

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

Утверждено

Приказом № 34/21 от 25 октября 2021 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
«НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ
РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ «ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ»**

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 выполнения пуско-наладочных работ и технического обслуживания (эксплуатации) микропроцессорных устройств с поддержкой протоколов технологии «Цифровая подстанция» производства НПП «ЭКРА».

1. Цель программы повышения квалификации

Цель программы повышения квалификации – формирование у специалистов, обучающихся по программе повышения квалификации «Наладка и эксплуатация оборудования РЗА «Цифровых подстанций», теоретических знаний в области организации передачи данных на «Цифровых подстанциях» (далее ЦПС) и практических навыков работы с современными системами релейной защиты и автоматики электроэнергетических систем, построенными с использованием стандарта IEC 61850.

Задачи обучения – приобретение навыков необходимых действий:

- сборка испытательных схем для проверки, наладки устройств РЗА ЦПС;
- предварительная проверка заданных уставок и характеристик оборудования;
- свод и учёт информации о нарушениях нормального режима работы устройств РЗА;
- приемка и ввод в работу вновь включаемых устройств РЗА ЦПС;
- выполнения подготовительных мероприятий, предшествующих оперативным переключениям;
- администрирование серверов, маршрутизаторов, коммутаторов и автоматизированных рабочих мест (АРМ) на закреплённых за специалистом подстанциях;
- контроль прохождения сигналов от подсистем на серверы, автоматизированные рабочие места, РЗ и ПА;
- обеспечение корректной технической эксплуатации и техобслуживание оборудования коммуникационной подсистемы и другого сопутствующего сетевого оборудования;
- сбор и анализ статистики аварийных сообщений от всех сетевых элементов, выяснение причин их возникновения;
- осуществление резервного копирования баз данных.

2. Планируемые результаты обучения

Процесс освоения образовательной программы направлен на частичное формирование и совершенствование компетенций, определяемых трудовыми функциями «Выполнение работ повышенной сложности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА», «Локализация нарушений нормального режима работы устройств РЗА» и «Мониторинг работоспособности оборудования АСТУ электрических сетей» соответственно профессиональных стандартов 20.034 «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей» и 20.036 «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами в электрических сетях».

В результате освоения программы повышения квалификации обучаемый в рамках необходимых действий, определяемых трудовыми функциями, должен:

знать:

- современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;
- назначение и требования к устройствам релейной защиты;
- методики наладки и проверки микропроцессорных устройств РЗА ЦПС;
- правила технического обслуживания устройств РЗА ЦПС;
- основы информационных технологий;
- архитектура информационных систем, используемых на ЦПС;
- основные протоколы передачи данных по локальной вычислительной сети на ЦПС;
- основы технической эксплуатации коммуникационного оборудования, коммуникационных подсистем и сетевых платформ;
- технологии оценки состояния оборудования;
- технические характеристики, назначение аппаратуры РЗА ЦПС подстанционного оборудования производства НПП «ЭКРА»;

уметь:

- работать со специализированными программами;
- использовать технические средства для измерения параметров электрооборудования;
- проводить визуальные и инструментальные обследования и испытания;
- работать со специализированными программами, разработанными для управления, наладки и тестирования систем и оборудования ЦПС;
- собирать схемы для нетиповых испытаний аппаратуры ЦПС;
- эксплуатировать оборудование коммуникационной подсистемы ЦПС;
- администрировать локальные вычислительные сети на ЦПС;
- выполнять мониторинг оборудования ЦПС при помощи программного обеспечения;
- тестировать и настраивать специализированные программы, предназначенные для работы комплекса ЦПС;
- анализировать информацию на полноту, достоверность при сборе и консолидации данных;
- настраивать устройства РЗА подстанционного оборудования производства НПП «ЭКРА».

3. Содержание образовательной программы

3.1 Структура учебного плана

Общая трудоёмкость образовательной программы составляет 80 часов.

№ п/п	Наименование модуля	Содержание
1.	Введение в технологию «Цифровая подстанция»	Концепция «Цифровой подстанции»; цели и задачи стандарта IEC 61850; обзор глав стандарта IEC 61850.
2.	Основы локальных вычислительных сетей	Основные устройства и среды передачи данных в сетях Ethernet; стек протоколов TCP/IP, пакетная передача данных; основные параметры сетевых устройств (MAC-адрес, IP-адрес, маска подсети и др.); топология сетей Ethernet; организация резервирования передачи данных, протоколы резервирования для сетей Ethernet; управление потоками данных в сетях Ethernet; обзор «сетевых» протоколов синхронизации времени.
3.	Информационная модель устройств	Концепция информационных моделей в стандарте IEC 61850; понятие логического узла, атрибута, объекта и класса данных; особенности использования информационной модели.
4.	Протоколы стандарта IEC 61850	Протокол IEC 61850-8-1 MMS; протокол IEC 61850-9-2 Sampled Values (SV); цифровые измерительные трансформаторы и преобразователи аналоговых сигналов; протокол IEC 61850-8-1 GOOSE; преобразователи дискретных сигналов.
5.	Язык System Configuration Language (SCL)	Назначение и виды файлов SCL; особенности программ конфигурирования SCL-файлов.
6.	Наладка и эксплуатация РЗА «Цифровых подстанций»	Настройка протоколов стандарта IEC 61850, работа с SCL-файлами; настройка синхронизации времени в источниках синхронизации и устройствах РЗА; анализ трафика с использованием Wireshark; анализ трафика с использованием ПО IEDScout; работа с комплексами «СМС» Omicron при наладке РЗА; работа с комплексами «РЕТОМ» Динамика при наладке РЗА; проверка надежности функционирования шины процесса; методы комплексных испытаний, проверка правильности интеграции терминалов РЗА в АСУ ТП.

5.2 Объём и виды учебной работы

№ п/п	Аудиторные занятия	Лекции	Лабораторные и практические занятия	Всего часов
1.	Модуль 1. Введение в технологию «Цифровая подстанция»	2	-	2
2.	Модуль 2. Основы локальных вычислительных сетей	4	6	10
3.	Модуль 3. Информационная модель устройств	4	-	4
4.	Модуль 4. Протоколы стандарта IEC 61850	12	-	12
5.	Модуль 5. Язык System Configuration Language (SCL)	2	6	8
6.	Модуль 6. Наладка и эксплуатация РЗА «Цифровых подстанций»	4	38	42
	Итого:	28	50	78

Вид промежуточной аттестации: зачёт. Вид итоговой аттестации: экзамен.

5.3 Темы и краткое содержание занятий

МОДУЛЬ 1. Введение в технологию «Цифровая подстанция»

Концепция «Цифровой подстанции». Структура и информационное окружение РЗА «Цифровой подстанции». Стандарт IEC 61850

Термины и определения. Шина станции. Шина процесса. Передача аналоговых и дискретных сигналов. Цифровые трансформаторы тока и напряжения. Преобразователи аналоговых и дискретных сигналов. Синхронизация времени. Оборудование локально-вычислительной сети. Вспомогательное оборудование.

МОДУЛЬ 2. Основы локальных вычислительных сетей

Способы передачи цифровых данных. Протоколы последовательной и параллельной передачи данных. Систематизация протоколов в стеки. Сетевая модель стека сетевых протоколов OSI. Пассивное оборудование ЛВС, кабели связи, применяемые при построении ЛВС. Технология пакетной передачи данных Ethernet. Формат кадра Ethernet сети. Активное оборудование ЛВС. Коммутаторы L2, управление трафиком сети, маршрутизаторы, VLAN, MAC-фильтрация, протоколы резервирования RRP и HSR.

Конфигурирование RTR, VLAN и MAC-фильтрации в коммутаторах. Подключение к интерфейсу управления коммутатором. Настройка основных параметров приоритезации разного типа трафика. Настройка параметров фильтрации трафика.

МОДУЛЬ 3. Информационная модель устройств

Основная коммуникационная структура. Принципы и модели. Абстрактный интерфейс передачи данных (ACSI). Иерархический принцип построения информационной модели IED. Основные элементы информационной модели IED. Классификация логических узлов в соответствии с IEC 61850-7-4. Общие классы данных (CDC) в соответствии с IEC 61850-7-

3, атрибуты данных (DA). Логические узлы (LN), объекты данных (DO). Виртуальный интерфейс с IED. Классы модели ACSI в соответствии с IEC 61850-7-2.

МОДУЛЬ 4. Протоколы стандарта IEC 61850

Последовательные протоколы передачи данных, назначение ACSI на протокол MMS. Абстрактные модели. Абстрактные сервисы передачи данных. Блоки управления передачей буферизированных/небуферизированных MMS-отчетов. Описание MMS-отчетов на языке SCL стандарта IEC 61850-6. Область применения протокола MMS в электроэнергетике. Способ передачи данных по протоколу MMS.

Протокол IEC 61850-9-2 Sampled Values (SV). Цифровые измерительные трансформаторы и преобразователи аналоговых сигналов.

Протокол IEC 61850-8-1 GOOSE. Преобразователи дискретных сигналов.

МОДУЛЬ 5. Язык System Configuration Language (SCL)

Назначение языка SCL. Представление структуры SCL-файла. Типы файлов на языке SCL. Группы файлов SCL. Стадии применения типов файлов SCL. Программные инструменты для создания и интерпретации файлов на языке SCL. Схемы XSD. Описание однолинейной схемы энергообъекта и системы автоматизации. Описание конфигурации IED. Описание сети для обмена данными между IED.

Процесс создания электронного проекта на примере программного обеспечения, разработанного в НПП «ЭКРА».

МОДУЛЬ 6. Наладка и эксплуатация РЗА «Цифровых подстанций»

Синхронизация времени, протокол IEEE 1588 PTPv2. Задачи синхронизации времени на ЦПС. Протоколы синхронизации времени, краткое описание и область применения. Конфигурирование протокола PTPv2 в сервере времени, коммутаторе.

Конфигурирование и проверка MMS в устройствах РЗА. Работа с программным обеспечением конфигурирования устройств РЗА подстанционного оборудования CFG61850. Создание и редактирование наборов данных.

Анализ трафика с использованием ПО Wireshark и IEDScout. Конфигурирование протоколов SV и GOOSE в устройствах РЗА, ПАС и ПДС. Проверка отдельных функций РЗА посредством комплексов РЕТОМ, Omicron. Особенности проведения проверки функций РЗА на ЦПС. Обзор испытательных комплексов для проверки РЗА на ЦПС.

Методы комплексных испытаний и технического обслуживания РЗА ЦПС (проверка шины процесса в режиме «шторм»).