

НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ЭКРА"
ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ЭКРА"

УТВЕРЖДАЮ:

Приказом № 36/25 от 25 декабря 2025 г.

НОУ НОЦ
ЭКРА

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Е.А. Понамарев

Сертификат 029D01CF0005B3D1864EC9330262ECCA2B

Действителен с 23.06.2025 по 23.09.2026

Владелец НОУ "НОЦ "ЭКРА"

ОПИСАНИЕ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ
НАПРЯЖЕНИЕМ 6-35 КВ (ЭКРА 200)»**

Форма обучения – очная

Всего часов – 80

Чебоксары, 2025

Программа повышения квалификации разработана в соответствии с учётом потребностей Общества с ограниченной ответственностью Научно-производственного предприятия «ЭКРА» (НПП «ЭКРА») в обучении персонала предприятий и организаций электроэнергетического комплекса навыкам проектирования, обслуживания, наладки и эксплуатации микропроцессорной аппаратуры релейной защиты производства НПП «ЭКРА», предназначенной для энергообъектов напряжением 6-35 кВ.

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

1.1 Нормативно-правовые основания разработки программы

Нормативно-правовую основу разработки программы составляют:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 24.03.2025 № 266 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- Положение о структуре, содержании, порядке разработки и утверждения дополнительных образовательных программ НОУ «НОЦ «ЭКРА».

Программа разработана на основе профессиональных стандартов:

- 20.003 Работник по эксплуатации устройств и комплексов релейной защиты и автоматики гидроэлектростанций/гидроаккумулирующих электростанций. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 марта 2021 г. №132н;
- 20.016 Работник по эксплуатации электротехнического оборудования тепловой электростанции. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 11 августа 2023 г. №666н;
- 20.034 Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 09 ноября 2021 г. №786н.

1.2 Категория слушателей

К освоению программы допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование и лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование (по профилю электроника, электротехника, электро- или теплоэнергетика). При освоении дополнительной профессиональной программы параллельно с получением среднего профессионального образования и (или) высшего образования удостоверение о повышении квалификации выдается одновременно с получением соответствующего документа об образовании и о квалификации.

1.3 Форма обучения и форма организации образовательной деятельности

Форма обучения: очная.

Форма организации образовательной деятельности: единовременно и непрерывно на территории НОУ «НОЦ «ЭКРА».

1.4 Трудоемкость освоения (объем) программы

Объем программы: 80 часов (академических).

Период освоения (продолжительность обучения): 11 календарных дней.

1.5 Документ, выдаваемый по результатам освоения программы

Лицам, успешно освоившим дополнительную профессиональную программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдается удостоверение о повышении квалификации установленного образца.

2 ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Цель программы повышения квалификации – совершенствование и (или) получение новой компетенции, необходимой для профессиональной деятельности в области электроэнергетики, а именно для проведения пуско-наладочных работ и технического обслуживания устройств РЗА энергообъектов напряжением 6-35 кВ производства НПП «ЭКРА» (терминалы серии ЭКРА 200). Освоение программы позволит специалистам выполнять следующие трудовые действия, связанные с работой с оборудованием релейной защиты и автоматики (РЗА), соответствующие уровню квалификации 5 и выше профессиональных стандартов (см. п.1.1 настоящей программы):

- регулировка параметров срабатывания РЗА;
- изменение алгоритмов функционирования РЗА;
- проверка параметров срабатывания элементов схем РЗА;
- проверка работы алгоритмов функционирования РЗА;
- проверка РЗА рабочим током и напряжением;
- технический осмотр устройств, шкафов и цепей РЗА;
- сбор исходных данных об оборудовании и устройствах РЗА для выполнения расчетов и выбора параметров релейной защиты;
- контроль соответствия установок РЗА новому состоянию схемы в случаях изменения схемы электрических соединений;
- контроль работы устройств релейной защиты;
- проверка взаимодействия устройств РЗА со смежными устройствами РЗА, управления и сигнализации с использованием цифровых локально-вычислительных систем и цифровых каналов связи со смежными энергообъектами;
- сборка испытательных схем для проверки и наладки особо сложных защит;
- проведение обработки осциллограмм с целью определения вида и места повреждения и анализа работы устройств РЗА.

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения программы повышения квалификации обучаемый в рамках необходимых трудовых действий должен:

знать:

- назначение и принцип действия устройств РЗА;
- требования к устройствам релейной защиты;
- требования к устройствам сетевой автоматики;
- правила технического обслуживания устройств РЗА;
- порядок выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА;
- устройство и основные технические характеристики модулей, блоков, узлов эксплуатируемых устройств РЗА;
- способы выполнения защит присоединений;
- методы поиска неисправностей в аппаратуре и цепях РЗА;
- методики технического обслуживания аппаратуры РЗА;
- методики наладки и проверки микропроцессорных устройств РЗА;
- технология проведения измерений и испытаний устройств и комплексов релейной защиты;
- назначение, способы применения и основные технические характеристики инструментов, проверочной аппаратуры и приборов, применяемых при

- проведении технического обслуживания устройств РЗА;
- порядок оформления протоколов проверок устройств РЗА.

уметь:

- читать электрические схемы;
- использовать программное обеспечение (ПО) для считывания и анализа осциллограмм и конфигураций микропроцессорных устройств РЗА;
- проверять конфигурации устройств РЗА на соответствие заданию по настройке и выполнению алгоритмов функционирования;
- выполнять построение и анализ векторных диаграмм;
- оформлять протоколы проверки устройств РЗА;
- проверять соответствия результата работы устройств РЗА назначению, принципу действия и параметрам настройки;
- читать, разрабатывать и анализировать логические схемы алгоритмов функционирования РЗА;
- выявлять дефекты и причины неправильной работы аппаратуры РЗА;
- применять проверочную аппаратуру, предусмотренную для находящихся в эксплуатации устройств РЗА;
- применять справочную информацию в области технического обслуживания и ремонта устройств РЗА;
- систематизировать и анализировать информацию по техническому обслуживанию устройств РЗА;
- проводить визуальные и инструментальные обследования и испытания;
- определять/настраивать взаимодействие между компонентами системы цифровой подстанции (наборы данных, внутренние и внешние интерфейсы связи).

4 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАЗДЕЛОВ, ДИСЦИПЛИН

4.1 Содержание программы повышения квалификации

Программа повышения квалификации содержит 4 тематических раздела, общая трудоемкость освоения которых (с учетом промежуточной и итоговой аттестации) составляет 80 часов.

№ п/п	Наименование раздела	Краткое содержание	Объем уч. нагр., час.
1.	Программно-аппаратная платформа линейки оборудования релейной защиты и автоматики энергообъектов напряжением 6-35 кВ	Функциональные элементы структуры микропроцессорных устройств. Назначение, основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики энергообъектов напряжением 6-35 кВ	8
2.	Программное обеспечение для работы с микропроцессорными терминалами серии ЭКРА 200	Состав, назначение, функциональные возможности комплекса программ EKRASMS-SP	14
3.	Защиты энергообъектов напряжением 6-35 кВ на базе терминалов серии ЭКРА 200	Проверка защит кабельных и воздушных линий, электродвигателей, ввода на секцию, секции шин,	46

№ п/п	Наименование раздела	Краткое содержание	Объем уч. нагр., час.
		генератора (мощностью до 12 МВт), трансформатора (мощностью до 16 МВА) по протоколу приемо-сдаточных испытаний	
4.	Реализация требований стандарта МЭК 61850 в микропроцессорных терминалах НПП «ЭКРА»	Интеграция терминалов серии ЭКРА 200 в систему управления и сбора данных. Настройка цифровых протоколов передачи данных в терминалах.	8
Промежуточная и итоговая аттестации:			4
Итого:			80

4.2 Разделы и краткое содержание занятий

РАЗДЕЛ 1 ПРОГРАММНО-АППАРАТНАЯ ПЛАТФОРМА ЛИНЕЙКИ ОБОРУДОВАНИЯ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-35 КВ

Тема 1 Элементы структуры цифровых устройств релейной защиты и автоматики

Обобщенная структурная схема устройства релейной защиты. Блок питания. Блок дискретных входов и выходов, вспомогательные элементы. Входные преобразователи дискретных сигналов. Упрощенная схема. Меры повышения помехоустойчивости. Выходные релейные преобразователи.

Средства отображения информации. Органы управления. Методы анализа и синтеза логической части микропроцессорных устройств. Комбинационные и последовательностные элементы логических структур. Основные сведения о микропроцессорах (МП). Арифметико-логическое устройство, регистры МП. Шины адреса, данных и управления. Оперативные и постоянные запоминающие устройства.

Тема 2 Микропроцессорные терминалы релейной защиты и автоматики энергообъектов напряжением 6-35 кВ серии ЭКРА 200

Назначение, основные технические характеристики, аппаратный состав и конструктивное исполнение микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики серии ЭКРА 200. Структура условного обозначения. Типоисполнения терминалов с примерами комплексных решений защит и автоматики для электрооборудования 6-35 кВ электростанций и подстанций.

Подготовка терминала к работе и его включение. Возможные состояния терминала и их назначение. Средства управления терминалом. Пункты меню терминала шкафа. Особенности параметрирования уставок и параметров защит. Режимы тестирования блоков и сигналов терминала шкафа. Внутренний алгоритм работы терминала. Устройство, типы и работа блоков терминала. Универсальные и не универсальные датчики токовых величин. Программная и аппаратная синхронизация в терминалах ЭКРА 200.

Включение терминала, оценка его состояния, проверка готовности к работе, анализ светодиодной индикации. Просмотр версии программного обеспечения. Тестирование выходных цепей и светодиодной индикации. Редактирование уставок и параметров защит. Выполнение операций с электронными ключами управления, смена группы уставок. Использование USB порта для сохранения файлов к отправке, файлов осциллограмм, обновления программного обеспечения терминала.

РАЗДЕЛ 2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ СЕРИИ ЭКРА 200

Тема 1 Комплекс программ EKRASMS-SP

Состав, назначение, функциональные возможности комплекса программ EKRASMS-SP. Системные требования. Актуальные версии и техническая документация. Особенности установки комплекса программ. Применимость программ в соответствии с типом терминала и версией его программного обеспечения.

Программа «Сервер связи». Пункты меню программы. Администрирование пользователей. Выставление параметров для соединения с одним или несколькими терминалами, организация локальной сети терминалов.

Программа «АРМ-релейщика». Пункты главного меню программы. Редактирование уставок защит и параметров терминала в программе «АРМ-релейщика». Создание архива данных «Файл к отправке». Режим «Эмуляция логики». Скачивание и сохранение осциллограмм. Считывание и сохранение файла регистратора терминала.

Программа «Smart Monitor». Запуск программы, подключение к терминалу. Администрирование и разграничение прав доступа пользователей. Работа с интерфейсом программы. Пункты меню программы, панель инструментов. Просмотр текущих значений аналоговых и дискретных сигналов. Наблюдение за текущим состоянием защит. Анализ логической схемы в меню «Быстрая логика», «Гибкая логика», «Медленная логика». Тестирование светодиодов и выходных реле.

Программа «Конфигуратор». Описание редакций программы, политика лицензирования. Пункты меню программы. Редактирование уставок защит и параметров терминала шкафа в программе «Конфигуратор». Создание логической схемы при наличии в конфигурации терминала «Гибкой логики» и обновление файла конфигурации в терминале.

Просмотр записей регистратора событий. Работа с аварийными осциллограммами, настройки осциллографирования. Диагностика связи, аппаратная конфигурация, диагностика блоков. Тестовые функции программы «Smart Monitor». Тестирование элементов логики. Эмуляция выходов матрицы. Эмуляция логики. Тестирование светодиодов и выходных реле.

Тема 2 Информационная безопасность встроенного и внешнего программного обеспечения терминалов серии ЭКРА 200

Организационно-технические требования в области информационной безопасности. Аттестация устройств РЗА. Угрозы безопасности информации терминалов РЗА. Реализация технических требований во встроенном и прикладном ПО терминала. Идентификация и аутентификация пользователей, разделение полномочий по ролям пользователей. Журнал событий информационной безопасности. Контроль использования съемных носителей информации. Управление конфигурацией и обновлениями ПО. Ограничение условий эксплуатации.

Тема 3 Средства анализа аварийных осциллограмм

Формат записи аварийных осциллограмм аналоговых и дискретных сигналов COMTRADE. Рассмотрение структуры *.cfg файла и *.dat файла. Формат записи аварийных осциллограмм в устройствах РЗА производства НПП «ЭКРА». Нормативные требования к регистрации аварийных событий в микропроцессорных устройствах РЗА. Обзор специализированного программного обеспечения для просмотра и анализа аварийных осциллограмм. Возможности и некоторые особенности применения программного обеспечения «Waves» для анализа осциллограмм.

Анализ аварийных осциллограмм в программе Waves: одно, двух, трехфазные замыкания со стороны выводов генератора и со стороны обмотки высокого напряжения блочного трансформатора; режим броска тока намагничивания при включении силового трансформатора; асинхронный режим работы генератора без потери возбуждения; гармонический анализ сигналов при перемежающемся дуговом замыкании в сети генераторного напряжения.

РАЗДЕЛ 3 ЗАЩИТЫ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-35 КВ НА БАЗЕ ТЕРМИНАЛОВ СЕРИИ ЭКРА 200

Тема 1 Терминал защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии, линии к ТСН

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 0301. Трёхступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных коротких замыканий (КЗ), орган направления мощности МТЗ, комбинированный пуск по напряжению. Контроль исправности вторичных цепей ТН и ТТ (КИН, КИТ). Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1), орган направления мощности ЗОЗЗ-1. Защита от двойных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2). Защита стороны НН ТСН. Защита от несимметричного режима (ЗНР). Защита от повышения напряжения (ЗПН). Защита минимального напряжения (ЗМН), измерительный орган ЗМН. Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ). Контроль наличия (отсутствия) напряжения на шинах. Газовая защита (ГЗ).

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ). Однократное и двукратное трехфазное автоматическое повторное включение (АПВ). Включение выключателя. Схема блокировки от многократных включений. Выключение выключателя. Фиксация положения выключателя. Защита соленоидов. Контроль цепей включения/отключения. Контроль цепей управления выключателем. Определение места повреждения при междуфазных КЗ (ОМП).

Проверка измерительной части терминала ЭКРА 21Х 0301. Проверка функций максимальной токовой защиты, реле направления мощности, реле напряжения пуска по напряжению, защиты от несимметричного режима, защиты по напряжению обратной последовательности, защиты минимального напряжения, защиты от повышения напряжения, защиты от однофазных замыканий на землю, устройства резервирования отказа выключателя, реле тока токовой отсечки нулевой последовательности по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Проверка логической части терминала ЭКРА 21Х 0301. Чтение функциональных схем терминала. Исследование алгоритма работы логической части защит: МТЗ, ЗНР, ЗОЗЗ, ЗМН и др.

Проверка работы функции автоматики управления. Автоматическое повторное включение, автоматическая частотная разгрузка, частотное автоматическое повторное включение, автоматика управления выключателем: узел отключения/включения выключателя, контроль цепей управления выключателя, блокировка от многократных включений.

Тема 2. Терминалы защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации электродвигателя

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 050Х. Дифференциальная защита двигателя (ДЗД), максимальная токовая защита (МТЗ), контроль исправности цепей напряжения (КИН), контроль исправности цепей тока (КИТ), защита от несимметричного режима (ЗНР), ЗОЗЗ-1, ЗОЗЗ-2, ЗПН, ЗМН, ЗДЗ, УРОВ. Защита минимального тока (ЗМТ). Защита минимальной частоты (ЗМЧ). Защита от тепловой перегрузки (ЗТП). Защита от асинхронного режима (ЗАР). Защита от обратной мощности (ЗОМ).

Проверка измерительной части терминала ЭКРА 21Х 0501. Проверка функций дифференциальной защиты двигателя, защиты минимальной частоты, защиты минимального тока, защиты от обратной мощности, защиты от тепловой перегрузки, защиты от асинхронного режима по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Проверка логической части терминала ЭКРА 21Х 0501. Схемы логики терминала защиты синхронных и асинхронных двигателей. Защита пускового режима. Защита от блокировки ротора. Защита от обратной мощности.

Тема 3. Терминалы защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации ввода на секцию

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 060Х. Трёхступенчатая дистанционная защита (ДЗ). Трёхступенчатая МТЗ от междуфазных КЗ, контроль исправности цепей напряжения (КИН), контроль исправности цепей тока (КИТ), контроль синхронизма (КС), ЗОЗЗ-1, ЗОЗЗ-2, ЗПН, ЗМН, ЗДЗ, ЗНР, УРОВ. Логическая защита шин (ЛЗШ). Защита от феррорезонанса (ЗФР). Защита от потери питания (ЗПП).

Автоматический ввод резерва (АВР). Восстановление нормального режима (ВНР). Автоматическое повторное включение (АПВ) и автоматика управления выключателем (АУВ).

Проверка измерительной части терминала ЭКРА 21Х 0602. Проверка функции контроля синхронизма (КС), проверка реле тока логической защиты шин (РТ ЛЗШ).

Проверка логической части терминала ЭКРА 21Х 0602. Методика настройки и проверки ЗПП, последовательной и параллельной схем ЛЗШ. Формирование разрешающего сигнала на включение.

Тема 4. Терминал защит, автоматики и сигнализации секции шин (трансформатора напряжения)

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 1501. Защита от однофазных замыканий на землю с возможностью централизованного определения поврежденного фидера (ОПФ), защита от феррорезонанса (ЗФР), трёхступенчатая защита минимального напряжения (ЗМН), защита от повышения напряжения (ЗПН), контроль исправности цепей напряжения (КИН). Функции автоматики управления: автоматическая частотная разгрузка (АЧР), частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ).

Проверка защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 1501. Методика проверки измерительной части КИН. Проверка трех очередей АЧР: АЧР-1, АЧР-2 и АЧР-3. Проверка ЧАПВ. Специальный орган определения скорости снижения частоты. Методика проверки блокировки ступеней АЧР при быстром понижении частоты.

Тема 5. Терминал защит, автоматики, управления выключателем и сигнализации генератора мощностью до 12 МВт

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 0101. Дифференциальная токовая защита генератора (ДЗГ). Трёхступенчатая максимальная токовая защита (ТЗ) от междуфазных коротких замыканий (КЗ), орган направления мощности ТЗ. Защита от потери возбуждения (ЗПВ) с возможностью блокировки от качаний (БК). Защита от асинхронного режима (ЗАР). Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ), орган направления мощности ЗОЗЗ. Защита от перегрузки обмотки статора (ЗПС). Защита ротора от перегрузки (ЗПР). Защита минимального напряжения (ЗМН), измерительный орган ЗМН. Защита от повышения напряжения (ЗПН). Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ). Контроль синхронизма (КС).

Проверка защит терминала ЭКРА 21Х 0101. Методика проверки измерительной части дифференциальной токовой защиты генератора (ДЗГ), защиты от перегрузки обмотки статора (ЗПС), защиты от перегрузки обмотки ротора (ЗПР), защиты от потери возбуждения (ЗПВ), защиты от асинхронного режима (ЗАР), контроля синхронизма (КС). Исследование алгоритма работы логической части защит.

Тема 6. Терминал защит, автоматики и сигнализации трансформатора мощностью до 16 МВА

Характеристики функций защит терминала ЭКРА 21Х 0201. Дифференциальная защита трансформатора (ДЗТ). Трёхступенчатая максимальная токовая защита стороны высокого напряжения трансформатора (МТЗ ВН) от КЗ. Двухступенчатая максимальная токовая защита стороны низкого напряжения трансформатора (МТЗ НН) от междуфазных КЗ. Блокировка при неисправности цепей напряжения (БНН). Защита от перегрузки (ЗП). Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП). Реле тока автоматики охлаждения (АО). Блокировка РПН. Газовая защита (ГЗ). Блокировка от бросков тока намагничивания (БТН). Функция и логика работы измерительного органа БТН.

Проверка защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 0201. Методика проверки измерительной части дифференциальной защиты трансформатора (ДЗТ), максимальной токовой защиты со стороны ВН (МТЗ ВН), МТЗ НН, защиты от перегрузки (ЗП), токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП), автоматики охлаждения (АО).

Проверка работы функции блокировки от броска тока намагничивания (БТН). Методика проверки блокировки токовых защит при выявлении БТН.

Тема 7. Терминал дистанционной защиты, автоматики, управления выключателем и сигнализации кабельной или воздушной линии

Характеристики функций защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 0303. Трёхступенчатая дистанционная защит (ДЗ) с блокировкой от качаний (БК). Трёхступенчатая максимальная токовая защита (МТЗ) от междуфазных коротких замыканий (КЗ), орган направления мощности МТЗ, комбинированный пуск по напряжению. Контроль исправности вторичных цепей ТН и ТТ (КИН, КИТ). Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ-1), орган направления мощности ЗОЗЗ-1. Защита от двойных замыканий на землю (ЗОЗЗ-2). Защита стороны НН ТСН. Защита от несимметричного режима (ЗНР). Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ). Контроль наличия (отсутствия) напряжения на шинах. Газовая защита (ГЗ).

Автоматическая частотная разгрузка (АЧР) и частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ). Однократное и двукратное трехфазное автоматическое повторное включение (АПВ). Включение выключателя. Схема блокировки от многократных включений. Выключение выключателя. Фиксация положения выключателя. Защита соленоидов. Контроль цепей включения/отключения. Контроль цепей управления выключателем. Определение места повреждения при междуфазных КЗ (ОМП).

Проверка защит и автоматики терминала ЭКРА 21Х 0303. Методика проверки измерительной части дистанционной защиты (ДЗ) и блокировки от качаний (БК). Проверка защит по выбору обучающегося. Исследование алгоритма работы логической части защит.

Тема 8. Функционирование устройств релейной защиты в условиях насыщения трансформаторов тока

Физические основы функционирования электромагнитного трансформатора тока. Явление остаточной намагниченности. Причины возникновения ситуаций, связанных с насыщением трансформаторов тока. Устранение остаточной намагниченности. Согласование времени работы основной релейной защиты объекта со временем до насыщения трансформатора тока. Мероприятия по обеспечению правильной работы релейной защиты в условиях насыщения трансформаторов тока. Трансформаторы тока с немагнитным зазором.

Исследование функционирования дифференциальной защиты трансформатора (ДЗТ) в условиях насыщения трансформаторов тока на цифровой модели участка энергосистемы в режиме реального времени. Проведение расчетных экспериментов режимов внутренних и внешних коротких замыканий с различным значением остаточной намагниченности сердечников трансформаторов тока. Анализ функционирования ДЗТ при различных значениях времени до насыщения трансформаторов тока.

Тема 9 Функциональные испытания устройств релейной защиты и автоматики с применением программно-аппаратного комплекса реального времени

Классификация испытаний интеллектуальных электронных устройств в электроэнергетике. Функциональные испытания, определение, назначение, методики проведения. Система добровольной сертификации «СО ЕЭС», организационные мероприятия. Программно-аппаратные инструменты для проведения сертификационных испытаний. Методика проведения сертификационных испытаний функций релейной защиты.

Подготовка тестовой модели энергосистемы и получение тестовых расчетных режимов. Подключение микропроцессорного терминала к тестовой модели энергосистемы. Проверка обмена сигналами с цифровой моделью в нормальном установившемся режиме. Выполнение расчетных экспериментов согласно программе сертификационных испытаний. Анализ полученных результатов.

РАЗДЕЛ 4 РЕАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ СТАНДАРТА МЭК 61850 В МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ТЕРМИНАЛАХ НПП «ЭКРА»

Задачи цифрового обмена данными между интеллектуальными электронными устройствами на объектах электроэнергетики. Цифровые протоколы для передачи данных в электроэнергетике, назначение, краткие характеристики. Типы применяемых интерфейсов в устройствах релейной защиты. Протоколы и стандарты обмена данными, поддерживаемые микропроцессорными терминалами серии ЭКРА 200.

Интеграция терминалов серии ЭКРА 200 в систему управления и сбора данных (SCADA систему). Непосредственная интеграция терминалов по протоколам Modbus/RTU и стандарту ГОСТ Р МЭК 60870-5-103-2005 при подключении к интерфейсу RS485, по протоколам Modbus TCP/IP и по стандартам ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004, IEC 61850-8-1 (2011) при подключении через интерфейс Ethernet.

Методика настройки протокола MMS. Создание набора данных, задание необходимых параметров для передачи. Настройка и выдача сигналов управления коммутационным аппаратом посредством протокола MMS с использованием дополнительных программ: Wireshark, IEDScout.

Настройка протокола МЭК 61850-8-1 (GOOSE) в микропроцессорном терминале серии ЭКРА 200. Пункты меню в программах «АРМ релейщика», «Smart Monitor» для настройки GOOSE-сообщений. Создание набора данных, задание необходимых параметров для передачи. Режим тестирования GOOSE-сообщений. Ручной и автоматический режим настройки GOOSE-сообщений. Анализ трафика сети с использованием дополнительных программ: Анализатор сети, Wireshark. Обмен сигналами между терминалами при помощи GOOSE-сообщений.

Настройка протокола МЭК 61850-9-2 в микропроцессорном терминале серии ЭКРА 200. Пункты меню в программе «Конфигуратор» для настройки приема SV-поток. Особенности настройки сигналов. Синхронизация времени. Параметрирование протоколов SNTP, 1PPS. Прием сигналов от испытательной установки.

5 ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Негосударственное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Научно-образовательный центр «ЭКРА» Общества с ограниченной ответственностью Научно-производственное предприятие «ЭКРА» (далее - НОУ «НОЦ «ЭКРА»)) имеет право осуществления образовательной деятельности согласно лицензии, выданной Министерством образования и молодежной политики Чувашской Республики (регистрационный номер лицензии Л035-01243-21/00246411).

Перед составлением проекта договора (образец договора размещён на сайте <https://training.ekra.ru/company/>) необходимо убедиться в наличии свободных мест по образовательной программе.

Проект договора направляется на e-mail: training@ekra.ru.

До начала обучения требуется согласование договора с НОУ «НОЦ «ЭКРА». Счёт выставляется после получения от Заказчика скан-копии утверждённого договора.