

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

УТВЕРЖДЕНО:

Приказом № 36/25 от 25 декабря 2025 г



**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 ПОДСТАНЦИОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЙ 6-35 кВ»**

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 электрических подстанций.

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:

- 20.034 Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 29 июня 2017 г. №524н;
- 20.041 Работник по оперативно-технологическому управлению в электрических сетях. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 14 мая 2019 г. №327н.

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 подстанционного оборудования классов напряжений 6-35 кВ производства НПП «ЭКРА» (шкафы типа ШЭТ, ОЭТ, терминалы БЭ2502). 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.

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

знать:

- назначение и принцип действия устройств РЗА;
- общие понятия о назначении цепей РЗА;
- основные требования к РЗА;
- способы выполнения защит присоединений;
- методы поиска неисправностей в аппаратуре и цепях РЗА;
- устройство и основные технические характеристики модулей, блоков, узлов эксплуатируемых устройств РЗА;
- методики технического обслуживания аппаратуры РЗА;
- назначение, способы применения и основные технические характеристики инструментов, проверочной аппаратуры и приборов, применяемых при проведении технического обслуживания устройств РЗА;
- технология проведения измерений и испытаний устройств и комплексов релейной защиты;
- порядок оформления протоколов проверок устройств РЗА;
- порядок расчета параметров срабатывания и выбора алгоритмов функционирования для эксплуатируемых в организации 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.

4 РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАЗДЕЛОВ, ДИСЦИПЛИН

4.1 Содержание программы повышения квалификации

Программа повышения квалификации содержит 3 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 подстанционного оборудования	Функциональные элементы структуры микропроцессорных устройств. Назначение, основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение шкафов и микропроцессорных терминалов релейной защиты и автоматики станционного оборудования	2
2.	Программное обеспечение для работы с микропроцессорными терминалами серий БЭ2502	Состав, назначение, функциональные возможности комплекса программ EKRASMS	6
3.	Защиты подстанционного оборудования классов напряжений 6-35 кВ	Проверка защит линии, шин, трансформатора, проверка алгоритмов автоматики управления выключателем и УРОВ	68
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 ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

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 Реализация требований стандарта МЭК 61850 в микропроцессорных терминалах НПП «ЭКРА»

Последовательные протоколы передачи данных, назначение ACSI на протокол MMS. Особенности протоколов последовательной передачи данных. Область применения протокола MMS в электроэнергетике. Способ передачи данных по протоколу MMS. Классы MMS-отчетов. Протокол IEC 61850-8-1 GOOSE. Структура блока управления передачей GOOSE-сообщений. Описание GOOSE-сообщений на языке SCL стандарта IEC 61850-6 (CID-файл терминала КП с настроенной публикацией и подпиской на GOOSE-сообщения). Настройка параметров принимающего устройства GOOSE. Протокол IEC 61850-9-2 Sampled Values (SV). Цифровые измерительные трансформаторы и преобразователи аналоговых сигналов. Структура блока управления передачей SV-потоков. Описание SV-потоков на языке SCL стандарта IEC 61850-6 (CID-файл преобразователя аналоговых сигналов). Определение и область применения SV-потока.

Конфигурирование и проверка MMS в устройствах РЗА. Работа с программным обеспечением конфигурирования устройств РЗА подстанционного оборудования CFG61850. Создание и редактирование наборов данных. Осуществление передачи данных посредством MMS на верхний уровень АСУ ТП: передача данных по запросу от клиента; передача данных в виде отчетов. Конфигурирование протокола GOOSE в устройствах РЗА. Настройка параметров принимающего устройства SV-потока. Работа с образами устройств. Работа с программным обеспечением MIX. Настройка коммуникационных параметров. Программное обеспечение «Программа мониторинга». Настройка коммуникационных параметров. Программное обеспечение CFG61850.

Тема 3 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 2 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАБОТЫ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМИ ТЕРМИНАЛАМИ СЕРИЙ БЭ2502 И БЭ2704

Тема 1 Комплекс программ EKRASMS

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

Подключение к терминалу. Администрирование и разграничение прав доступа пользователей. Работа с интерфейсом программ. Пункты меню программ, панель инструментов. Просмотр текущих значений аналоговых и дискретных сигналов. Наблюдение за текущим состоянием защит.

Тема 2 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.

РАЗДЕЛ 3 ЗАЩИТЫ ПОДСТАНЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЙ 6-35 КВ

Тема 1 Терминал защиты, автоматики, управления и сигнализации линии

Трёхступенчатая максимальная токовая защита (ТЗ) от междуфазных коротких замыканий (КЗ), орган направления мощности ТЗ. Цепь ускорения ТЗ. Защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ), орган направления мощности ЗОЗЗ. Защита несимметричного режима (ЗНР). Защита от дуговых замыканий (ЗДЗ). Газовая защита. Защита минимального напряжения (ЗМН). Защита от повышения напряжения (ЗПН). Устройство резервирования отказа выключателя (УРОВ). Автоматическая частотная защита (АЧР). Частотное автоматическое повторное включение (ЧАПВ). Автоматическое повторное включение (АПВ). Автоматика управления выключателем (АУВ). Включение выключателя. Схема блокировки от многократных включений. Отключение выключателя. Фиксация положения выключателя. Защита соленоидов включения/отключения. Контроль цепей включения/отключения. Контроль цепей управления выключателем.

Изучение меню терминала. Управление уставками терминала. Оперативные кнопки (ключи). Проверка цепей включения/выключения выключателя. Цепи сигнализации. Местная сигнализация. Внешняя сигнализация. Выходные реле.

Методика настройки и проверки ТЗ, ЗОЗЗ, ЗНР, ЗМН, УРОВ. Дополнительные функции терминала. Проверка ЗДЗ. Проверка газовой защиты. Проверка АЧР, ЧАПВ.

Настройка и проверка автоматики управления выключателем. Проверка АУВ и АПВ. Включение выключателя. Схема блокировки от многократных включений. Выключение выключателя. Контроль цепей управления выключателя.

Тема 2 Терминал защиты ввода

Характеристики функций защит и автоматики. Трёхступенчатая токовая защита (ТЗ) от междуфазных КЗ и логическая защита шин, орган направления мощности трёхступенчатой ТЗ, защита от однофазных замыканий на землю (ЗОЗЗ), защита минимального напряжения (ЗМН) и измерительный орган ЗМН, защита от несимметричного режима (ЗНР). Автоматический ввод резерва (АВР). Функции и логика работы АВР. АВР рабочего и резервного вводов. Восстановление нормального режима после АВР. Возможность запрета АВР. Автоматическое повторное включение (АПВ). Однократное АПВ. Вывод АПВ из работы и запрет АПВ.

Проверка логической защиты шин (ЛЗШ). Проверка последовательной схемы логической защиты шин. Проверка параллельной схемы логической защиты шин. Проверка работы АВР. Проверка работы АВР рабочего ввода. Проверка работы АВР резервного ввода. Проверка схемы восстановления нормального режима после АВР. Функциональная схема запрета АВР. Запрет или разрешение действия АВР. Логическая часть терминала. Конфигурирование дискретных входов. Конфигурирование выходных реле. Конфигурирование светодиодов терминала. Работа с гибкой логикой терминала.

Тема 3 Терминал защиты трансформатора напряжения

Характеристики функций защит и автоматики. Трёхступенчатая ЗМН. ЗОЗЗ по напряжению нулевой последовательности. Измерительный орган напряжения обратной последовательности. Дополнительные функции. Формирование сигнала отключения

выключателя. Контроль исправности трансформатора напряжения (ТН) и АЧР. Цепи сигнализации. Местная сигнализация. Внешняя сигнализация. Выходные реле.

Проверка защит трансформатора напряжения. Основные функции терминала. Проверка ЗМН, ЗПН, ЗОЗЗ. Проверка пуска по напряжению ступеней ТЗ. Дополнительные функции. Проверка АВР, АЧР, ЧАПВ, предупредительной сигнализации. Проверка работы реле, программируемых пользователем.

Тема 4 Терминал защиты, автоматики и управления электродвигателя

Общие сведения. Схемы логики терминала защиты синхронных и асинхронных двигателей. Защита пускового режима. Защита от блокировки ротора. Защита от термической перегрузки. Ограничение количества пусков двигателей. Защита от асинхронного хода. Защита от обратной мощности.

Проверка защиты, автоматики и управления электродвигателя. Проверка основных функций терминала. Проверка защиты от затянутого пуска. Проверка защиты от блокировки ротора. Проверка защиты от потери нагрузки. Проверка защиты от термической перегрузки. Проверка схемы ограничения количества пусков. Проверка схемы ограничения минимального времени между пусками. Проверка защиты от обратной мощности. Проверка защиты от асинхронного хода. Проверка АУВ.

Тема 5 Терминал защиты, автоматики и управления секционного выключателя

Характеристики функций защит и автоматики. Трёхступенчатая ТЗ от междуфазных КЗ, ЛЗШ, ЗНР, УРОВ. Устройства автоматики. АУВ (включение и выключение выключателя, контроль цепей управления выключателя). Функции и логика работы АВР. Возможность запрета АВР. Цепи сигнализации. Местная сигнализация. Внешняя сигнализация. Выходные реле. Дополнительные функции. Осциллографирование аварийного процесса. Длительность записи аналоговой и дискретной информации.

Проверка защиты, автоматики и управления секционного выключателя. Проверка ЛЗШ. Проверка ЛЗШ по различным схемам соединения контактов от пусковых реле фидерных защит. Проверка работы АВР. Проверка работы АВР резервного ввода. Функциональная схема запрета АВР. Запрет или разрешение действия АВР. Логическая часть терминала. Конфигурирование дискретных и аналоговых сигналов на осциллографирование.

Тема 6 Терминал автоматического регулятора коэффициента трансформации (АРКТ)

Терминал автоматического регулятора коэффициента трансформации. Назначение автоматического регулятора коэффициента трансформации (АРКТ) силовых трансформаторов. Функции АРКТ. Автоматическое регулирование коэффициента трансформации. Ручное или дистанционное регулирование напряжения под нагрузкой (РПН). Блокировка работы РПН. Встречное регулирование. Одновременный контроль двух секций шин.

Проверка АРКТ. Формирование команд. Формирование команд в различных режимах работы. "Импульсный" и "Непрерывный" режимы автоматики. Блокировка РПН. Функциональная схема действия блокировок регулирования. Функциональная схема блокировки при достижении крайних ступеней регулирования. Функциональная схема обнаружения неисправности управления приводом РПН.

Тема 7 Дистанционная, токовая защиты линии, автоматика и управление выключателем 6-35 кВ

Характеристики функций защит. Дистанционная защита (ДЗ). Принцип действия ДЗ. Работа ДЗ в режимах междуфазных КЗ и двойных замыканий на землю. Ненаправленный орган сопротивления. Пусковые органы ДЗ: устройство блокировки при качаниях, устройство блокировки при неисправностях цепей напряжения. Орган выявления вида КЗ. Дополнительные устройства комплекса. Трёхступенчатая ТЗ, ЗОЗЗ, УРОВ, АПВ, АУВ, ЗНР, ЗМН.

Проверка защиты линии, автоматики и управления выключателем 6-35 кВ. Дистанционная защита (на примере шкафа ШЭ2607 181). Проверка работы ДЗ в режимах междуфазных КЗ и двойного замыкания на землю. Имитация асинхронного хода и качаний в энергосистеме. Настройка и проверка пусковых органов. Функционирование устройства блокировки при качаниях и устройства блокировки при неисправностях цепей напряжения. Проверка органа выявления вида КЗ. Работа органа выявления КЗ при имитации посредством применения испытательной системы РЕТОМ трёхфазного и двухфазного КЗ и двойного замыкания на землю.

Тема 8 Защита дальнего резервирования

Особенности применения защит дальнего резервирования радиальной линии. Особенности применения защит дальнего резервирования на радиальной линии при замыканиях за трансформаторами отпаечных подстанций. Дистанционные защиты дальнего резервирования при замыканиях за трансформаторами. Особенности применения защит дальнего резервирования транзитной линии. Особенности применения защит дальнего резервирования на транзитной линии при замыканиях за трансформаторами отпаечных подстанций.

Оценка опытной эксплуатации шкафа КСЗ с функцией ЗДР. Анализ работы защит дальнего резервирования транзитной линии в двухстороннем режиме. Оценка эффективности ЗДР при включении реле сопротивления на фазный ток и фазное напряжение.

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.