Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./
«20» октября 2026 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА – ПРОГРАММА ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

«Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём: 40 академических часов

Форма обучения: очная

Москва, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3
1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ 5
1.1. Общая характеристика Программы 5
1.2. Цели и задачи Программы 6
1.3. Планируемые результаты освоения Программы 7
2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ 10
2.1. Учебный план 10
2.2. Календарный учебный график 10
3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧИХ ПРОГРАММ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ 12
3.1. Рабочая программа модуля 1 «Информационная модель и конфигурирование по МЭК 61850» 14
3.2. Рабочая программа модуля 2 «Коммуникационные модели GOOSE и Sampled Values» 18
3.3. Рабочая программа модуля 3 «Коммуникационные модели передачи телеинформации и телеуправления» 22
3.4. Рабочая программа модуля 4 «Проектная документация цифровой подстанции» 26
3.5. Рабочая программа модуля 5 «Тестирование и эксплуатация комплексов РЗА и АСУ ТП на основе МЭК 61850» 30
4. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ 33
5. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ 34
5.1. Методические рекомендации по реализации Программы 34
5.2. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению 34
5.3. Кадровое обеспечение реализации Программы 35
5.4. Рекомендации к материально-техническим условиям со стороны обучающегося (потребителя образовательной услуги) 36
5.5. Учебно-методическое обеспечение 36
5.6. Оценочные материалы 38
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 39
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 41

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации «Реализация и эксплуатация цифровых подстанций» (далее – Программа) разработана ООО «Цифровая подстанция» и предназначена для совершенствования профессиональных компетенций специалистов проектных, наладочных и эксплуатирующих организаций электроэнергетики, профессиональная деятельность которых связана с реализацией, вводом в работу и эксплуатацией комплексов релейной защиты и автоматики (РЗА) и автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) цифровых подстанций (ЦПС), построенных на основе стандарта МЭК 61850.

Программа разработана в соответствии со следующими нормативными правовыми актами и документами государственного программного планирования:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (статья 76 «Дополнительное профессиональное образование»);
- 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»;
- Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 09.11.2021 № 786н «Об утверждении профессионального стандарта «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей» (код 20.034, регистрационный номер 839);
- Приказ Минобрнауки России от 23.08.2017 № 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ» (в части, не противоречащей действующему законодательству);
- Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.04.2025 № 908-р) – в части задач цифровой трансформации электроэнергетики и обеспечения надёжности функционирования электросетевого комплекса;
- Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (утверждены приказом Минэнерго России от 04.10.2022 № 1070);
- Национальные стандарты серии ГОСТ Р МЭК 61850 «Сети и системы связи на подстанциях» и стандарты организаций ПАО «Россети» в области цифровых подстанций;
- Устав и локальные нормативные акты ООО «Цифровая подстанция».

Структура Программы соответствует пункту 11 Порядка, утверждённого приказом Минобрнауки России от 24.03.2025 № 266, и включает: цель, планируемые результаты обучения, учебный план, календарный учебный график, рабочие программы учебных модулей, организационно-педагогические условия, формы аттестации и оценочные материалы.

При разработке Программы также учтены требования профессиональных стандартов 20.036 «Работник по обслуживанию и ремонту оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами в электрических сетях», 20.002, 20.003, 20.016, 20.018, поскольку информационная модель, файлы конфигурации и коммуникационные модели МЭК 61850 являются общей основой устройств РЗА и АСУ ТП цифровых подстанций и электростанций.

Программу разработал: генеральный директор ООО «Цифровая подстанция» Аношин А. О.

1. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОГРАММЫ

1.1. Общая характеристика Программы

Вид программы: дополнительная профессиональная программа – программа повышения квалификации.

Программа направлена на совершенствование профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в рамках имеющейся квалификации (п. 5 Порядка, утверждённого приказом Минобрнауки России от 24.03.2025 № 266).

Профессиональный стандарт, положенный в основу Программы

Параметр	Значение
Наименование профессионального стандарта	Работник по обслуживанию и ремонту оборудования релейной защиты и автоматики электрических сетей
Код вида профессиональной деятельности	20.034
Регистрационный номер	839
Утверждён	Приказом Минтруда России от 09.11.2021 № 786н (зарегистрирован Минюстом России 24.11.2021, № 65962), действует с 01.03.2022
Обобщённая трудовая функция (ОТФ)	F. Инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА
Уровень квалификации	5
Возможные наименования должностей	Инженер по релейной защите и автоматике; инженер по релейной защите и автоматике 2 категории; инженер по релейной защите и автоматике 1 категории
Трудовые функции, на совершенствование которых направлена Программа	F/01.5 Выполнение работ повышенной сложности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА; F/02.5 Локализация нарушений нормального режима работы устройств РЗА; F/04.5 Ведение нормативно-технической документации по техническому обслуживанию устройств РЗА

Наладка устройств РЗА (проверка при новом включении) в профессиональном стандарте 20.034 не выделена в отдельную трудовую функцию: в соответствии с Правилами технического обслуживания устройств РЗА (РД 153-34.0-35.617-2001) проверка при новом включении является одним из видов технического обслуживания и охватывается трудовой функцией F/01.5 «Выполнение работ повышенной сложности по техническому обслуживанию и ремонту устройств РЗА».

Требования к слушателям

К освоению Программы допускаются лица, имеющие среднее профессиональное и (или) высшее образование, а также лица, получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование (п. 4 Порядка, утверждённого приказом Минобрнауки России от 24.03.2025 № 266).

Профессиональный стандарт 20.034 не содержит обобщённой трудовой функции с альтернативными требованиями к уровню образования (ОТФ уровня 5 предусматривают либо среднее профессиональное образование – ОТФ E, либо высшее образование – ОТФ F). Поэтому требования к слушателям установлены непосредственно в соответствии с п. 4 Порядка. Программа совершенствует компетенции в рамках имеющейся у слушателя

квалификации независимо от того, по какой из обобщённых трудовых функций уровня 5 он осуществляет деятельность.

Рекомендуемые категории слушателей: инженеры по РЗА, инженеры АСУ ТП, инженеры-наладчики, инженеры-проектировщики вторичных систем, специалисты служб эксплуатации цифровых подстанций.

Форма обучения, объём и режим занятий

Характеристика	Значение
Форма обучения	Очная, с отрывом от производства
Объём Программы	40 академических часов (академический час – 45 минут)
Срок освоения	5 рабочих дней (понедельник – пятница), по 8 академических часов в день
Структура	5 учебных модулей, входной контроль, промежуточная аттестация по каждому модулю, итоговая аттестация
Соотношение видов учебной работы	Теоретические занятия – 13 ак. ч; практические занятия – 19 ак. ч; входной контроль – 1 ак. ч; промежуточная аттестация – 5 ак. ч; итоговая аттестация – 2 ак. ч
Форма итоговой аттестации	Зачёт (тестирование)
Выдаваемый документ	Удостоверение о повышении квалификации установленного образца
Численность группы	До 20 человек

1.2. Цели и задачи Программы

Цель реализации Программы – совершенствование профессиональных компетенций специалистов по релейной защите и автоматике и смежных направлений в области конфигурирования, проверки, приёмки и эксплуатации комплексов РЗА и АСУ ТП цифровых подстанций, реализованных на основе стандарта МЭК 61850.

Задачи Программы:

- систематизировать знания об информационной модели стандарта МЭК 61850, языке конфигурирования SCL и назначении файлов конфигурации (SSD, ICD, IID, SCD, CID, SED) на всех этапах жизненного цикла ЦПС;
- сформировать умения по анализу файлов конфигурации устройств и системы с применением специализированного программного обеспечения;
- сформировать умения по настройке и проверке информационного обмена GOOSE и Sampled Values между устройствами РЗА, АСУ ТП и преобразователями аналоговых сигналов;
- сформировать умения по настройке и проверке клиент-серверных коммуникаций МЭК 61850-8-1: передачи телеинформации (отчётов) и выполнения телеуправления;
- сформировать умения по экспертизе электронной проектной документации ЦПС (файлов SSD и SCD) на соответствие нормативно-техническим требованиям;
- сформировать умения по тестированию комплексов РЗА и АСУ ТП с использованием механизмов МЭК 61850, контролю соответствия реализованной системы файлу SCD и локализации нарушений информационного обмена в эксплуатации.

1.3. Планируемые результаты освоения Программы

Общие компетенции (ОК), совершенствуемые в результате освоения Программы

Код	Наименование общей компетенции
ОК-1	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию технической информации (стандартов, документации производителей, файлов конфигурации, результатов измерений), необходимой для выполнения профессиональных задач
ОК-2	Использовать информационно-коммуникационные технологии, специализированные программные и программно-аппаратные комплексы в профессиональной деятельности
ОК-3	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать со смежными службами (РЗА, АСУ ТП, связи, информационной безопасности), проектными и подрядными организациями
ОК-4	Соблюдать требования охраны труда, правил технической эксплуатации и информационной безопасности при работе на действующих энергообъектах

Профессиональные компетенции (ПК), совершенствуемые в результате освоения Программы

Код	Наименование профессиональной компетенции	Трудовая функция ПС 20.034	Модуль Программы
ПК-1	Способность анализировать и готовить конфигурацию устройств РЗА и системы по МЭК 61850 (информационная модель, файлы SCL) при вводе в работу и техническом обслуживании устройств РЗА повышенной сложности	F/01.5	М1, М2
ПК-2	Способность настраивать, проверять и принимать информационный обмен GOOSE, Sampled Values и клиент-серверные коммуникации (отчёты, телеуправление) между устройствами РЗА и АСУ ТП	F/01.5	М2, М3
ПК-3	Способность выполнять экспертизу электронной проектной документации ЦПС (файлов SSD, SCD) на соответствие нормативно-техническим требованиям и вести документацию по конфигурации комплекса РЗА	F/04.5	М4
ПК-4	Способность тестировать комплексы РЗА и АСУ ТП с использованием механизмов МЭК 61850, контролировать соответствие реализованной системы файлу SCD и локализовать нарушения нормального режима работы устройств РЗА, обусловленные информационным обменом	F/01.5, F/02.5	М2, М3, М5

Знания и умения по профессиональному стандарту 20.034, совершенствуемые в результате освоения Программы

Необходимые знания (ТФ F/01.5, F/02.5, F/04.5)	Необходимые умения (ТФ F/01.5, F/02.5, F/04.5)
• общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем; • методики наладки и проверки микропроцессорных устройств РЗА; • современные средства вычислительной техники, коммуникаций и связи; • топология сети в зоне эксплуатационной ответственности; • правила выбора объёмов телеинформации при проектировании систем технологического управления электрическими сетями;	• работать со специализированными программами; • проводить визуальные и инструментальные обследования и испытания; • использовать технические средства для измерения параметров оборудования; • систематизировать и анализировать информацию по техническому обслуживанию устройств РЗА; • обосновывать технические решения и готовить по ним заключения; • организовывать работу при внедрении новых устройств РЗА; • вести исполнительную документацию; читать

Необходимые знания (ТФ F/01.5, F/02.5, F/04.5)	Необходимые умения (ТФ F/01.5, F/02.5, F/04.5)
• инструкция по учёту и оценке работы РЗА; правила расследования причин аварий в электроэнергетике; • действующие стандарты, технические условия, положения и инструкции по составлению и оформлению технической документации.	электрические схемы в рамках своей ответственности.

В результате освоения Программы слушатель должен

знать:

- структуру стандарта МЭК 61850 и его информационную модель: логические устройства, логические узлы, объекты данных, атрибуты данных, общие классы данных (ГОСТ Р МЭК 61850-7-1, 7-2, 7-3, 7-4);
- язык конфигурирования SCL (ГОСТ Р МЭК 61850-6), структуру и назначение файлов SSD, ICD, IID, SCD, CID, SED и процесс их разработки на этапах проектирования, наладки и эксплуатации;
- коммуникационные модели МЭК 61850: модели издатель–подписчик (GOOSE, Sampled Values по МЭК 61850-8-1 и 9-2, профили 9-2LE и ПАО «Россети») и клиент–сервер (отчёты, журналы, телеуправление по МЭК 61850-8-1 / MMS), их параметры и требования к ЛВС;
- требования нормативно-технических документов ПАО «Россети» и национальных стандартов к составу проектной документации ЦПС и критерии проверки файлов SSD и SCD;
- механизмы тестирования по МЭК 61850 (режимы Mod/Beh, признаки test и simulation, контроль подписки LGOS/LSVS) и порядок вывода устройств из работы для проверки без воздействия на первичное оборудование;
- роль файла SCD в эксплуатации ЦПС, порядок внесения изменений в конфигурацию и методы контроля соответствия реализованной системы проектной конфигурации.

уметь:

- анализировать файлы ICD/IID/SCD с помощью специализированного ПО, сопоставлять информационную модель устройства с функциями РЗА и выявлять ошибки конфигурации;
- настраивать публикацию и подписку GOOSE и Sampled Values в устройствах РЗА и преобразователях аналоговых сигналов, проверять обмен анализатором трафика и испытательным оборудованием;
- настраивать отчёты (buffered/unbuffered) и модели телеуправления в устройствах РЗА, выполнять и проверять телеуправление клиентом МЭК 61850;
- выполнять экспертизу файлов SSD и SCD на соответствие нормативным требованиям и оформлять заключение с перечнем замечаний;
- выполнять тестирование комплексов РЗА и АСУ ТП с использованием режимов test/simulation, проверять соответствие реализованной системы файлу SCD и стабильность информационного обмена;

- локализовать нарушения нормального режима работы устройств РЗА, обусловленные информационным обменом по МЭК 61850, по данным регистраторов и анализаторов трафика.

2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2.1. Учебный план

Учебный план определяет перечень, трудоёмкость, последовательность и распределение учебных модулей, иных видов учебной деятельности обучающихся и формы аттестации.

Форма обучения: очная, с отрывом от производства. Срок обучения: 40 академических часов (5 рабочих дней по 8 академических часов).

№	Наименование модулей (разделов)	Всего, ак. ч	Теория (лекции), ак. ч	Практика (практические занятия), ак. ч	Аттестация, ак. ч	Форма контроля
	Входной контроль уровня знаний	1	–	–	1	Тест (Приложение 1)
М1	Информационная модель и конфигурирование по МЭК 61850	7	4	2	1	Промежуточная аттестация: тест, практическое задание
М2	Коммуникационные модели GOOSE и Sampled Values	8	2	5	1	Промежуточная аттестация: тест, практическое задание
М3	Коммуникационные модели передачи телеинформации и телеуправления	8	2	5	1	Промежуточная аттестация: тест, практическое задание
М4	Проектная документация цифровой подстанции	8	3	4	1	Промежуточная аттестация: тест, практическое задание
М5	Тестирование и эксплуатация комплексов РЗА и АСУ ТП на основе МЭК 61850	6	2	3	1	Промежуточная аттестация: тест, практическое задание
	Итоговая аттестация	2	–	–	2	Зачёт: тест (Приложение 2)
Итого		**40**	**13**	**19**	**8**	

2.2. Календарный учебный график

Обучение проводится в течение одной учебной недели (понедельник – пятница), по 8 академических часов в день. Условные обозначения: ВК – входной контроль; Т – теоретическое занятие; П – практическое занятие; ПА – промежуточная аттестация; ИА – итоговая аттестация.

День	Ак. час 1	2	3	4	5	6	7	8	Т	П	Аттест.	Всего
1-й день (пн)	ВК	Т М1	Т М1	Т М1	Т М1	П М1	П М1	ПА М1	4	2	2	8
2-й день (вт)	Т М2	Т М2	П М2	П М2	П М2	П М2	П М2	ПА М2	2	5	1	8
3-й день (ср)	Т М3	Т М3	П М3	П М3	П М3	П М3	П М3	ПА М3	2	5	1	8

День	Ак. час 1	2	3	4	5	6	7	8	Т	П	Аттест.	Всего
4-й день (чт)	Т М4	Т М4	Т М4	П М4	П М4	П М4	П М4	ПА М4	3	4	1	8
5-й день (пт)	Т М5	Т М5	П М5	П М5	П М5	ПА М5	ИА	ИА	2	3	3	8
Итого									**13**	**19**	**8**	**40**

Режим занятий: 8 академических часов в день с перерывами по 10 минут после каждого академического часа и перерывом на обед 45 минут после 4-го академического часа. Конкретные даты проведения обучения для каждой группы устанавливаются приказом о зачислении (например, группа № 1: 23.11.2026 – 27.11.2026).

3. СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧИХ ПРОГРАММ УЧЕБНЫХ МОДУЛЕЙ

Программа построена по модульному принципу (п. 13 Порядка, утверждённого приказом Минобрнауки России от 24.03.2025 № 266). Каждый модуль имеет самостоятельную рабочую программу, включающую цель, планируемые результаты, учебно-тематический план, содержание тем (теория и практические задания) и промежуточную аттестацию. Освоение каждого последующего модуля предполагает успешное прохождение промежуточной аттестации по предыдущему.

Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Модуль 1. «Информационная модель и конфигурирование по МЭК 61850»

Дополнительной профессиональной программы – программы повышения квалификации «Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём модуля: 7 академических часов

(теория – 4 ак. ч, практика – 2 ак. ч, промежуточная аттестация – 1 ак. ч)

Москва, 2026

3.1. Рабочая программа модуля 1 «Информационная модель и конфигурирование по МЭК 61850»

Цель модуля – совершенствование компетенций по анализу информационной модели и файлов конфигурации устройств РЗА и системы в соответствии со стандартом МЭК 61850.

Совершенствуемые компетенции: ПК-1.

В результате освоения модуля слушатель должен:

- знать структуру стандарта МЭК 61850, его информационную модель, язык SCL, назначение файлов конфигурации и коммуникационных моделей;
- уметь анализировать файлы ICD/IID/SCD с помощью специализированного ПО, сопоставлять модель устройства с функциями РЗА и определять информационные связи между устройствами.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование темы	Теория, ак. ч	Практика, ак. ч	Всего, ак. ч
1.1	Архитектура цифровой подстанции и структура стандарта МЭК 61850	1	0,5	1,5
1.2	Информационная модель стандарта МЭК 61850	1,5	0,5	2
1.3	Язык конфигурирования SCL и файлы конфигурации	1	0,5	1,5
1.4	Коммуникационные модели МЭК 61850 и требования к ЛВС цифровой подстанции	0,5	0,5	1
	Промежуточная аттестация	–	1	1
	Итого по модулю	**4**	**3**	**7**

Содержание рабочей программы модуля

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
1.1. Архитектура цифровой подстанции и структура стандарта МЭК 61850 (1 ак. ч теории, 0,5 ак. ч практики)	Уровни ЦПС (процесса, присоединения, станции), шина процесса и шина станции; замещение вторичных цепей цифровыми коммуникациями; состав стандарта МЭК 61850 (части 1–10, 90-х) и соответствующие национальные стандарты ГОСТ Р МЭК 61850; функциональная совместимость и взаимозаменяемость устройств; жизненный цикл ЦПС и роли участников (проектировщик, интегратор, наладчик, эксплуатация); типовые архитектуры ЦПС по стандартам организаций ПАО «Россети».	Задание 1. По выданной структурной схеме учебной подстанции распределить устройства РЗА, АСУ ТП и преобразователи аналоговых сигналов по уровням ЦПС и шинам (процесса, станции), определить роли участников проекта и состав файлов SCL, разрабатываемых каждым из них; результат оформить в виде таблицы.
1.2. Информационная модель стандарта МЭК 61850 (1,5 ак. ч теории, 0,5 ак. ч практики)	Иерархия модели: сервер, логическое устройство (LD), логический узел (LN), объект данных (DO), атрибут данных (DA); группы логических узлов по ГОСТ Р МЭК 61850-7-4 и их применение для функций РЗА (PTOC, PDIF, PDIS, RREC, XCBR, CSWI, TCTR, TVTR, LGOS, LSVS и др.); общие классы данных по ГОСТ Р МЭК 61850-7-3 (SPS, DPS, ACT, MV, SAV, INC, SPC, DPC); функциональные ограничения (FC) и квалификаторы качества и метки времени; расширения модели производителями и их	Задание 1. С помощью ПО «Теквел Манипулятор» открыть файл ICD терминала РЗА учебного стенда, определить состав логических устройств и логических узлов, найти объекты данных, соответствующие пуску и срабатыванию ступеней защиты, положению выключателя, и сопоставить их с функциональной схемой устройства.

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
	влияние на совместимость.	
1.3. Язык конфигурирования SCL и файлы конфигурации (1 ак. ч теории, 0,5 ак. ч практики)	Структура SCL-файла (ГОСТ Р МЭК 61850-6): секции Header, Substation, Communication, IED, DataTypeTemplates; назначение и порядок разработки файлов SSD, ICD, IID, SCD, CID, SED; процесс конфигурирования системы (инженерный процесс «сверху вниз» и «снизу вверх»); наборы данных (DataSet), блоки управления (GSEControl, SampledValueControl, ReportControl, LogControl), входы (Inputs/ExtRef); версии схемы SCL и совместимость редакций 1 и 2 стандарта.	Задание 1. В файле SCD учебной подстанции найти заданное устройство, затем для заданного присоединения найти наборы данных, блоки управления GOOSE/SV/отчётов и ссылки Inputs, построить схему информационных связей между устройствами.
1.4. Коммуникационные модели МЭК 61850 и требования к ЛВС цифровой подстанции (0,5 ак. ч теории, 0,5 ак. ч практики)	Абстрактный интерфейс коммуникационных моделей (ACSI) по ГОСТ Р МЭК 61850-7-2; модели клиент–сервер и издатель–подписчик; назначение сервисов на конкретные протоколы (MMS/TCP/IP, GOOSE и SV непосредственно на Ethernet); требования сервисов к ЛВС: VLAN, многоадресная фильтрация, приоритизация, резервирование и синхронизация времени (детально рассматриваются в программе «Локальные вычислительные сети на энергообъектах»).	Задание 1. В файле SCD учебной подстанции определить для заданного устройства параметры коммуникационных моделей (MAC-адреса, APPID, VLAN и приоритет GOOSE и SV, адреса точек доступа MMS).

Промежуточная аттестация по модулю

Форма: тестирование (5 вопросов с вариантами ответов, правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным) и практическое задание на учебном стенде. Продолжительность – 1 академический час. Тест выполняется индивидуально; практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека. Модуль считается освоенным при правильном ответе не менее чем на 3 вопроса из 5 и выполнении практического задания.

1. **Что представляет собой логический узел согласно стандарту МЭК 61850?**
   а) Физическое устройство в шкафу РЗА
   б) **Группу объектов данных, описывающую одну функцию или элемент оборудования ✓**
   в) Файл конфигурации терминала
   г) Порт Ethernet устройства
2. **В какой части стандарта МЭК 61850 описаны совместимые классы логических узлов?**
   а) 7-2
   б) 7-3
   в) **7-4 ✓**
   г) 8-1
3. **Что описывает файл SCD (System Configuration Description)?**
   а) Возможности одного устройства без привязки к проекту

б) **Конфигурацию всей системы: все устройства, их связи и параметры коммуникаций ✓**

в) Однолинейную схему подстанции без устройств

г) Настройки одного устройства после загрузки в него конфигурации

4. **На каком языке базируется язык SCL?**

а) HTML

б) JSON

в) **XML ✓**

г) C++

5. **Какие коммуникационные модели относятся к модели «издатель–подписчик»?**

а) Отчёты и журналы

б) **GOOSE и Sampled Values ✓**

в) Телеуправление и запись файлов

г) Чтение и запись атрибутов данных

Практическое задание промежуточной аттестации: в выданном файле SCD учебной подстанции с помощью ПО «Теквел Парк Сервер» найти заданное устройство и составить таблицу информационных связей заданного присоединения (источник – набор данных – блок управления – подписчики). Критерий зачёта: устройство найдено, таблица составлена полностью и соответствует файлу SCD. С помощью ПО «Теквел Манипулятор» открыть файл ICD терминала РЗА учебного стенда, определить состав логических устройств и логических узлов, найти объекты данных, соответствующие пуску и срабатыванию ступеней защиты, положению выключателя, и сопоставить их с функциональной схемой устройства. Критерий зачёта: информационная модель устройства соответствует функциональной схеме устройства.

Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Модуль 2. «Коммуникационные модели GOOSE и Sampled Values»

Дополнительной профессиональной программы – программы повышения квалификации
«Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём модуля: 8 академических часов

(теория – 2 ак. ч, практика – 5 ак. ч, промежуточная аттестация – 1 ак. ч)

Москва, 2026

3.2. Рабочая программа модуля 2 «Коммуникационные модели GOOSE и Sampled Values»

Цель модуля – совершенствование компетенций по настройке, проверке и приёмке информационного обмена GOOSE и Sampled Values между устройствами РЗА, АСУ ТП и преобразователями аналоговых сигналов.

Совершенствуемые компетенции: ПК-1, ПК-2, ПК-4.

В результате освоения модуля слушатель должен:

- знать параметры и механизмы передачи сообщений GOOSE и Sampled Values, профили 9-2LE и ПАО «Россети», требования к адресации и синхронизации;
- уметь настраивать публикацию и подписку GOOSE и SV в устройствах стенда, проверять обмен анализатором трафика и испытательным оборудованием.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование темы	Теория, ак. ч	Практика, ак. ч	Всего, ак. ч
2.1	Коммуникационная модель Sampled Values	1	2,5	3,5
2.2	Коммуникационная модель GOOSE	1	2,5	3,5
	Промежуточная аттестация	–	1	1
	Итого по модулю	**2**	**6**	**8**

Содержание рабочей программы модуля

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
2.1. Коммуникационная модель Sampled Values (1 ак. ч теории, 2,5 ак. ч практики)	Назначение и модель SV (ГОСТ Р МЭК 61850-7-2, МЭК 61850-9-2); структура кадра SV: svID, smpCnt, confRev, smpSynch, smpRate, наборы данных; профиль UCA 9-2LE (4 тока и 4 напряжения, 80 и 256 выборок за период) и корпоративный профиль ПАО «Россети»; требования к синхронизации времени источников SV и признак SmpSynch; рекомендуемые диапазоны MAC-адресов и VLAN; преобразователи аналоговых сигналов, электронные ТТ и ТН; влияние потери и задержки кадров на функции РЗА.	Задание 1. Настроить публикацию потоков Sampled Values в преобразователе аналоговых сигналов стенда и подписку на них в терминале РЗА; подать ток и напряжение от испытательной установки (либо сформировать поток SV с помощью ПО «Теквел Магия» и подать его непосредственно на устройство-подписчик); проконтролировать приём данных и измеренные значения в; задать уставки ступенчатых токовых защит и проверить работу защиты по измерениям входящего потока SV; проверить соответствие сетевого трафика заданию и файлу SCD с помощью ПТК «Теквел Парк» (smpCnt, smpSynch, частота выборок, адресация). Задание 2. Имитировать потерю потока Sampled Values и проконтролировать сигнализацию неисправности связи у подписчика.
2.2. Коммуникационная модель GOOSE (1 ак. ч теории, 2,5 ак. ч практики)	Назначение и модель GOOSE (ГОСТ Р МЭК 61850-7-2, МЭК 61850-8-1); структура сообщения: goID, gocbRef, datSet, stNum, sqNum, timeAllowedToLive, confRev, ndsCom, test, simulation; механизм повторной передачи в установившемся режиме и при изменении данных; контроль подписки и сигнализация неисправности связи (LGOS); рекомендуемые диапазоны MAC-адресов, VLAN и приоритеты; типовые ошибки конфигурирования GOOSE и их проявления	Задание 1. Настроить публикацию GOOSE (пуск/срабатывание защиты, положение выключателя) в терминале РЗА и подписку на GOOSE от смежного устройства, загрузив конфигурацию из файла SCD; проверить приём сигналов подписчиком в и выполнить проверку логики срабатывания с помощью испытательной установки; проверить соответствие параметров GOOSE (goID, MAC-адрес, APPID, VLAN, confRev) файлу SCD с помощью ПТК «Теквел Парк».

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
	в эксплуатации.	Задание 2. Имитировать отказ публикатора GOOSE и проконтролировать сигнализацию неисправности связи у подписчика в ПО «Теквел Манипулятор».

Промежуточная аттестация по модулю

Форма: тестирование (5 вопросов с вариантами ответов, правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным) и практическое задание на учебном стенде. Продолжительность – 1 академический час. Тест выполняется индивидуально; практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека. Модуль считается освоенным при правильном ответе не менее чем на 3 вопроса из 5 и выполнении практического задания.

1. **В каком режиме производится передача сообщений GOOSE в установившемся состоянии (при отсутствии изменения данных)?**
   а) Передача не производится
   б) **Циклически с максимальным интервалом повторения ✓**
   в) Только по запросу клиента
   г) Один раз при включении устройства
2. **Что определяет поле SmpSynch в сообщении Sampled Values?**
   а) Количество выборок в кадре
   б) **Состояние синхронизации времени источника выборок ✓**
   в) Номер версии конфигурации
   г) Приоритет VLAN
3. **Какое количество сигналов предусматривает профиль UCA 9-2LE?**
   а) 3 тока и 3 напряжения
   б) **4 тока и 4 напряжения ✓**
   в) 8 токов
   г) Произвольное
4. **Какой счётчик в сообщении GOOSE увеличивается при изменении передаваемых данных?**
   а) sqNum
   б) **stNum ✓**
   в) confRev
   г) timeAllowedToLive
5. **На какой протокол производится назначение сервисов GOOSE и Sampled Values?**
   а) MMS поверх TCP/IP
   б) **Непосредственно на канальный уровень Ethernet (ISO/IEC 8802-3) ✓**
   в) UDP/IP
   г) HTTP

Практическое задание промежуточной аттестации: на учебном стенде настроить обмен Sampled Values и GOOSE между преобразователем аналоговых сигналов и двумя терминалами РЗА в соответствии с выданным файлом SCD; подтвердить приём данных подписчиками в ПО «Теквел Манипулятор», соответствие сетевого трафика заданию и файлу SCD – записью ПТК «Теквел Парк», срабатывание защиты и передачу команды GOOSE – проверкой от испытательной установки. Критерий зачёта: подписки активны, сигнализация неисправности связи отсутствует, трафик соответствует SCD, срабатывание защиты и передача команды подтверждены.

Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Модуль 3. «Коммуникационные модели передачи телеинформации и телеуправления»

Дополнительной профессиональной программы – программы повышения квалификации «Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём модуля: 8 академических часов

(теория – 2 ак. ч, практика – 5 ак. ч, промежуточная аттестация – 1 ак. ч)

Москва, 2026

3.3. Рабочая программа модуля 3 «Коммуникационные модели передачи телеинформации и телеуправления»

Цель модуля – совершенствование компетенций по настройке и проверке клиент-серверных коммуникаций МЭК 61850-8-1: передачи телеинформации (отчётов) в АСУ ТП и выполнения телеуправления.

Совершенствуемые компетенции: ПК-2, ПК-4.

В результате освоения модуля слушатель должен:

- знать модели отчётов, журналов и телеуправления по ГОСТ Р МЭК 61850-7-2, их назначение на протокол MMS и типовые параметры настройки;
- уметь настраивать блоки управления отчётами и модели телеуправления в устройствах РЗА, выполнять и проверять телеуправление клиентом МЭК 61850.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование темы	Теория, ак. ч	Практика, ак. ч	Всего, ак. ч
3.1	Клиент-серверные коммуникации МЭК 61850-8-1: ассоциация, чтение данных, отчёты и журналы	1	2,5	3,5
3.2	Модель телеуправления по МЭК 61850-8-1	1	2,5	3,5
	Промежуточная аттестация	–	1	1
	Итого по модулю	**2**	**6**	**8**

Содержание рабочей программы модуля

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
3.1. Клиент-серверные коммуникации МЭК 61850-8-1: ассоциация, чтение данных, отчёты и журналы (1 ак. ч теории, 2,5 ак. ч практики)	Назначение ACSI на протокол MMS (ISO 9506): ассоциация, чтение/запись, работа с наборами данных; модель отчётов: буферизируемые (BRCB) и небуферизируемые (URCB) блоки управления, условия пуска (TrgOps: dchg, qchg, dupd, integrity, GI), optFlds, буферизация и восстановление после потери связи, распределение экземпляров отчётов между клиентами; журналы (LCB).	Задание 1. С помощью ПО «Теквел Манипулятор» установить соединение с терминалом РЗА стенда, просмотреть информационную модель, прочитать значения и качество объектов данных. Задание 2. Настроить в терминале набор данных и буферизируемый блок управления отчётами (условия пуска, период integrity), включить отчёт клиентом и проверить поступление данных при изменении состояния; имитировать разрыв связи и проверить передачу буферизированных событий.
3.2. Модель телеуправления по МЭК 61850-8-1 (1 ак. ч теории, 2,5 ак. ч практики)	Модель телеуправления: direct / select-before-operate, normal / enhanced security, последовательность Select–Operate–Cancel, originator, блокировки и причины отказа (AddCause); интеграция в АСУ ТП подстанции и типовые ошибки настройки отчётов и телеуправления.	Задание 1. Настроить в терминале модель управления выключателем (CSWI/XCBR) в режиме SBO with enhanced security, выполнить телеуправление клиентом «Теквел Манипулятор» и проконтролировать изменение положения и подтверждение. Задание 2. Воспроизвести отказ команды (блокировка, неверный originator, истечение времени выбора), определить причину по AddCause.

Промежуточная аттестация по модулю

Форма: тестирование (5 вопросов с вариантами ответов, правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным) и практическое задание на учебном стенде. Продолжительность – 1 академический час. Тест выполняется индивидуально; практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека. Модуль считается освоенным при правильном ответе не менее чем на 3 вопроса из 5 и выполнении практического задания.

1. **На какой протокол производится назначение клиент-серверных коммуникаций МЭК 61850?**
   а) GOOSE
   б) **MMS (ISO 9506) поверх TCP/IP ✓**
   в) Modbus TCP
   г) МЭК 60870-5-104

2. **Чем буферизируемый отчёт (BRCB) отличается от небуферизируемого (URCB)?**
   а) Передаётся с большей скоростью
   б) **Сохраняет события при отсутствии связи с клиентом и передаёт их после восстановления ✓**
   в) Может быть включён только одним клиентом одновременно
   г) Не поддерживает условия пуска

3. **Какое условие пуска отчёта (TrgOps) соответствует изменению качества данных?**
   а) dchg
   б) **qchg ✓**
   в) dupd
   г) integrity

4. **Какая последовательность операций соответствует модели управления select-before-operate?**
   а) Operate – Select
   б) **Select – Operate ✓**
   в) Cancel – Operate
   г) Operate – Cancel

5. **Какой атрибут объекта управления содержит причину отказа выполнения команды?**
   а) stVal
   б) ctlNum
   в) **AddCause ✓**
   г) orCat

Практическое задание промежуточной аттестации: настроить в терминале стенда передачу телеинформации заданного состава в АСУ ТП (буферизируемый отчёт) и телеуправление выключателем в режиме SBO, выполнить команду клиентом МЭК 61850 и подтвердить результат записью обмена. Критерий зачёта: отчёт передаётся по изменению

состояния и после восстановления связи, телеуправление выполнено, причина отказа при блокировке определена корректно.

Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Модуль 4. «Проектная документация цифровой подстанции»

Дополнительной профессиональной программы – программы повышения квалификации
«Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём модуля: 8 академических часов

(теория – 3 ак. ч, практика – 4 ак. ч, промежуточная аттестация – 1 ак. ч)

Москва, 2026

3.4. Рабочая программа модуля 4 «Проектная документация цифровой подстанции»

Цель модуля – совершенствование компетенций по экспертизе электронной проектной документации цифровой подстанции (файлов SSD и SCD) и ведению документации по конфигурации комплекса РЗА.

Совершенствуемые компетенции: ПК-3.

В результате освоения модуля слушатель должен:

- знать требования нормативно-технических документов к составу проектной документации ЦПС, порядок разработки файлов SSD и SCD по стадиям проектирования и критерии их проверки;
- уметь выполнять экспертизу файлов SSD и SCD на соответствие нормативным требованиям и оформлять заключение с перечнем замечаний.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование темы	Теория, ак. ч	Практика, ак. ч	Всего, ак. ч
4.1	Нормативно-техническая документация в части реализации ЦПС	1	0,5	1,5
4.2	Состав проектной документации ЦПС и порядок разработки файлов SSD и SCD	1	1	2
4.3	Экспертиза файлов SSD и SCD	1	2,5	3,5
	Промежуточная аттестация	–	1	1
	Итого по модулю	**3**	**5**	**8**

Содержание рабочей программы модуля

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
4.1. Нормативно-техническая документация в части реализации ЦПС (1 ак. ч теории, 0,5 ак. ч практики)	Стандарты организаций ПАО «Россети»: корпоративный профиль МЭК 61850, технические требования к аппаратно-программным средствам ЦПС, требования к метрологическому контролю измерительных каналов; национальные стандарты ГОСТ Р МЭК 61850; Правила технической эксплуатации в части устройств РЗА и АСУ ТП; требования к типовым решениям и типовым файлам конфигурации; распределение ответственности между проектировщиком, поставщиком оборудования и системным интегратором.	Задание 1. По выданному фрагменту файла SCD проверить соответствие адресации GOOSE и Sampled Values (MAC-адреса, APPID, VLAN, приоритеты) и параметров потоков SV требованиям корпоративного профиля МЭК 61850 ПАО «Россети»; составить перечень отклонений со ссылками на пункты стандарта организации.
4.2. Состав проектной документации ЦПС и порядок разработки файлов SSD и SCD (1 ак. ч теории, 1 ак. ч практики)	Стадии проектирования (ПД, РД) и состав документации по вторичным системам ЦПС; электронная проектная документация: файл SSD как формализованное описание однолинейной схемы и функций (секция Substation, привязка LN к первичному оборудованию), файл SCD как описание реализованной системы; инженерный процесс по ГОСТ Р МЭК 61850-6: от SSD и ICD к SCD и CID; ведение версий файлов и передача документации в эксплуатацию.	Задание 1. Выполнить проверку выданного файла SSD учебной подстанции на соответствие однолинейной схеме и требованиям к составу логических узлов, составить перечень замечаний.
4.3. Экспертиза	Проверка SSD: соответствие однолинейной	Задание 1. С помощью ПО «Теквел Парк

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
файлов SSD и SCD (1 ак. ч теории, 2,5 ак. ч практики)	схеме, полнота описания функций и логических узлов, корректность наименований по правилам именования; проверка SCD: валидация по схеме SCL, полнота секции Communication (подсети, адреса, VLAN, MAC, APPID), уникальность адресов и идентификаторов, согласованность наборов данных и блоков управления с подписками (ExtRef), соответствие корпоративному профилю, наличие сигналов контроля связи; инструменты проверки и оформление заключения экспертизы.	Сервер» выполнить проверку файла SCD: валидация, анализ секции Communication (адресация, VLAN, APPID), поиск конфликтов и неполных подписок; сопоставить результат с требованиями корпоративного профиля. Задание 2. Оформить заключение экспертизы по установленной форме с классификацией замечаний (критические / некритические) и предложениями по устранению.

Промежуточная аттестация по модулю

Форма: тестирование (5 вопросов с вариантами ответов, правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным) и практическое задание на учебном стенде. Продолжительность – 1 академический час. Тест выполняется индивидуально; практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека. Модуль считается освоенным при правильном ответе не менее чем на 3 вопроса из 5 и выполнении практического задания.

1. **На какой стадии проектирования разрабатывается файл SSD?**
   а) При пусконаладочных работах
   б) **На стадии проектной документации при формализации однолинейной схемы и функций ✓**
   в) После ввода подстанции в эксплуатацию
   г) Файл SSD не относится к проектной документации

2. **Какая секция файла SCL содержит описание подсетей, адресов и параметров GOOSE/SV устройств?**
   а) Header
   б) Substation
   в) **Communication ✓**
   г) DataTypeTemplates

3. **Какая проверка файла SCD является обязательной перед его применением?**
   а) Проверка размера файла
   б) **Валидация по схеме SCL и проверка уникальности адресов и идентификаторов ✓**
   в) Проверка наличия цветовой разметки
   г) Проверка даты создания

4. **Что описывает секция Substation файла SSD?**
   а) Параметры ЛВС
   б) **Первичную схему подстанции и привязку логических узлов к оборудованию ✓**
   в) Настройки отчётов

г) Список клиентов АСУ ТП

5. **Какой документ ПАО «Россети» устанавливает корпоративный профиль МЭК 61850?**

   а) СТО 56947007-29.240.10.256-2018

   б) **СТО 56947007-25.040.30.309-2020** ✓

   в) СТО 56947007-29.240.10.265-2019

   г) ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009

Практическое задание промежуточной аттестации: выполнить экспертизу выданных файлов SSD и SCD фрагмента подстанции с внесёнными преподавателем ошибками и оформить заключение. Критерий зачёта: выявлено не менее 70 % внесённых ошибок, заключение оформлено по установленной форме с обоснованием каждого замечания ссылкой на нормативный документ.

Утверждено:
Генеральный директор ООО «Цифровая подстанция»
_____/Аношин А. О./



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОГО МОДУЛЯ

Модуль 5. «Тестирование и эксплуатация комплексов РЗА и АСУ ТП на основе МЭК 61850»

Дополнительной профессиональной программы – программы повышения квалификации «Реализация и эксплуатация цифровых подстанций»

Объём модуля: 6 академических часов

(теория – 2 ак. ч, практика – 3 ак. ч, промежуточная аттестация – 1 ак. ч)

Москва, 2026

3.5. Рабочая программа модуля 5 «Тестирование и эксплуатация комплексов РЗА и АСУ ТП на основе МЭК 61850»

Цель модуля – совершенствование компетенций по тестированию комплексов РЗА и АСУ ТП с использованием механизмов МЭК 61850, контролю соответствия реализованной системы файлу SCD и локализации нарушений информационного обмена в эксплуатации.

Совершенствуемые компетенции: ПК-4.

В результате освоения модуля слушатель должен:

- знать механизмы тестирования по МЭК 61850 (Mod/Beh, test, simulation, LGOS/LSVS), роль файла SCD в эксплуатации и методы контроля соответствия системы конфигурации;
- уметь выполнять тестирование комплексов РЗА с использованием режимов test/simulation, проверять соответствие системы файлу SCD и локализовать нарушения информационного обмена по данным регистраторов.

Учебно-тематический план модуля

№	Наименование темы	Теория, ак. ч	Практика, ак. ч	Всего, ак. ч
5.1	Механизмы тестирования согласно МЭК 61850	1	1,5	2,5
5.2	Роль файла SCD в эксплуатации цифровой подстанции	1	1,5	2,5
	Промежуточная аттестация	–	1	1
	Итого по модулю	**2**	**4**	**6**

Содержание рабочей программы модуля

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
5.1. Механизмы тестирования согласно МЭК 61850 (1 ак. ч теории, 1,5 ак. ч практики)	Режимы работы логических узлов Mod/Beh (on, blocked, test, test/blocked, off) и их влияние на обработку входных и выходных данных; признак test в GOOSE и SV и его обработка подписчиком; режим simulation (LPHD.Sim) и подмена входных потоков от испытательного оборудования; изоляция устройства для проверки без воздействия на первичное оборудование (аналог «вывода из работы» в ЦПС); логические узлы контроля подписки LGOS и LSVS; порядок проверок при техническом обслуживании устройств РЗА ЦПС и требования стандартов организаций ПАО «Россети» к тестированию.	Задание 1. Перевести терминал РЗА в режим test, с помощью ПО «Теквел Магия» подать потоки SV и GOOSE с признаками test/simulation, проверить срабатывание защиты и отсутствие воздействия на выключатель; проверить работу LGOS/LSVS при отключении источников.
5.2. Роль файла SCD в эксплуатации цифровой подстанции (1 ак. ч теории, 1,5 ак. ч практики)	Файл SCD как эталонное описание конфигурации системы в эксплуатации; контроль соответствия реализованной системы файлу SCD (состав устройств, адресация, наборы данных, подписки); управление изменениями конфигурации и ведение версий; регистраторы событий ВАПС (ПТК «Теквел Парк») и анализаторы трафика как средства непрерывного контроля информационного обмена; типовые нарушения информационного	Задание 1. Загрузить файл SCD учебной подстанции в ПТК «Теквел Парк», выполнить проверку соответствия фактического информационного обмена конфигурации (наличие всех публикаций, параметры confRev, адресация), зафиксировать расхождения. Задание 2. По записи регистратора локализовать внесённое преподавателем нарушение обмена (изменение конфигурации публикатора, потеря синхронизации, отказ

Тема	Теория (содержание)	Практика (задания)
	обмена (потеря GOOSE/SV, рассинхронизация, несоответствие confRev, дублирование адресов) и их локализация; оформление результатов проверок.	подписки) и оформить акт проверки.

Промежуточная аттестация по модулю

Форма: тестирование (5 вопросов с вариантами ответов, правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным) и практическое задание на учебном стенде. Продолжительность – 1 академический час. Тест выполняется индивидуально; практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека. Модуль считается освоенным при правильном ответе не менее чем на 3 вопроса из 5 и выполнении практического задания.

1. **Как должен обрабатывать подписчик сообщение GOOSE с установленным признаком test, если его логические узлы находятся в режиме on?**
   а) Обрабатывать как обычное сообщение
   б) **Не использовать данные для управления (сообщение воспринимается как тестовое) ✓**
   в) Переходить в режим test
   г) Отключать подписку
2. **Какой логический узел предназначен для контроля состояния подписки GOOSE?**
   а) LPHD
   б) **LGOS ✓**
   в) LSVS
   г) LLN0
3. **Для чего предназначен режим simulation (LPHD.Sim)?**
   а) Для ускорения передачи GOOSE
   б) **Для приёма устройством имитируемых сообщений от испытательного оборудования вместо реальных ✓**
   в) Для отключения устройства от сети
   г) Для записи журнала событий
4. **Что из перечисленного является признаком несоответствия реализованной системы файлу SCD?**
   а) **Различие confRev в SCD и в передаваемом сообщении GOOSE ✓**
   б) Наличие признака test в сообщении
   в) Передача отчётов по изменению состояния
   г) Использование VLAN
5. **Какое средство позволяет непрерывно контролировать информационный обмен на шине процесса в эксплуатации?**
   а) Испытательная установка
   б) **Регистратор событий ВАПС / анализатор трафика ✓**
   в) Конфигуратор терминала

г) Сервер времени

Практическое задание промежуточной аттестации: выполнить проверку соответствия учебной системы выданному файлу SCD средствами ПТК «Теквел Парк», провести тестирование заданной функции защиты в режиме test/simulation без воздействия на выключатель и локализовать внесённое нарушение информационного обмена. Критерий зачёта: расхождения с SCD выявлены, тестирование выполнено без воздействия на первичное оборудование, причина нарушения определена и документирована.

4. ФОРМЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ

Оценка качества освоения Программы включает входной контроль, текущий контроль, промежуточную аттестацию по каждому модулю и итоговую аттестацию.

Вид контроля	Форма и содержание	Когда проводится	Критерий
Входной контроль	Тест из 12 вопросов с вариантами ответов (Приложение 1) для определения исходного уровня знаний и адаптации подачи материала	1-й день, 1-й академический час	Не влияет на допуск к обучению; результаты используются преподавателем
Текущий контроль	Наблюдение за выполнением практических заданий, устный опрос, разбор результатов проверок и записей трафика	В ходе практических занятий	Выполнение заданий в соответствии с методическими указаниями
Промежуточная аттестация	Тест из 5 вопросов (выполняется индивидуально) и практическое задание на учебном стенде по каждому модулю (раздел 3); практическое задание выполняется и оценивается в составе подгруппы 2–3 человека	По завершении каждого модуля, 1 ак. ч	Не менее 3 правильных ответов из 5 и выполненное практическое задание
Итоговая аттестация	Зачёт: тест из 15 вопросов с вариантами ответов (Приложение 2)	5-й день, 7–8-й академические часы (2 ак. ч, включая консультацию 1 ак. ч)	Не менее 8 правильных ответов из 15 (более 50 %) при условии успешного прохождения промежуточной аттестации по всем модулям

К итоговой аттестации допускаются слушатели, прошедшие промежуточную аттестацию по всем пяти модулям. Итоговая аттестация включает консультацию (разбор типовых ошибок и вопросов слушателей, 1 ак. ч) и тестирование (1 ак. ч). Оценка – «зачтено» / «не зачтено».

Лицам, успешно освоившим Программу и прошедшим итоговую аттестацию, выдаётся удостоверение о повышении квалификации. Лицам, не прошедшим итоговую аттестацию или получившим на итоговой аттестации неудовлетворительные результаты, а также лицам, освоившим часть Программы и (или) отчисленным, выдаётся справка об обучении или о периоде обучения по образцу, установленному ООО «Цифровая подстанция» (п. 20 Порядка, утверждённого приказом Минобрнауки России от 24.03.2025 № 266).

5. МЕТОДИЧЕСКОЕ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ

5.1. Методические рекомендации по реализации Программы

- Обучение проводится в очной форме в группах численностью до 20 человек; практические занятия выполняются в подгруппах по 2–3 человека на рабочее место учебного стенда с ротацией ролей, чтобы каждый слушатель самостоятельно выполнил конфигурирование и проверку устройств.
- Теоретические занятия проводятся в форме лекций с демонстрацией работы оборудования, разбором реальных файлов конфигурации и записей трафика с действующих объектов; каждая тема завершается разбором типовых ошибок из практики проектирования и пусконаладки.
- Практические занятия строятся по принципу «от задания к результату»: слушатель получает описание задачи, выполняет конфигурирование оборудования и подтверждает результат проверкой испытательным оборудованием или записью регистратора; результаты оформляются в рабочей тетради слушателя.
- Промежуточная аттестация проводится непосредственно по завершении модуля, что позволяет выявить пробелы до перехода к следующему модулю.
- Слушателям предоставляются раздаточные материалы (презентации, схемы стенда, учебные файлы SSD/ICD/SCD, шаблоны заключений экспертизы и протоколов проверок, методические указания к практическим заданиям) в электронном виде.
- Для слушателей с различным исходным уровнем подготовки (по результатам входного контроля) преподаватель регулирует глубину изложения и объём дополнительных заданий.

5.2. Требования к минимальному материально-техническому обеспечению

Обучение проводится в учебной аудитории по адресу: 109428, г. Москва, ул. Зарайская, д. 21, располагающей необходимым оснащением для проведения теоретических занятий: учебные столы, стулья, мультимедийный проектор, экран, флип-чарт, ноутбуки для слушателей.

Для проведения практических занятий учебный центр располагает следующим оборудованием и программным обеспечением:

№	Наименование и производитель	Кол-во, шт.
1	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства ABB REF615	1
2	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Schneider Electric Sepam S84 59717NPP	1
3	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Schneider Electric Sepam P3	1
4	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Siemens 7SJ8011-5EB00-1FA0/BB	1
5	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства ЭКРА БЭ2502Б	4
6	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Бреслер-0107.511	1
7	Лабораторный стенд ПАС на базе микропроцессорного устройства Бреслер-	1

№	Наименование и производитель	Кол-во, шт.
	0107.946.92	
8	Лабораторный стенд ПДС на базе микропроцессорного устройства Бреслер-0107.946.81	1
9	Лабораторный стенд ПАС на базе микропроцессорного устройства ИЦ Энергосервис ENMU	5
10	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Релематика ТОР-300	1
11	Лабораторный стенд по релейной защите и автоматике на базе микропроцессорного устройства Механотроника БМРЗ-150	1
12	Регистратор событий высокоавтоматизированной подстанции ПТК «Теквел Парк» (РС ВАПС ПТК «Теквел Парк»)	1
13	Коммутатор Ethernet EtherWAN EX27064-201WR	1
14	Коммутатор RuggedCom RST2228	1
15	Испытательная установка РЕТОМ-61850	1
16	Испытательная установка Megger SVERKER	1
17	Сервер времени ЭНКС-2	1
18	Сервер времени СВ-04	1
19	Терминал Радиус-Автоматика СИРИУС-3ЛВ-05	1
20	Терминал ЭКРА БЭ2704 601000 УХЛ3.1	1
21	Терминал ЭКРА БЭ2704 501000 УХЛ3.1	1
22	Терминал ЭКРА БЭ2704 101001 УХЛ3.1	1
23	Терминал Энергосервис ESM-SV-220-A2E4-02A	1
24	Терминал Энергосервис ЭНМИ-7-24-1	1
25	Медиа-конвертер Ethernet TRENDnet TFC-110MST	1
26	ПО «Теквел Магия» (имитация и тестирование GOOSE/SV)	1
27	ПО «Теквел Парк Сервер» (регистрация и анализ трафика шины станции и шины процесса)	1
28	ПО «Теквел Манипулятор» (клиент МЭК 61850, работа с SCD)	1
29	ПО «Теквел Мультиметр»	1

5.3. Кадровое обеспечение реализации Программы

Реализация Программы обеспечивается педагогическими работниками ООО «Цифровая подстанция», а также лицами, привлекаемыми к реализации Программы на условиях гражданско-правового договора.

Требования к квалификации преподавателей: высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению подготовки «Образование и педагогика» или в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы.

Требования к опыту практической деятельности: обязателен опыт работы в области профессиональной деятельности, осваиваемой обучающимися.

Занятия проводят преподаватели, имеющие высшее профессиональное образование в области электроэнергетики (релейная защита и автоматика), соответствующей преподаваемому предмету, и опыт практической деятельности в области реализации, наладки и эксплуатации цифровых подстанций, участвующие в работе международных

организаций по стандартизации в области релейной защиты и МЭК 61850 (МЭК ТК 57, СИГРЭ):

Аношин Алексей Олегович. В 2008 году окончил магистратуру Московского энергетического института (Технического университета), кафедра «Релейная защита и автоматизация энергосистем». Профессиональную деятельность начал в 2005 году в области первичного электрооборудования и релейной защиты. В 2010 году стал соучредителем ООО «Теквел» и с тех пор занимает должность управляющего директора. В качестве преподавателя и технического консультанта участвовал в тренингах по МЭК 61850 и цифровой подстанции в Европе, Канаде, США и на Филиппинах, где прошли обучение более 1500 специалистов. Был первоначальным разработчиком симулятора SV iMerge (позднее – Volcano), принимал активное участие в разработке программного и аппаратного обеспечения, совместимого с МЭК 61850. Член Рабочей группы 10 Технического комитета 57 МЭК.

Головин Александр Валерьевич. В 2008 году окончил магистратуру Московского энергетического института (Технического университета), кафедра «Релейная защита и автоматизация энергосистем». С этого времени занимается разработкой продуктов и решений для цифровых подстанций и их внедрением. Работал начальником инженерного отдела, затем главным техническим директором в АО «Профотек», где отвечал за разработку оптоволоконных датчиков тока и электронных датчиков напряжения. С 2012 года – соучредитель и заместитель генерального директора ООО «Теквел». Участвует во внедрении цифровых подстанций с шиной процесса (за последние годы реализовано более 40 проектов), проводит обучение по МЭК 61850 с 2012 года (обучено более 2500 инженеров). Член Исследовательского комитета B5 «Релейная защита и автоматика» СИГРЭ (CIGRE SC B5).

5.4. Рекомендации к материально-техническим условиям со стороны обучающегося (потребителя образовательной услуги)

Программа реализуется в очной форме на базе учебного центра; специальные материально-технические условия со стороны обучающегося не требуются. Рекомендуется наличие у слушателя:

- персонального ноутбука с правами администратора для установки учебных версий программного обеспечения (при отсутствии предоставляется учебным центром);
- доступа к документации и файлам конфигурации (ICD/SCD) устройств РЗА и АСУ ТП, эксплуатируемых в организации слушателя, для разбора практических вопросов;
- при желании – записей сетевого трафика (pcap) с собственных объектов для анализа на занятиях.

5.5. Учебно-методическое обеспечение

Нормативные и технические документы:

1. ГОСТ Р 54835-2011/IEC/TR 61850-1:2003 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 1. Введение и обзор»; ГОСТ Р 54325-2011 (IEC/TS 61850-2:2003) «Часть 2. Термины и определения».

2. ГОСТ Р МЭК 61850-3-2005 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 3. Основные требования».
3. ГОСТ Р МЭК 61850-5-2011 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 5. Требования к связи для функций и моделей устройств».
4. ГОСТ Р МЭК 61850-6-2009 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 6. Язык описания конфигурации для связи между интеллектуальными электронными устройствами на электрических подстанциях».
5. ГОСТ Р МЭК 61850-7-1-2009, ГОСТ Р МЭК 61850-7-2-2009, ГОСТ Р МЭК 61850-7-3-2009, ГОСТ Р МЭК 61850-7-4-2011 «Сети и системы связи на подстанциях. Часть 7. Базовая структура связи для подстанций и линейного оборудования».
6. IEC 61850-8-1 «Communication networks and systems for power utility automation – Part 8-1: Specific communication service mapping (SCSM) – Mappings to MMS and to ISO/IEC 8802-3».
7. IEC 61850-9-2 «Part 9-2: Specific communication service mapping (SCSM) – Sampled values over ISO/IEC 8802-3»; Implementation Guideline for Digital Interface to Instrument Transformers Using IEC 61850-9-2 (UCA International Users Group).
8. IEC/IEEE 61850-9-3 «Part 9-3: Precision time protocol profile for power utility automation».
9. IEC 61850-10 «Part 10: Conformance testing».
10. IEC TR 61850-90-4 «Part 90-4: Network engineering guidelines».
11. СТО 56947007-25.040.30.309-2020 «Корпоративный профиль МЭК 61850 ПАО «Россети».
12. СТО 56947007-29.240.10.256-2018 «Технические требования к аппаратно-программным средствам и электротехническому оборудованию ЦПС».
13. СТО 56947007-29.240.10.265-2019 «Общие требования к метрологическому контролю измерительных каналов ЦПС».
14. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (приказ Минэнерго России от 04.10.2022 № 1070).

Учебные и методические материалы:

1. Комплект презентаций по модулям 1–5 (электронный вид).
2. Схема учебного стенда, адресный план и учебные файлы конфигурации SSD, ICD, SCD учебной подстанции.
3. Методические указания к практическим заданиям модулей 1–5 с шаблонами протоколов проверок и заключения экспертизы.
4. Руководства по эксплуатации терминалов РЗА, преобразователей аналоговых сигналов и испытательного оборудования учебного стенда; руководства пользователя ПО «Теквел Магия», «Теквел Парк», «Теквел Манипулятор».
5. Материалы издания «Цифровая подстанция» (digitalsubstation.com) по тематике МЭК 61850 и цифровых подстанций.

5.6. Оценочные материалы

Оценочные материалы Программы включают:

- тест входного контроля уровня знаний – 12 вопросов с вариантами ответов (Приложение 1);
- тесты промежуточной аттестации по модулям 1–5 – по 5 вопросов с вариантами ответов и практические задания (раздел 3);
- тест итоговой аттестации – 15 вопросов с вариантами ответов (Приложение 2).

Во всех тестах правильные ответы отмечены знаком ✓ и выделены полужирным шрифтом. Слушателям тесты выдаются без отметок правильных ответов. Фонд оценочных средств может пополняться и обновляться по решению преподавателей без изменения Программы.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Тест входного контроля уровня знаний

Выберите один правильный ответ в каждом вопросе. Время выполнения – 30 минут. Правильные ответы отмечены знаком ✓.

1. **Что такое МЭК 61850?**
   а) Стандарт на первичное оборудование подстанций
   б) **Серия стандартов на сети и системы связи для автоматизации энергообъектов** ✓
   в) Протокол телемеханики для диспетчерских центров
   г) Стандарт на кабельную продукцию

2. **Обеспечивает ли поддержка стандарта МЭК 61850 взаимозаменяемость устройств разных производителей?**
   а) Да, всегда
   б) **Нет, стандарт обеспечивает функциональную совместимость, но не взаимозаменяемость** ✓
   в) Только для устройств РЗА
   г) Только для устройств АСУ ТП

3. **Какие элементы составляют основу информационной модели МЭК 61850?**
   а) Регистры и биты
   б) **Логические устройства, логические узлы, объекты и атрибуты данных** ✓
   в) Таблицы Modbus
   г) IP-адреса и порты

4. **Что описывает файл ICD?**
   а) Конфигурацию всей системы
   б) **Возможности (информационную модель и сервисы) устройства до привязки к проекту** ✓
   в) Первичную схему подстанции
   г) Обмен между проектами

5. **Каково назначение сервиса GOOSE?**
   а) Передача мгновенных значений тока и напряжения
   б) **Быстрая передача дискретных сигналов между устройствами** ✓
   в) Передача файлов осциллограмм
   г) Синхронизация времени

6. **Каково назначение сервиса Sampled Values?**
   а) Передача команд телеуправления
   б) **Передача мгновенных значений измеряемых величин (тока и напряжения)** ✓
   в) Передача отчётов в АСУ ТП
   г) Передача журналов событий

7. **Что такое multicast?**
    а) Доставка кадра одному получателю
    б) Доставка кадра всем узлам сети
    в) **Доставка кадра группе получателей ✓**
    г) Доставка кадра через маршрутизатор

8. **Какую функцию позволяет реализовать тег IEEE 802.1Q?**
    а) Шифрование трафика
    б) **Разделение сети на виртуальные локальные сети и приоритизацию ✓**
    в) Синхронизацию времени
    г) Резервирование питания

9. **Какие частоты дискретизации предусматривает профиль 9-2LE?**
    а) 50 и 100 выборок за период
    б) **80 и 256 выборок за период ✓**
    в) 1000 и 4000 выборок в секунду
    г) Произвольные

10. **Какой протокол используется для клиент-серверных коммуникаций МЭК 61850 (отчёты, телеуправление)?**
    а) GOOSE
    б) **MMS ✓**
    в) PTP
    г) SNMP

11. **Что такое логическое устройство (LD) согласно МЭК 61850?**
    а) Физический терминал
    б) **Группа логических узлов внутри сервера, объединённых по функциональному признаку ✓**
    в) Порт Ethernet
    г) Файл конфигурации

12. **На каком этапе разрабатывается файл SCD?**
    а) При разработке технического задания
    б) **При конфигурировании системы на основе SSD и файлов ICD/IID устройств ✓**
    в) После вывода подстанции из эксплуатации
    г) При изготовлении терминала на заводе

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Тест итоговой аттестации (зачёт)

Выберите один правильный ответ в каждом вопросе. Время выполнения – 45 минут. Зачёт выставляется при правильном ответе не менее чем на 8 вопросов из 15. Правильные ответы отмечены знаком ✓.

1. **В какой части стандарта МЭК 61850 описан язык конфигурирования SCL?**
   а) Часть 5
   б) **Часть 6 ✓**
   в) Часть 7-2
   г) Часть 8-1

2. **В какой части стандарта МЭК 61850 описаны общие классы данных (CDC)?**
   а) 7-1
   б) 7-2
   в) **7-3 ✓**
   г) 7-4

3. **Что описывает файл CID?**
   а) Возможности устройства без привязки к проекту
   б) **Конфигурацию одного устройства, загружаемую в него ✓**
   в) Конфигурацию всей системы
   г) Обмен данными между проектами

4. **Что описывает файл SED?**
   а) Спецификацию системы
   б) **Описание обмена данными между проектами (подстанциями) ✓**
   в) Параметры одного устройства
   г) Журнал событий

5. **Как производится передача GOOSE при изменении значений передаваемых данных?**
   а) Однократно
   б) **Серией сообщений с нарастающими интервалами, начиная с минимального ✓**
   в) Только после запроса подписчика
   г) Через 1 с после изменения

6. **Какой рекомендуемый диапазон MAC-адресов назначения используется для сообщений GOOSE?**
   а) **01-0C-CD-01-00-00 – 01-0C-CD-01-01-FF ✓**
   б) 01-0C-CD-04-00-00 – 01-0C-CD-04-01-FF
   в) FF-FF-FF-FF-FF-FF
   г) 00-00-00-00-00-01

7. **Какой рекомендуемый диапазон MAC-адресов назначения используется для сообщений Sampled Values?**
    а) 01-0C-CD-01-00-00 – 01-0C-CD-01-01-FF
    б) **01-0C-CD-04-00-00 – 01-0C-CD-04-01-FF ✓**
    в) 01-00-5E-00-00-00
    г) FF-FF-FF-FF-FF-FF

8. **Какое количество сигналов тока и напряжения предусматривает профиль ПАО «Россети» для передачи SV?**
    а) Только 4 тока
    б) **4 тока и 4 напряжения с возможностью расширенного набора данных ✓**
    в) Только 3 напряжения
    г) Количество не регламентировано

9. **Какое значение поля SmpSynch указывает на отсутствие синхронизации источника SV?**
    а) **0 ✓**
    б) 1
    в) 2
    г) 255

10. **В каком режиме производится передача сообщений Sampled Values?**
    а) По запросу клиента
    б) **Циклически с заданной частотой выборок независимо от изменения данных ✓**
    в) Только при изменении значения
    г) Один раз в секунду

11. **Какой блок управления отчётами сохраняет события при потере связи с клиентом?**
    а) URCB
    б) **BRCB ✓**
    в) GSEControl
    г) LCB

12. **Какой режим управления обеспечивает наибольшую безопасность выполнения команды телеуправления?**
    а) Direct control with normal security
    б) Direct control with enhanced security
    в) SBO with normal security
    г) **SBO with enhanced security ✓**

13. **Какие проверки файла SSD требуется производить?**
    а) **Проверку соответствия однолинейной схеме и полноты описания функций логическими узлами ✓**
    б) Проверку MAC-адресов GOOSE

в) Проверку параметров отчётов

г) Проверку настроек VLAN

14. **Какие проверки файла SCD требуется производить?**

    а) Только проверку размера файла

    б) **Валидацию по схеме SCL, проверку адресации, уникальности идентификаторов и согласованности подписок ✓**

    в) Проверку орфографии наименований

    г) Проверку наличия подписи проектировщика

15. **Как выполнить проверку функции защиты терминала ЦПС без воздействия на выключатель?**

    а) Отключить питание терминала

    б) **Перевести терминал в режим test и подать SV/GOOSE с признаками test/simulation от испытательного оборудования ✓**

    в) Удалить подписку GOOSE в выключателе

    г) Отключить сервер времени