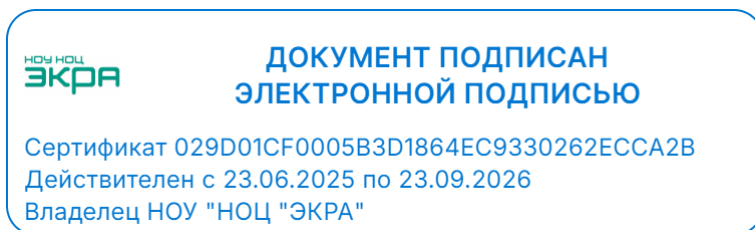


НЕГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
"НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР "ЭКРА"
ОБЩЕСТВА С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ "ЭКРА"

УТВЕРЖДАЮ:

Приказом № 36/25 от 25 декабря 2025 г.



Е.А. Понамарев

ОПИСАНИЕ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

**«УСТРОЙСТВА РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ ПОДСТАНЦИОННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЙ 330-750 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 330-750 кВ производства НПП «ЭКРА» (шкафы типа ШЭТ, ШЭ2710). 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 серии БЭ2704	Состав, назначение, функциональные возможности комплекса программ ЕКРАSMS	6
3.	Защиты подстанционного оборудования классов напряжений 330-750 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-поток. Описание SV-поток на языке SCL стандарта IEC 61850-6 (CID-файл преобразователя аналоговых сигналов). Определение и область применения SV-поток.

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-поток. 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 СЕРИИ 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 версий 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 330-750 кВ

Тема 1 Основные высокочастотные защиты линии

Выполнение основных защит линии 330-750 кВ согласно нормативно-технической документации. Особенности применения высокочастотных защит линии. Принцип действия дифференциально-фазной защиты линии (ДФЗ) для линий 330-750 кВ. Принцип действия направленной высокочастотной защиты линии обратной последовательности (НВЧЗ) для линий 330-750 кВ. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка ДФЗ. Проверка функционирования ДФЗ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу прямо-сдаточных испытаний.

Проверка НВЧЗ. Проверка функционирования НВЧЗ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу прямо-сдаточных испытаний.

Тема 2 Дифференциальная защита линии (ДЗЛ)

Выполнение основных защит линии 330-750 кВ согласно нормативно-технической документации. Особенности применения продольных дифференциальных защит линий. Принцип действия ДЗЛ для линии 330-750 кВ. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка ДЗЛ. Проверка функционирования ДЗЛ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу прямо-сдаточных испытаний.

Тема 3 Дифференциальная защита шин и ошиновок (ДЗШ и ДЗО)

Выполнение основных защит шин и ошиновок согласно нормативно-технической документации. Особенности применения дифференциальных защит. Принцип действия ДЗШ и ДЗО для объектов напряжением 330-750 кВ. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка ДЗШ. Проверка функционирования ДЗШ и ДЗО посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу прямо-сдаточных испытаний.

Тема 4 Защиты автотрансформатора (ДЗТ)

Выполнение основных защит автотрансформатора согласно нормативно-технической документации. Особенности применения дифференциальных защит автотрансформаторов. Принцип действия ДЗТ для подстанций 330-750 кВ. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка ДЗТ. Проверка функционирования ДЗТ посредством испытательного

программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Выполнение резервных защит трансформаторов согласно нормативно-технической документации. Особенности применения резервных защит трансформатора. Принцип действия дифференциальной токовой защиты нулевой последовательности (ДТЗ НП) трансформатора. Принцип действия токовой защиты нулевой последовательности (ТЗНП) трансформатора. Принцип действия максимальной токовой защиты с торможением (МТЗ с торможением) трансформатора. Принцип действия максимальной токовой защиты (МТЗ) трансформатора. Принцип действия защиты от дуговых замыканий (ЗДЗ) трансформатора. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка резервных защит автотрансформатора. Проверка функционирования резервных защит автотрансформатора посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Тема 5 Резервные защиты линии

Выполнение резервных защит линии 330-750 кВ согласно нормативно-технической документации. Особенности применения дистанционных защит (ДЗ) линии 330-750 кВ. Особенности применения токовых защит линии 330-750 кВ. Принцип действия ДЗ для линии 330-750 кВ. Принцип действия токовой направленной защиты нулевой последовательности (ТНЗНП) для линии 330-750 кВ. Принцип действия токовой отсечки (ТО) для линии 330-750 кВ. Принцип действия аварийной максимальной токовой защиты (АМТЗ) для линии 330-750 кВ. Структура комплекса защит. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка резервных защит линии 330-750 кВ. Проверка функционирования резервных защит линии 330-750 кВ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика защиты. Схемы подключения защиты. Особенности расчета и выбора параметров срабатывания. Проверка защиты по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Тема 6 Автоматика управления выключателем

Функции автоматики управления выключателем (АУВ) для объектов 330-750 кВ согласно нормативно-технической документации. Особенности применения АУВ для объектов 330-750 кВ. Выполнение функции трёхфазного автоматического повторного включения (ТАПВ) для объектов 330-750 кВ. Приём сигналов от технологических защит выключателя для объектов 330-750 кВ. Принцип действия устройства резервирования отказов выключателя (УРОВ) для объектов 330-750 кВ. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка АУВ и УРОВ. Проверка функционирования автоматики управления выключателем и УРОВ для объектов 330-750 кВ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика. Схемы подключения. Особенности расчета и выбора параметров. Проверка защиты по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Функция однофазного автоматического повторного включения (ОАПВ) для объектов 330-750 кВ согласно нормативно-технической документации. Выполнение функции ОАПВ для объектов 330-750 кВ. Алгоритм функционирования логической части.

Проверка ОАПВ. Проверка функционирования ОАПВ для объектов 330-750 кВ посредством испытательного программно-технического комплекса. Назначение, принцип действия, характеристика. Схемы подключения. Особенности расчета и выбора параметров. Проверка защиты по протоколу приемо-сдаточных испытаний.

Тема 7 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.