автоматизация энергосистем" . - ISBN 978-5-383-01321-2 .;
3. Герасимова В.Г.- "Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011751.html>.

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux.

##### **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-107, Аудитория кафедры РЗиАЭ	стол, стул, шкаф, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для самостоятельной работы	Д-105, Компьютерный класс кафедры РЗиАЭ	стол, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-103/1, Помещение каф. "РЗиАЭ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-103/2, Склад кафедры РЗиАЭ	компьютерная сеть с выходом в Интернет, оборудование специализированное

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Специальные вопросы расчетов релейной защиты и автоматики

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

КМ-1 Расчет релейной защиты трансформаторов 10/0,4 кВ (Контрольная работа)

КМ-2 Расчет релейной защиты электродвигателей 10 кВ (Контрольная работа)

КМ-3 Расчет вторичных цепей ТН (Коллоквиум)

КМ-4 Расчет вторичных цепей ТТ (Коллоквиум)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	РЗА элементов собственных нужд электростанций					
1.1	Основные положения и понятия. Структура РЗА элементов собственных нужд электростанций.		+			
1.2	РЗА питающих элементов собственных нужд электростанций		+			
1.3	РЗА электродвигателей 10 кВ		+	+		
1.4	РЗ трансформаторов собственных нужд 10/0,4 кВ		+	+		
2	Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор					
2.1	Релейная защита синхронных генераторов и блоков генератор-трансформатор		+	+		
3	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока и напряжения					
3.1	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов тока					+
3.2	Расчет нагрузок во вторичных цепях трансформаторов напряжения				+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25