

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**

Сертификат 029D01CF0005B3D1864EC9330262ECCA2B

Действителен с 23.06.2025 по 23.09.2026

Владелец НОУ "НОЦ "ЭКРА"

Е.А. Понамарев

ОПИСАНИЕ
ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ»

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 обслуживания, наладки и эксплуатации микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики производства НПП «ЭКРА».

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 микропроцессорных устройств противоаварийной автоматики производства НПП «ЭКРА» (шкафы типа ШЭТ, ШЭЭ 22Х). Освоение программы позволит специалистам выполнять следующие трудовые действия, связанные с работой с оборудованием противоаварийной автоматики (ПА), соответствующие уровню квалификации 5 и выше профессиональных стандартов (см. п.1.1):

- регулировка параметров срабатывания ПА;
- проверка параметров срабатывания элементов схем ПА;
- проверка работы алгоритмов функционирования ПА;
- проверка ПА рабочим током и напряжением;
- технический осмотр устройств, шкафов и цепей ПА;
- сбор исходных данных об оборудовании и устройствах ПА для выполнения расчетов и выбора параметров ПА;
- контроль соответствия установок ПА новому состоянию схемы в случаях изменения схемы электрических соединений;
- контроль работы устройств ПА.

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

знать:

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

уметь:

- читать электрические схемы;
- использовать программное обеспечение (ПО) для считывания и анализа осциллограмм и конфигураций микропроцессорных устройств ПА;
- проверять конфигурации устройств ПА на соответствие заданию по настройке и выполнению алгоритмов функционирования;
- выполнять построение и анализ векторных диаграмм;
- оформлять протоколы проверки устройств ПА;

- проверять соответствия результата работы устройств ПА назначению, принципу действия и параметрам настройки;
- читать, разрабатывать и анализировать логические схемы алгоритмов функционирования ПА;
- выявлять дефекты и причины неправильной работы аппаратуры ПА;
- применять проверочную аппаратуру, предусмотренную для находящихся в эксплуатации устройств ПА.

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 противоаварийной автоматики	Функциональные элементы структуры микропроцессорных устройств. Назначение, основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение шкафов и микропроцессорных терминалов противоаварийной автоматики энергосистем	10
2.	Программное обеспечение для работы с микропроцессорными терминалами серии ЭКРА 200	Состав, назначение, функциональные возможности комплекса программ EKRASMS-SP	18
3.	Устройства противоаварийной автоматики энергосистем	Структура системы автоматического противоаварийного управления в ЕЭС России. Описание, основные характеристики и проверка функций противоаварийной автоматики, реализованных в шкафах серии ШЭЭ 22Х.	40
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 ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ

Тема 1 Элементы структуры цифровых устройств релейной защиты и автоматики

Обобщенная структурная схема устройства релейной защиты и автоматики. 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 Шкафы электротехнические серии ШЭЭ 22Х комплекса унифицированных устройств противоаварийной автоматики энергосистем

Назначение, основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение шкафов противоаварийной автоматики. Устройство и работа шкафа, адаптация комплекса защит к условиям работы конкретного энергетического объекта. Схема подключения шкафа. Расчет номинальных токовых цепей главной схемы проекта.

Принципиальная электрическая и функциональная схемы шкафа. Правила монтажа, обслуживания и эксплуатации шкафа. Возможные неисправности и методы их устранения. Техническое обслуживание и ремонт.

Тема 3 Микропроцессорные терминалы релейной защиты и противоаварийной автоматики серии ЭКРА 200

Назначение, основные технические характеристики, состав и конструктивное исполнение микропроцессорного терминала серии ЭКРА 200. 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 «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.

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.

Просмотр и редактирование параметров настройки функций терминала в программе

«Smart Monitor». Уставки аналоговых и дискретных входов. Настройка вычисляемых величин. Задание параметров коммутационных аппаратов. Редактирование уставок защит. Матрица отключений.

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».

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

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

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 УСТРОЙСТВА ПРОТИВОАВАРИЙНОЙ АВТОМАТИКИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

Тема 1 Автоматика предотвращения нарушения устойчивости

Цели и задачи противоаварийного управления. Понятие Единой энергетической системы России, ее структура. Стадии развития аварийной ситуации в энергосистеме. Классификация видов противоаварийной автоматики. Нормативные требования к устойчивости энергосистем. Уровни автоматики предотвращения нарушения устойчивости. Централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА): структура, принципы функционирования. Локальная автоматика предотвращения нарушения устойчивости (ЛАПНУ): структура, принципы функционирования. Способы выполнения автоматики дозировки управляющих воздействий.

Узловые комплексы локальной автоматики предотвращения нарушения устойчивости на базе линейки шкафов ШЭЭ 22Х 09ХХ. Автономное и универсальное устройство ЛАПНУ. Организация работы под управлением ЦСПА, назначение и настройка контроллера связи.

Особенности эксплуатации под управлением ЦСПА. Дублированное и резервированное исполнение устройств ЛАПНУ, особенности и правила эксплуатации. Особенности реализации различных видов ПОр, способов ввода СФС, способов ввода и алгоритмов обработки и достоверизации ТМ, виды управляющих воздействий и способы их выдачи. Назначение и функциональные возможности объектов типа вычисляемые величины, их применение в алгоритмах ЛАПНУ.

Тема 2 Проверка параметров настройки блоков терминала серии ЭКРА 200

Калибровка коэффициентов смещения нуля и коэффициентов АЦП блоков аналоговых входов терминала ЭКРА 200. Особенности калибровки универсальных и не универсальных датчиков тока в разных прошивках терминала. Проверка измерительных каналов тока и напряжения согласно протоколу приема-сдаточных испытаний шкафа.

Проверка блоков дискретных входов на соответствие диапазона напряжений. Проверка измерительных каналов тока и напряжения согласно протоколу приема-сдаточных испытаний шкафа.

Тема 3 Проверка функций автоматики для предотвращения недопустимого изменения режимных параметров

Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР). Причины возникновения, характерные особенности, селективные и неселективные способы выявления асинхронного режима (АР). Назначение и принцип работы функций АЛАРо, АЛАРр, Фз. Принципы организации АЛАР ЛЭП и оборудования для различных классов напряжения и схем распределительных устройств. Принципы резервирования, назначение основной и дополнительной ветвей, основной и расширенной зоны.

Методические указания по расчету уставок функции АЛАР. Сбор и обработка исходных данных. Рекомендации по выполнению предварительных расчетов. Обоснование принятых проектных решений. Внесение исходных данных в программу автоматического расчета уставок АЛАР.

Проверка шкафа линейной противоаварийной автоматики для линий 330 кВ и выше с двумя выключателями на присоединение по протоколу приема-сдаточных испытаний согласно заданных уставок, содержащего функции основного и резервного АЛАР (АЛАРо и АЛАРр). Принцип проверки функций при помощи установки Ретом и Omicron.

Проверка блокировки при неисправностях в цепях напряжения переменного тока БНН. Проверка измерительного органа напряжения обратной последовательности – $U_{2>}$. Проверка измерительного органа блокировок – Блок. АЛАР. Уставки блокировок основного и резервного АЛАР.

Проверка функции АЛАРо по программе сертификационных испытаний с применением программно-аппаратного комплекса реального времени (либо с применением набора тестовых осциллограмм COMTRADE). Ознакомление с программой испытаний: особенности исходных и аварийных тестовых режимов. Подробный анализ результатов испытаний по осциллограммам.

Проверка автоматики фиксации отключения и включения линии (ФОЛ). Проверка логической схемы автоматики ФОЛ при помощи режима эмуляции логики. Назначение и принцип функционирования автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО) и ее проверка. Назначение и принцип функционирования автоматики разгрузки при перегрузке по мощности линии (АРПМ) и ее проверка. Назначение и принцип функционирования автоматики ограничения повышения напряжения линии (АОПН) и ее проверка. Назначение и принцип функционирования устройства резервирования при отказе выключателя с пуском от АОПН (УРОВ АОПН) и ее проверка. Назначение и принцип функционирования автоматики управления линейным шунтирующим реактором (АУЛР) и ее проверка.

Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ). Процессы в электроэнергетических системах при дефиците активной мощности, отсутствии резерва и без учета влияния снижения

частоты на технологические процессы тепловых электростанций. Влияние снижения частоты на работу тепловых электростанций. Лавина частоты. Современные способы выполнения АОСЧ.

Проверка шкафа противоаварийной автоматики с функциями автоматического ограничения снижения частоты и напряжения и специальной автоматики отключения нагрузки по протоколу приемо-сдаточных испытаний согласно заданных уставок: автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ), частотная автоматика повторного включения (ЧАПВ), автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН), автоматика повторного включения по напряжению (АПВн), специальная автоматика отключения нагрузки (САОН).

Проверка шкафа противоаварийной автоматики с функцией автоматики ограничения перегруза оборудования с учетом температуры окружающей среды по протоколу приемо-сдаточных испытаний согласно заданных уставок: автоматика ограничения перегрузки оборудования с учетом температуры окружающей среды (АОПО). Выбор режима работы, характеристики срабатывания и алгоритма работы функции АОПО.

Тема 4 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.

Тема 5 Алгоритмы оценки частоты в цифровых системах релейной защиты и автоматики

Актуальность мониторинга частоты и скорости ее изменения в устройствах релейной защиты и противоаварийной автоматики. Методы оценки частоты в цифровых устройствах РЗ и ПА и их особенности. Алгоритм оценки частоты по переходам через ноль, и его свойства. Оценка частоты по ортогональным составляющим сигнала. Точность оценки частоты классическим фильтром Фурье. Адаптивные алгоритмы оценки частоты. Алгоритм оценки скорости изменения частоты и повышение его точности. Мониторинг частоты в переходных режимах работы электроэнергетической системы.

РАЗДЕЛ 4 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.

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.

Настройка протокола МЭК 61850-8-1 в микропроцессорном терминале серии ЭКРА 200. Пункты меню в программах «АРМ релейщика», «Smart Monitor» для настройки GOOSE-сообщений. Режим тестирования GOOSE-сообщений. Ручной и автоматический режим настройки GOOSE-сообщений. Особенности настройки сигналов. Обмен сигналами между шкафами 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. 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.