

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: Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.07.09
Трудоемкость в зачетных единицах:	9 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	9 семестр - 16 часов;
Практические занятия	9 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	9 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	9 семестр - 73,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	9 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Матюнина Ю.В.
	Идентификатор	R01b54b1d-MatiuninaYV-7d5d8f23

Ю.В.
Матюнина

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Цырук С.А.
	Идентификатор	Raf2c04da-TsyrukSA-47ef358f

С.А. Цырук

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение основ релейной защиты и автоматики (РЗА) для последующего использования при проектировании и эксплуатации систем электроснабжения объектов

Задачи дисциплины

- ознакомление обучающегося с назначением релейной защиты и автоматики при решении вопросов надежности систем электроснабжения;
- изучение существующих элементных баз релейных устройств в схемах релейной защиты и автоматики;
- изучение принципов работы токовых защит;
- формирование навыков принятия и обоснования решений в выборе схем релейной защиты и автоматики схем электроснабжения конкретных объектов.

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-9 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-9} Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности	уметь: - рассчитать параметры максимальной токовой защиты линий и токовой отсечки.
ПК-9 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности	ИД-2 _{ПК-9} Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности	знать: - области применения и назначение основных типов релейной защиты.
ПК-9 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-9} Демонстрирует понимание взаимосвязи задач эксплуатации и обеспечения технологических режимов работы объектов профессиональной деятельности	знать: - назначение и принципы действия релейной защиты и автоматики, элементную базу, особенности использования источников оперативного тока. уметь: - анализировать режимы работы измерительных трансформаторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база.	18	9	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному материалу в разделе "Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база".</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях по разделу "Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база".</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного теоретического материала по разделу "Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база."</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольному мероприятию по разделу "Назначение и принципы построения</p>
1.1	Введение. Виды коротких замыканий в электрических сетях. Релейная защита: общие сведения, требования, структура, элементная база. Реле на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной элементных базах. Источники и схемы оперативного тока.	18		4	-	4	-	-	-	-	-	-	10	

													релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база". <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 5-25, стр. 37-74
2	Измерительные трансформаторы.	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольному мероприятию по разделу "Измерительные трансформаторы".
2.1	Трансформаторы тока. Типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Фильтры симметричных составляющих.	18	4	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к выполнению и защите лабораторной работы. Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному материалу в разделе "Измерительные трансформаторы". <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях по разделу "Измерительные трансформаторы". <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного теоретического материала по разделу "Измерительные трансформаторы". <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 146-174
3	Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения.	36	8	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного теоретического материала по разделу "Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения".
3.1	Токовые релейные защиты. Устройства	36	8	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение материалов и подготовка к

автоматики систем электроснабжения.													<p>выполнению и защите лабораторной работы. Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному материалу в разделе "Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения".</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях по разделу "Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения".</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольному мероприятию по разделу "Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения".</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 181-234 [5], стр. 121-186</p>
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; КПП – 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. Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база.

1.1. Введение. Виды коротких замыканий в электрических сетях. Релейная защита: общие сведения, требования, структура, элементная база. Реле на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной элементных базах. Источники и схемы оперативного тока.

Введение в дисциплину. Нормальные, аномальные и аварийные режимы. Причины и виды коротких замыканий в электрических сетях с различными режимами нейтрали. Классификация средств релейной защиты и автоматики. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Структурные части и основные элементы релейной защиты. Элементная база релейной защиты: электромеханическая, полупроводниковая, микропроцессорная.. Определение реле. Структурные схемы и принципы взаимодействия электромеханического и статического реле и управляемого элемента. Проходная характеристика реле. Классификация электрических реле. Реле на электромеханической элементной базе: электромагнитный, индукционный и магнитоэлектрический принципы действия. Примеры реле. Логическая часть релейной защиты на электромеханической элементной базе.. Полупроводниковая и микропроцессорная элементные базы релейных защит.. Назначение и основные требования к оперативному току в устройствах релейной защиты. Источники постоянного и переменного оперативного тока..

2. Измерительные трансформаторы.

2.1. Трансформаторы тока. Типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Фильтры симметричных составляющих.

Измерительные трансформаторы: назначение и требования. Трансформаторы тока: классификация, условное обозначение, конструктивное исполнение, принцип действия и схема замещения. Виды и причины погрешностей трансформаторов тока. Способы снижения погрешности трансформаторов тока. Требования к точности трансформаторов тока, питающих релейную защиту. Классы точности измерительных трансформаторов тока. Выбор трансформаторов тока и допустимой вторичной нагрузки.. Типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока: полная звезда, неполная звезда, полный треугольник, неполный треугольник, фильтр токов нулевой последовательности. Кабельный трансформатор. Нагрузка трансформаторов тока.. Трансформаторы напряжения: классификация, условное обозначение, конструктивное исполнение, принцип действия и схема замещения. Погрешности и классы точности. Типовые схемы соединения трансформаторов напряжения. Повреждения в цепях трансформаторов напряжения и контроль за их состоянием. Емкостные делители напряжения.. Фильтры симметричных составляющих. Классификация и принцип действия устройств, выделяющих и реагирующих на симметричные составляющие токов и напряжений..

3. Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения.

3.1. Токовые релейные защиты. Устройства автоматики систем электроснабжения.

Максимальная токовая защита (МТЗ), токовая отсечка (ТО), токовая направленная защита. Принцип действия, схемы, настройка реле, области применения.. Назначение и схемы устройств автоматического повторного включения (АПВ), автоматического включения резерва (АВР) и автоматической частотной разгрузки (АЧР)..

3.3. Темы практических занятий

1. 7. Взаимодействие устройств релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения.;
2. 6. Расчет параметров токовой отсечки (ТО).;
3. 5. Расчет параметров максимальной токовой защиты (МТЗ).;
4. 4. Выбор трансформаторов тока для релейной защиты.;
5. 3. Схемы соединений обмоток трансформаторов тока и реле тока.;
6. 2. Измерительные реле тока и напряжения.;
7. 1. Расчет токов короткого замыкания в системах электроснабжения..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Групповые консультации проводятся в установленные в расписании часы перед сдачей студентами экзамена.
2. Групповые консультации проводятся в установленные в расписании часы перед сдачей студентами экзамена.
3. Групповые консультации проводятся в установленные в расписании часы перед сдачей студентами экзамена.

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	
Знать:					
области применения и назначение основных типов релейной защиты	ИД-2пк-9	+			Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения».
назначение и принципы действия релейной защиты и автоматики, элементную базу, особенности использования источников оперативного тока	ИД-3пк-9	+			Контрольная работа/Контрольная работа №1 «Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения».
Уметь:					
рассчитать параметры максимальной токовой защиты линий и токовой отсечки	ИД-1пк-9			+	Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Расчет параметров токовых релейных защит».
анализировать режимы работы измерительных трансформаторов	ИД-3пк-9		+		Контрольная работа/Контрольная работа №2 «Измерительные трансформаторы».

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

9 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 «Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения». (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 «Измерительные трансформаторы». (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 «Расчет параметров токовых релейных защит». (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №9)

Итоговая оценка по дисциплине выставляется в соответствии с Положением о Балльно-рейтинговой системе ФГБОУ ВО "НИУ "МЭИ": на основе семестровой составляющей оценки и оценки на экзамене.

В диплом выставляется оценка за 9 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Андреев, В. А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения : учебник для вузов по специальности "Электроснабжение" направления "Электроэнергетика" / В. А. Андреев . – 6-е изд., стер . – М. : Высшая школа, 2008 . – 639 с. - ISBN 978-5-06-004826-1 .;
2. Кривенков, В. В. Релейная защита и автоматика энергосистем : учебное пособие по направлению 140400 "Электроэнергетика и электротехника", модуль "Электроэнергетика" / В. В. Кривенков ; ред. А. Ф. Дьяков ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2012 . – 164 с. - ISBN 978-5-7046-1377-0 .
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=5007>;
3. Бодрухина, С. С. Микропроцессорная защита SEPAM. Сборник лабораторных работ : методическое пособие по курсу "Автоматизация управления системами электроснабжения" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / С. С. Бодрухина, М. Е. Вихров, А. А. Лапшин, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2014 . – 32 с.;
4. Чернобровов, Н. В. Релейная защита энергетических систем : Учебное пособие для энергетических специальностей средних профессиональных учебных заведений / Н. В. Чернобровов, В. А. Семенов . – М. : Энергоатомиздат, 1998 . – 800 с. - ISBN 5-283-01003-7 : 70.00 .;
5. Ершов А. М.- "Релейная защита в системах электроснабжения напряжением 0,38-110 Кв", (2-е изд., перераб.), Издательство: "Инфра-Инженерия", Вологда, 2020 - (608 с.)
<https://e.lanbook.com/book/148385>.

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. Acrobat Reader.

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
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
12. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
13. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
16. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
17. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
18. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
19. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
20. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.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
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	ЭППЭ-24, Лаборатория "Микропроцессорная защита и автоматика"	стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, колонки звуковые,

		мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
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	ЭППЭ-22, Кабинет сотрудников	стол, стол для оргтехники, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	А-219/а, Кабинет сотрудников каф. "ЭППЭ"	кресло рабочее, стол для работы с документами, шкаф для одежды, шкаф для хранения инвентаря, тумба

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы релейной защиты и автоматики

(название дисциплины)

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 «Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения». (Контрольная работа)
 КМ-2 Контрольная работа №2 «Измерительные трансформаторы». (Контрольная работа)
 КМ-3 Контрольная работа №3 «Расчет параметров токовых релейных защит». (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	12	14
1	Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база.				
1.1	Введение. Виды коротких замыканий в электрических сетях. Релейная защита: общие сведения, требования, структура, элементная база. Реле на электромеханической, полупроводниковой и микропроцессорной элементных базах. Источники и схемы оперативного тока.		+		
2	Измерительные трансформаторы.				
2.1	Трансформаторы тока. Типовые схемы соединения обмоток трансформаторов тока. Трансформаторы напряжения. Фильтры симметричных составляющих.			+	
3	Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения.				
3.1	Токовые релейные защиты. Устройства автоматики систем электроснабжения.				+
Вес КМ, %:			30	30	40