

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: Очная

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.08.09 |
| Трудоемкость в зачетных единицах: | 8 семестр - 4; |
| Часов (всего) по учебному плану: | 144 часа |
| Лекции | 8 семестр - 28 часа; |
| Практические занятия | 8 семестр - 14 часов; |
| Лабораторные работы | 8 семестр - 12 часов; |
| Консультации | 8 семестр - 2 часа; |
| Самостоятельная работа | 8 семестр - 87,5 часа; |
| в том числе на КП/КР | не предусмотрено учебным планом |
| Иная контактная работа | проводится в рамках часов аудиторных занятий |
| включая: Контрольная работа Лабораторная работа | |
| Промежуточная аттестация: | |
| Экзамен | 8 семестр - 0,5 часа; |

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Д.В. Михеев

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

| | | |
|--|--|--------------------------------|
| | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» | |
| | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ | |
| | Владелец | Матюнина Ю.В. |
| | Идентификатор | R01b54b1d-MatiuninaYV-7d5d8f2a |

(подпись)

Ю.В.

Матюнина

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

С.А. Цырук

(расшифровка подписи)

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-8 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности | ИД-1 _{ПК-8} Применяет методы расчета показателей функционирования элементов и систем технологического оборудования объектов профессиональной деятельности | уметь: - рассчитать параметры максимальной токовой защиты линий и токовой отсечки. |
| ПК-8 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности | ИД-2 _{ПК-8} Знает методы ведения режимов работы объектов профессиональной деятельности | знать: - области применения и назначение основных типов релейной защиты. |
| ПК-8 Способен участвовать в обеспечении показателей функционирования оборудования объектов профессиональной деятельности | ИД-3 _{ПК-8} 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 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 | Назначение и принципы построения релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база. | 30 | 8 | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <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 текущему контролю:</u> Изучение материалов и подготовка к контрольному мероприятию 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 практическим занятиям:</u> Подготовка к выполнению заданий на практических занятиях 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. | 30 | | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|----|----|---|---|---|---|---|---|---|----|---|--|
| | | | | | | | | | | | | | релейной защиты и автоматики систем электроснабжения. Элементная база". |
| 2 | Измерительные трансформаторы. | 30 | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <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. | 30 | 8 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 14 | - | <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". |
| 3 | Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения. | 48 | 12 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | 26 | - | <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 автоматики систем электроснабжения. | 48 | 12 | 4 | 6 | - | - | - | - | - | 26 | - | <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 "Устройство и принципы действия токовых релейных защит и автоматики систем электроснабжения". <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". <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". <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 3-11 |
| | Экзамен | 36.0 | - | - | - | - | 2 | - | - | 0.5 | - | 33.5 | |
| | Всего за семестр | 144.0 | 28 | 12 | 14 | - | 2 | - | - | 0.5 | 54 | 33.5 | |
| | Итого за семестр | 144.0 | 28 | 12 | 14 | | 2 | - | | 0.5 | | 87.5 | |

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. 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. 1. Расчет токов короткого замыкания в электрических сетях.;
2. 2. Логические схемы релейной защиты.;
3. 3. Трансформаторы тока.;
4. 4. Трансформаторы напряжения.;
5. 5. Расчет параметров максимальной токовой защиты (МТЗ).;
6. 6. Расчет параметров токовой отсечки (ТО).;
7. 7. Защиты от коротких замыканий на землю в электрических сетях с глухозаземленной и изолированной нейтралью..

3.4. Темы лабораторных работ

1. 3. Компьютерное моделирование работы устройств релейной защиты и автоматики в MATLAB.;
2. 2. Исследование конструктивного исполнения, принципа действия и характеристик трансформатора тока.;
3. 1. Исследование конструктивного исполнения и принципов действия реле на электромеханической элементной базе..

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-8 | + | + | + | Лабораторная работа/Защита лабораторных работ. |
| назначение и принципы действия релейной защиты и автоматики, элементную базу, особенности использования источников оперативного тока | ИД-3пк-8 | + | | | 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-8 | | | + | Контрольная работа/Контрольная работа №3 «Расчет параметров токовых релейных защит». |
| анализировать режимы работы измерительных трансформаторов | ИД-3пк-8 | | + | | 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

8 семестр

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Защита лабораторных работ. (Лабораторная работа)

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 №8)

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.

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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
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 |
|---------------|-------------------------------|-----------|
| | отсутствует | |

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы релейной защиты и автоматики

(название дисциплины)

8 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)
 КМ-4 Защита лабораторных работ. (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | Неделя КМ: | 4 | 8 | 13 | 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, %: | | | 20 | 20 | 30 | 30 |