



Цифровая ячейка

2025 год



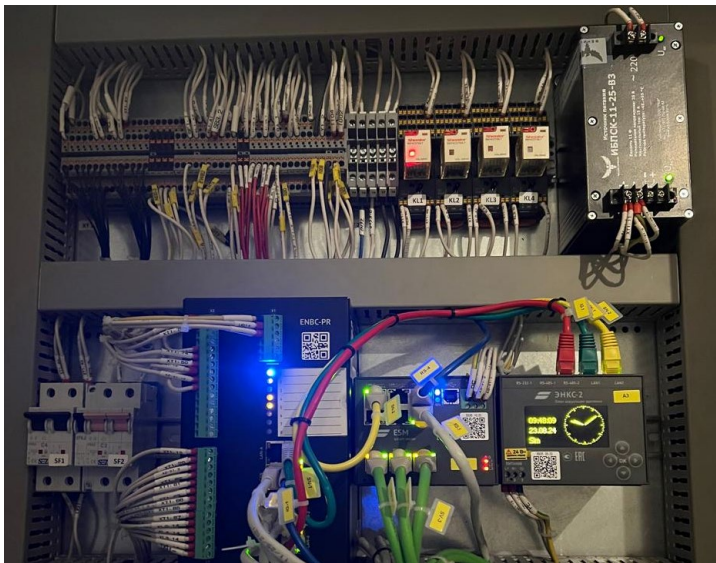
Необходимость внедрения цифровой ячейки на базе ПТК ES-GEAR

Большое количество медных проводов как внутри ячейки, так и между ячейками вследствие использования устаревших технологий.

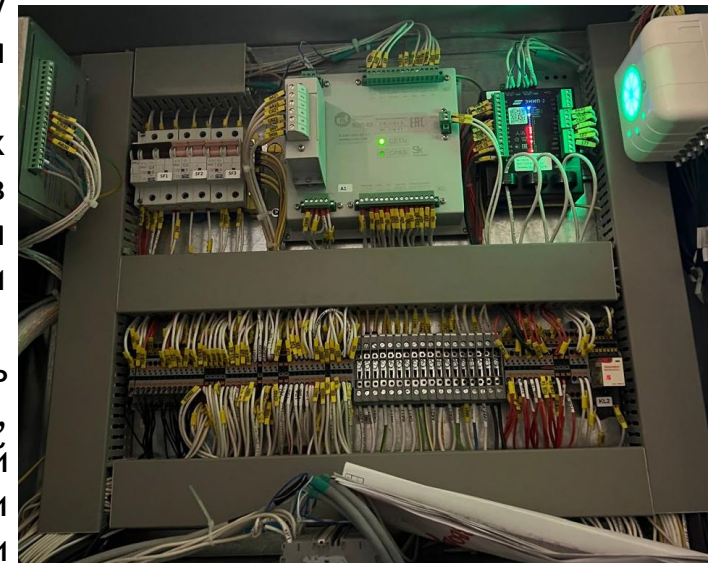
Многократное дублирование аналоговых и дискретных сигналов для устройств РЗА, ТМ, управления ячейкой, для реализации оперативных блокировок и др.

Большая доля ручного труда, сложность тестирования ячеек после их сборки, отсутствие диагностики указанных цепей приводит к снижению надежности и увеличению затрат при производстве и эксплуатации высоковольтных ячеек.

Эти параметры и низкая автоматизация, а также развитие и внедрение инновационных технологий привели к возможности реализации Цифровых ячеек для Высокоавтоматизированных подстанций.



Подстанции и РУ с высокой степенью автоматизации



Подстанции и РУ с низкой степенью автоматизации



Преимущества цифровой ячейки

Замена традиционных электромагнитных ТТ и ТН на однофазные комбинированные измерительные трансформаторы с цифровыми интерфейсами для подключения к шине процесса и трансляции результатов измерений в цифровом виде.

Использование технологий цифровой подстанции: вертикальные и горизонтальные связи между присоединениями (ОБР, РЗА) в соответствии с МЭК 61850-8-1.

Преимущества КРУ/КСО нового поколения за счет унификации для широкого класса напряжения и рабочих токов:

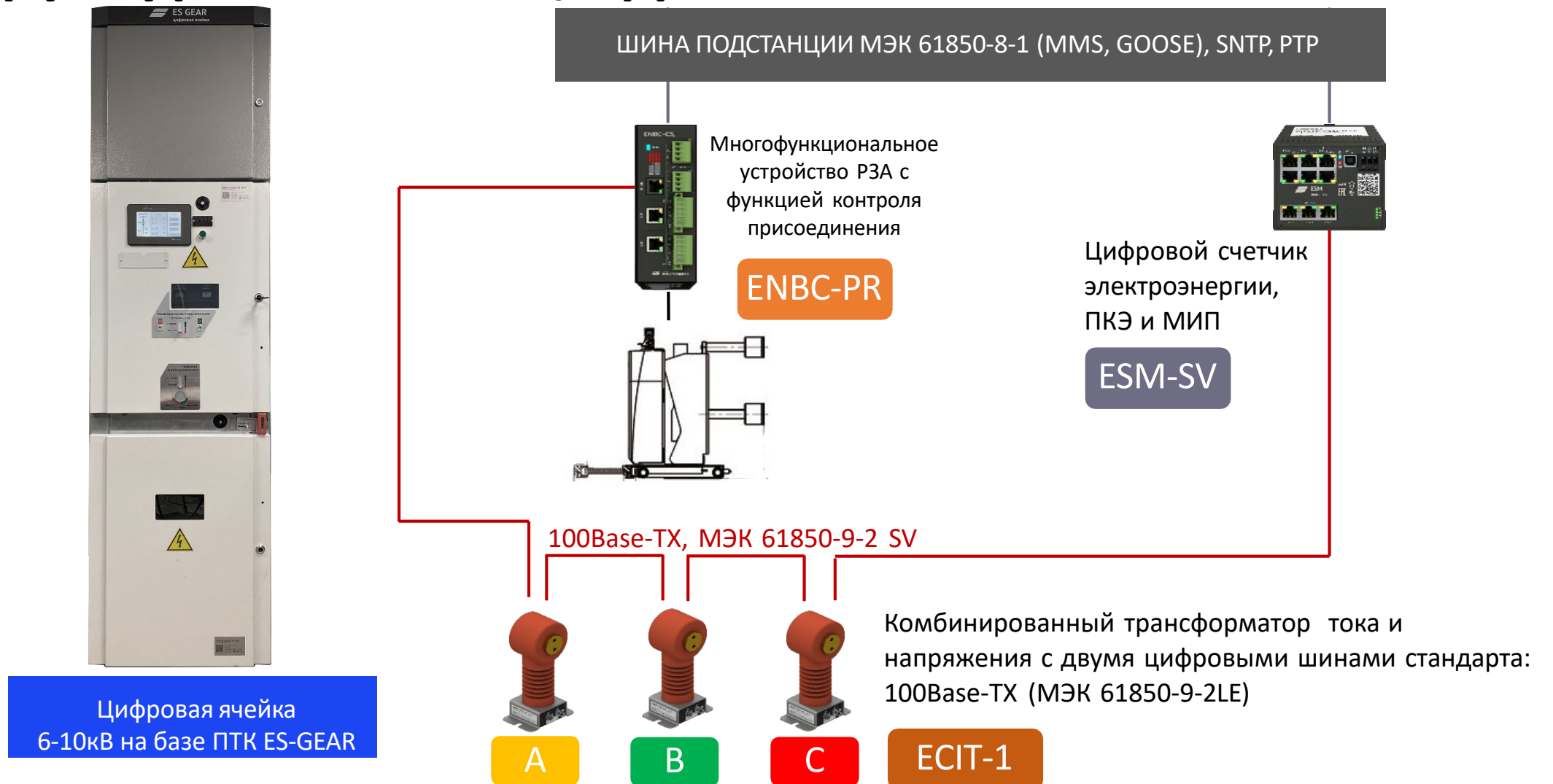
1. Повышение надежности (снижение количества ошибок схем), возможность автоматического тестирования ячеек сразу после их сборки, мониторинг и диагностика как отдельных компонентов ячеек, так и ячейки и подстанции в целом.
2. Сокращение сроков и стоимости работ по изготовлению ячеек за счет унификации вторичных схем и первичного оборудования.
3. Снижение эксплуатационных затрат на обслуживание.

Более подробно в презентации [Технология Цифровой Ячейки](#).





Структурная схема цифровой ячейки





Основные компоненты ПТК ES-GEAR



Многофункциональное устройство РЗА ENBC-PR это:

- контроллер присоединения
 - релейная защита и автоматика
- ✓ Предназначено для работы совместно с цифровыми трансформаторами тока и напряжения (ЦТТН).
- ✓ Как контроллер присоединения ENBC обеспечивает обмен данными с АСУ ТП объекта и прочими интеллектуальными электронными устройствами (IED) на объекте по сети Ethernet в рамках шины подстанции МЭК 61850-8-1.



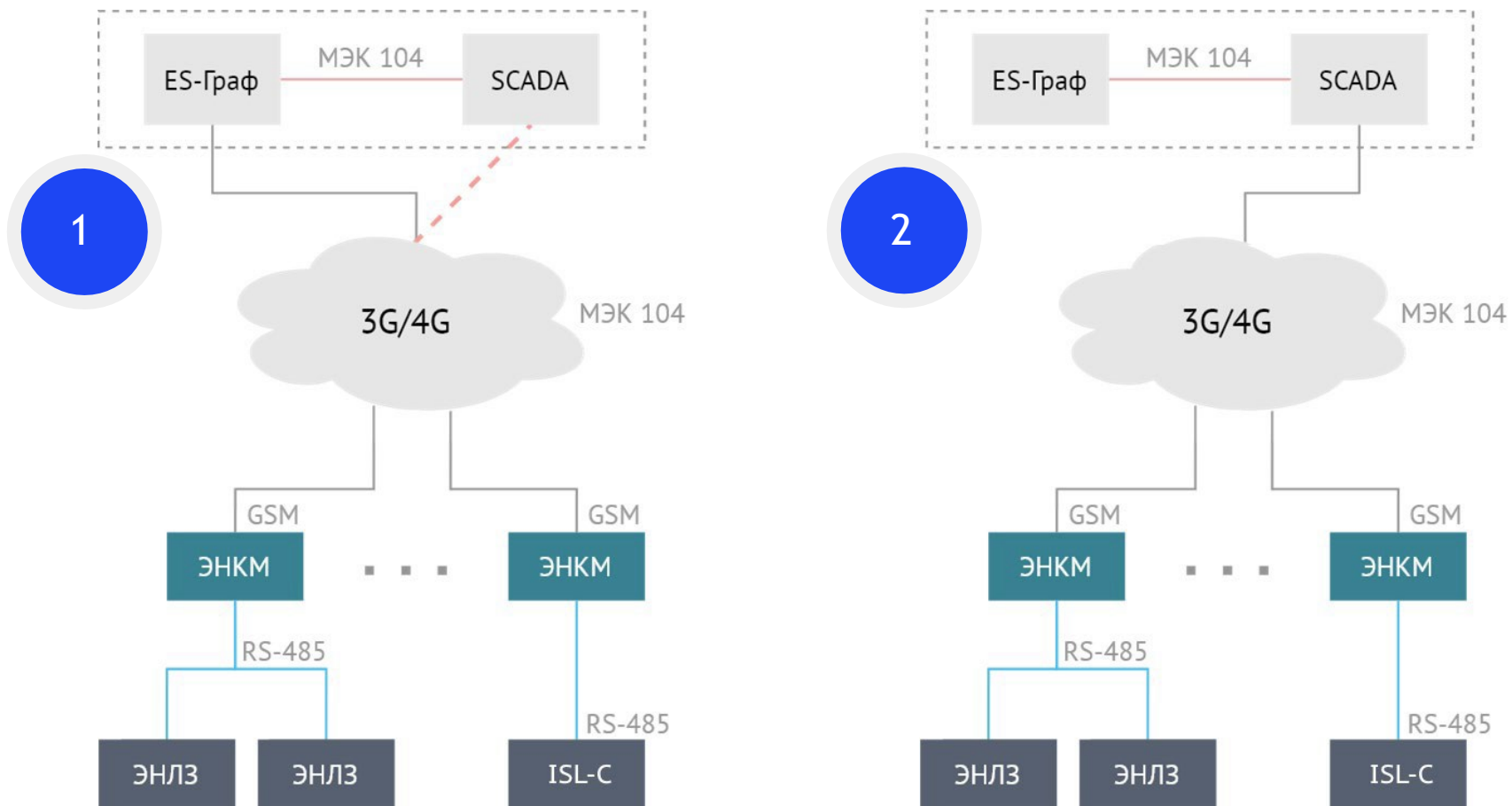
ESM может применяться в качестве:

Многофункциональный измерительный преобразователь
Счетчик электрической энергии (класс точности 0,2S)
Прибор для измерения показателей качества электроэнергии
Многофункциональный щитовой прибор
Устройства синхронизированных векторных измерений (PMU)

Интеграция в шину подстанции через 2(4) порта Ethernet с поддержкой протоколов МЭК 61850-8-1.

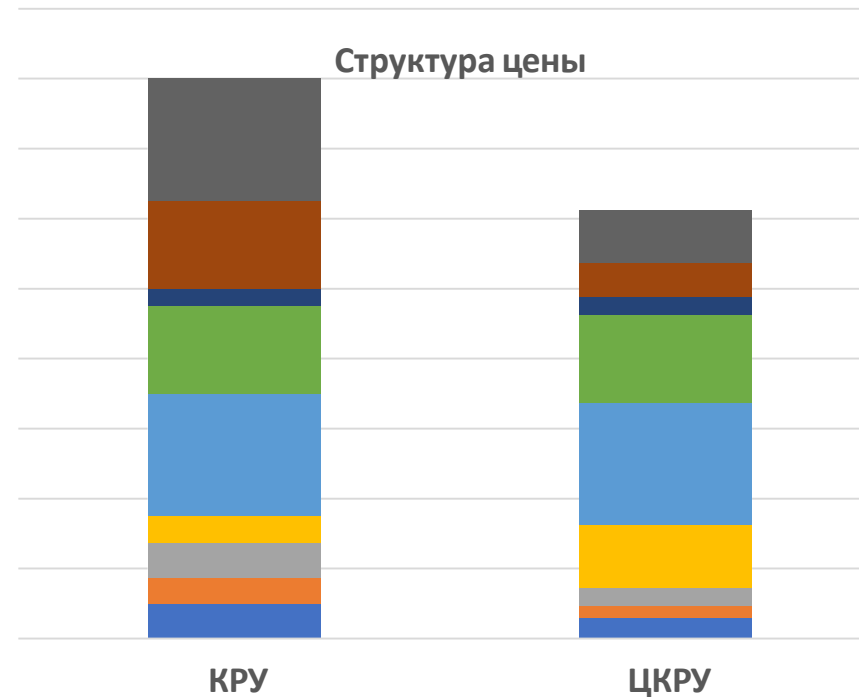


Состав ПТК





Сравнение с традиционными КРУ



- РЗА (АСУТП)
- Вторичные цепи
- Металл, шины, корпусные изд.
- ОПН, изоляторы, индикаторы
- Накладные

- Учет и измерение (АСУТП, АСКУЭ)
- ИТТх3
- ВВ(БУ)
- Сборка



Функции и возможности ПТК



Диагностика

Локализация места повреждения и определение его типа. Типы повреждений: ОЗЗ, КЗ (2-х, 3-х фазные)



Интеграции SCADA

Простая интеграция в SCADA по стандартным протоколам обмена данными (МЭК 60870-104)



Запись событий или
Аудит событий во внутреннем журнале, запись исходных измерений аварийного режима



Управление правилами

Настраиваемые логические выражения для расширения функционала системы и автоматизации



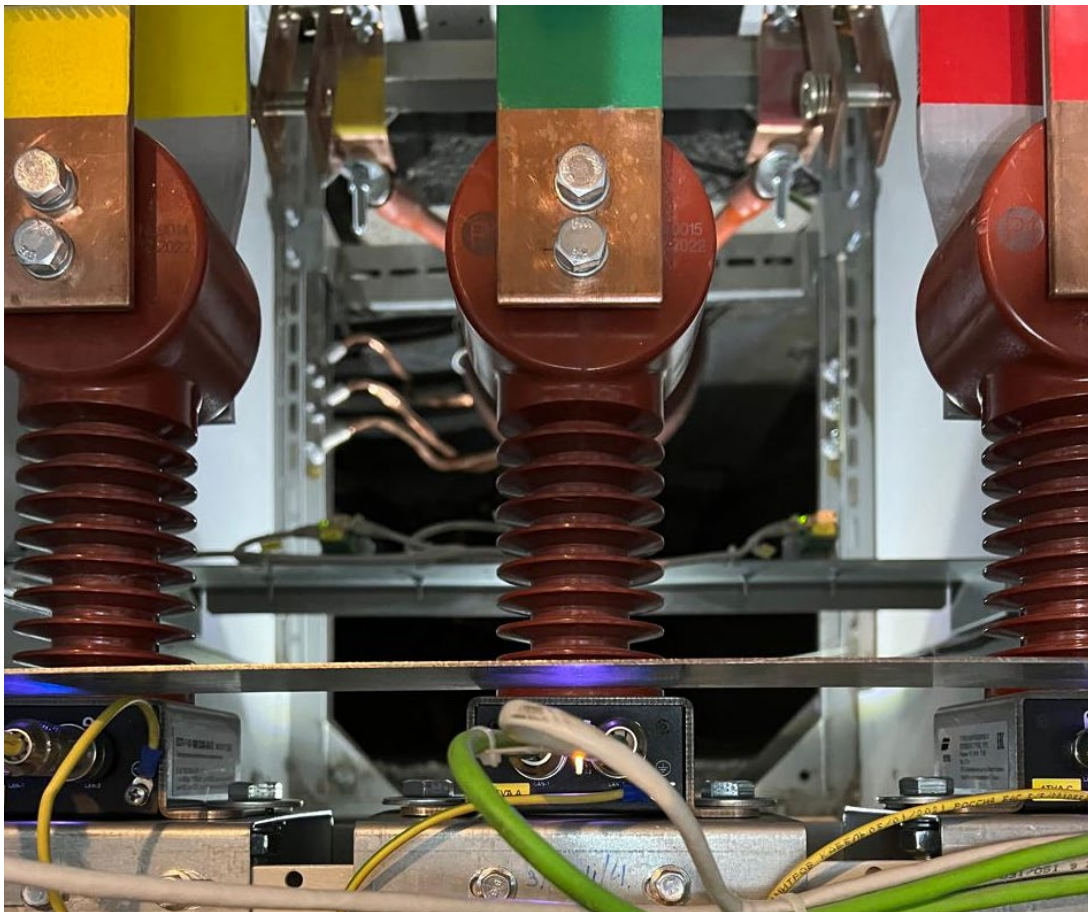
Облачное развертывание

Возможность использования как самостоятельное приложение, использование по модели SaaS



ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Комбинированный трансформатор тока и напряжения с двумя цифровыми шинами стандарта: 100Base-TX (МЭК 61850-9-2LE) установленные в цифровой ячейке КСО





Разработка и внедрение цифровой ячейки

Разработка цифровой ячейки ведется с 2017 года.

В 2018 году выполнены работы по созданию аппаратного программно технического комплекса (ПТК) ES-GEAR для цифровой подстанции в соответствии со стандартом МЭК 61850 на ПС 220 кВ “Магистральная” (ОАО «Сетевая компания», г. Казань).

Два цифровых КРУ установлены на полигоне “Цифровая подстанция” Северного (Арктического) федерального университета.

Разработаны типовые проекты цифровых ячеек КРУ/КСО с КРУ - строительными заводами - Брянский Электромеханический Завод, СЭЩ, Электронмаш и Элтехника.

В 2024 году установка оборудования на объекты ПАО «Россети Ленэнерго»

ПТК ES-GEAR предназначен для подстанций нового строительства и ретрофита существующих КРУ:

- не требует применения внутри ячейки ЛВС коммутаторов,
- минимум вторичной коммутации,
- нет встроенной ОС,
- унифицированные главные и вторичные схемы РУ,
- не требуется ячейка ТН в составе РУ СН.



Ячейка КСО производства ООО «ЦЭСиС»
на выставке МФЭС декабрь 2024 г.



Отчет по опытно-промышленной эксплуатации цифровой ячейки на РП2071



«УТВЕРЖДАЮ»
Заместитель генерального директора –
Директор департамента
энергетических технологий

Ульянов Д.Н.
(Ф.И.О.)
10 апреля 2025
(число) (месяц) (год)

ОТЧЕТ ПО ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦИФРОВОЙ ЯЧЕЙКИ ТИПА КСО-208 НА БАЗЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ES GEAR НА РТП 2071 (ВТП САМПСОНИЕВСКАЯ)

1. Объект опытно-промышленной эксплуатации.

Объектом опытно-промышленной эксплуатации является цифровая ячейка типа КСО-208 на базе ПТК ES-GEAR на РТП 2071 по адресу: г. Санкт-Петербург, Большой Сампсониевский проспект, дом 32.

Таблица 1. Оборудование, применяемое при ОПЭ

№	Наименование	Заводской номер	IP – адрес	Версия ПО	Версия АО	Дата выпуска
Ячейка №9						
1	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	165	192.168.0.50	1.1.1 от 09.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
2	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	166	192.168.0.51	1.1.1 от 09.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
3	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	167	192.168.0.52	1.1.1 от 09.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
4	ENBC	56	enbc-v0.5.0.2-dev-2430		3.1	2024
5	ESM-SV-24-A2E4-02A	8831	192.168.0.21	1.2.0.0 rev. 1380+	3.2	2024

Страница 1 из 3

Ячейка №10						
6	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	160	192.168.0.54	1.1.1 от 9.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
7	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	161	192.168.0.55	1.1.1 от 9.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
8	ЕСИТ-1-15-50(1000)-24-ТХ2-Р0	163	192.168.0.56	1.1.1 от 9.12.2024	5.2.3 (А) 6.0.1 (Э)	2024
9	ENBC	57	enbc-v0.5.0.2-dev-2430		3.1	2024
10	ESM-SV	5207	192.168.0.22	1.2.0.0 rev. 1380+	3.2	2024

2. Результаты ОПЭ за период ноября 2024 – март 2025 г.

Общие сведения.

1. За весь период с ноября 2024 г. по март 2025 г. не зафиксировано перерывов и сбоев в электропитании оперативным током цепей управления и УРЗА. Все устройства отработали без перезагрузок. На устройствах не производилась смена микропрограмм и настроек (конфигураций).

2. В журналах УРЗА (ENBC) и счетчиков электрической энергии (ESM) отсутствуют данные о потере связи по МЭК 61850-9-2 с измерительными трансформаторами (ЕСИТ) на обеих ячейках (яч.9 и яч. 10).

3. В журнале УРЗА (яч.9, яч.10) отсутствуют факты срабатывания защит, что совпадает с информацией от эксплуатации – аварий за наблюдаемый период не зафиксировано.

4. В электронном журнале УРЗА (яч.10) 17.02.2025 в 13:50.53 зафиксирован случай срабатывания АВР, что свидетельствует процедуре опробования местным оперативным персоналом. Согласно записям в электронном журнале УРЗА (№57) – все оборудование отработало в штатном порядке.

Таблица 2. Контролируемые параметры

№	Наименование параметра	Соответствие
1.	Своевременное и достоверное отображение информации о состоянии ячейки, запись всех изменений в журналах событий.	Есть
2.	Отсутствие потери связи и синхронизации между устройствами ПТК ES GEAR.	Есть
3.	Отсутствие ложных срабатываний защит и автоматики.	Есть
4.	Достоверное отображение значений тока и напряжения цифровыми комбинированными трансформаторами ЕСИТ-1.	Есть
5.	Сохранение изначальных технических и метрологических параметров цифровых комбинированных трансформаторов ЕСИТ-1.	Есть

Страница 2 из 3

В ходе опытно-промышленной эксплуатации были выявлены следующие замечания:

Таблица 3. Замечания выявленные в ходе ОПЭ

№	Замечания	Предложения по устранению*	Предполагаемое время устранения
1	Устройства РЗА (ENBC), работая без синхронизации времени, накопили ошибку, превышающую расчетное отклонение на несколько порядков.	Применение локального источника синхронизации (ЭНКС-3м) и обновление программного обеспечения ENBC до версии, поддерживающей синхронизацию времени УРЗА по SNTP (плюс см. ниже п.2).	Май 2025 г.
2	Трансформаторы тока и напряжения ЕСИТ-1 не имеют общего локального источника синхронизации времени. ЕСИТ-1 синхронизируют время только относительно друг друга. Между собой трансформаторы синхронны с точностью до 1 мкс.	Реализовать синхронизацию измерительных трансформаторов ЕСИТ-1 от УРЗА ENBC по SNTP.	Май 2025 г.
3	В ПО «ОИК Диспетчер» зафиксировано порядка 9 случаев (в разные дни) пропадания сигнала «Контроль встречного напряжения», получаемого от УРЗА. Журналы ENBC так же подтверждают факты срабатывания сигналов «Контроль встречного напряжения»	Вероятно, в сети действительно были скачки напряжения. В целях профилактики проверить корректность работы алгоритма формирования сигнала в ENBC при различных допустимых значениях напряжений на лабораторном стенде.	-

* После проведения указанных мероприятий произвести повторные испытания работы УРЗА и телемеханики.

Вывод: Указанные в таблице 3 замечания не оказывают влияния на надежность работы цифровых ячеек в части функционирования релейной защиты и автоматики.

Составлено:

Нач. отдела технической поддержки
управления МПУ

Нач. ЭТЛ

Ситов П.В.

Кожеников Ю.В.

Страница 3 из 3

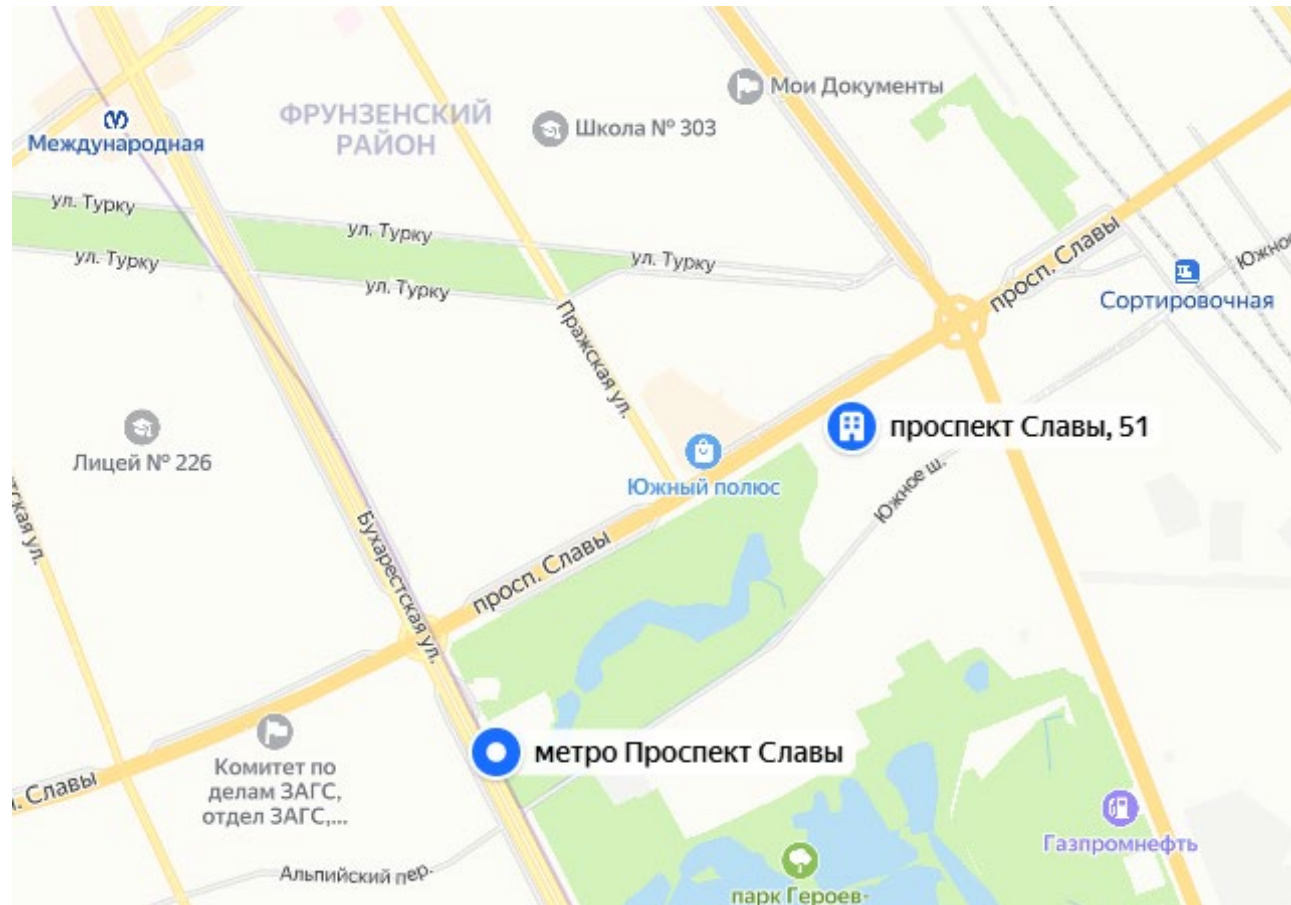


ООО «ЦИФРОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ»

Общество с ограниченной ответственностью

«Цифровые Электрические Системы и Сети»

ИНН 7816414834 КПП 781601001 ОГРН 1077847399288



192241, город Санкт-Петербург,
проспект Славы, дом 51, литер А,
помещение 67-н офис 6

Тел. (812) 426-40-24

e-mail: ooocesis@gmail.com