ООО “ИНЖЕНЕРНЫЙ ЦЕНТР ”ЭНЕРГОСЕРВИС”

Многофункциональные интеллектуальные устройства для цифровых подстанций

Мокеев Алексей Владимирович,

зам. генерального директора

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ “ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ”. СТАНДАРТ IEC 61850

г. Москва, 4 октября 2017 г.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЭУ ДЛЯ ЦП

Целесообразность применения ***многофункциональных интеллектуальных электронных устройств*** (ИЭУ) обусловлена стремлением снизить затраты на создание цифровых подстанций.

Становится все более отчетливыми трендами применение

- *устройств РЗА нового поколения*, выполняющие дополнительно функции контроллера присоединения,
- *измерительных ИЭУ*, обеспечивающие реализацию функций сразу нескольких измерительных устройств,
- *аналоговых устройств сопряжения с шиной процесса* (SAMU и AMU) с расширенными функциональными возможностями.

Рассмотрим опыт разработки и внедрения многофункциональных ИЭУ на примере продукции ООО “Инженерный центр “Энергосервис”.

ПРОДУКЦИЯ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

ШИНА ПРОЦЕССА

ШИНА ПОДСТАНЦИИ

ИЭУ

ИЭУ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭНИП-2

МЭК 61850-8-1

Выполняемые функции:

- ***телеизмерения, телесигнализация и телеуправление***,
- ***замещение щитового измерительного прибора***,
- ***технический учет электроэнергии***,
- ***мониторинг качества электроэнергии***,

Расширение функциональных возможностей ЭНИП-2

- ***сервер асинхронных портов*** (РЗА, учет ЭЭ),
- ***программируемая логика*** и *реализация* ***горизонтальных связей*** *с другими ИЭУ* (оперативные блокировки, АВР и т.д.),
- ***модули дискретного ввода/вывода,***
- ***модули ввода-вывода*** *с различных датчиков по шине* ***1-Wire*** (температурные датчики, датчики влажности, датчики охранных систем и т.д.),
- ***модули индикации.***

ЭНИП-2, ЭНМВ-1: ИНТЕРФЕЙСЫ И ПРОТОКОЛЫ

ЭНИП-2: USB, 3 x RS-485, 2 x LAN (100Base-T/FX)

ЭНМВ-1: USB, 2 x RS-485, 1 x LAN (100Base-T)

IEC 61850-8-1 (MMS, GOOSE)

IEC 60870-5-104 | **IEC 60870-5-101**

Modbus TCP | **Modbus RTU** | **RS485 to TCP (raw)**

SNMP | **SNTP** | **NETBIOS** | **WEB**

PRP | **RSTP**

UCA International Users Group

IEC 61850 Certificate Level A[1]

No. 74108408-OPE/INC 15-1915

Issued to:
Engineering Centre "Energoservice", LLC
26 Kotlasskaya
163046 Arkhangelsk
Russia

For the server product:
ENIP-2 multifunctional power meter with four IO modules ENMV-1
ENIP-2 Software version: 2.0.0.6
ENIP-2 Hardware version: 3.3

The server product has not been shown to be non-conforming to:

IEC 61850 First Edition Parts 6, 7-1, 7-2, 7-3, 7-4 and 8-1

Communication networks and systems in substations

The conformance test has been performed according to IEC 61850-10, the UCA International Users Group Server Device Test Procedures version 2.3 with TPCL[2] version 1.8, the product's protocol, model and technical issue implementation conformance statements: "Protocol Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 interface in ENIP-2, dated July 8 2015", "Model Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 interface in ENIP-2, dated July 8 2015" and "TISSUES Implementation Conformance Statement for the IEC 61850 interface in ENIP-2, dated July 8" and the extra information for testing: "Protocol Implementation eXtra Information for Testing (PIXIT) for the IEC 61850 interface in ENIP-2, dated July 8 2015".

The following IEC 61850 conformance blocks have been tested with a positive result (number of relevant and executed test cases / total number of test cases):

1	Basic Exchange (16/24)	9a	GOOSE Publish (11/12)
2	Data Sets (3/6)	9b	GOOSE Subscribe (11/11)
2+	Data Set Definition (23/23)	12a	Direct Control (6/12)
5	Unbuffered Reporting (15/19)	12d	Enhanced SBO Control (12/19)
6	Buffered Reporting (22/28)	13	Time Synchronization (3/5)

This certificate includes a summary of the test results as carried out at NTC FSK UES in Russia with UniCA 61850 Client Simulator 4.29.03 with test suite 3.29.00 and UniCA 61850 Analyzer 5.29.02. This document has been issued for information purposes only, and the original paper copy of the DNV GL report No. 74108408-OPE/INC 15-1916 will prevail.

The test has been carried out on one single specimen of the product as referred above and submitted to DNV GL by Engineering Centre "Energoservice", LTD. The manufacturer's production process has not been assessed. This certificate does not imply that DNV GL has approved any product other than the specimen tested.

Arnhem, 28 July 2015

M. Adriaensen
Head of Department
Operational Excellence

Issued by:
DNV·GL

R. Schimmel
Verification Manager

В июле 2015 года **многофункциональный преобразователь ЭНИП-2** успешно ***прошел процедуру сертификации на соответствие стандарту МЭК 61850 (уровень А)*** в НТЦ ФСК ЕЭС при участии DNV GL (Лаборатория KEMA)

1	Basic Exchange (16/24)	9a	GOOSE Publish (11/12)
2	Data Sets (3/6)	9b	GOOSE Subscribe (11/11)
2+	Data Set Definition (23/23)	12a	Direct Control (6/12)
5	Unbuffered Reporting (15/19)	12d	Enhanced SBO Control (12/19)
6	Buffered Reporting (22/28)	13	Time Synchronization (3/5)

ИНТЕГРАЦИЯ СБОРА ДАННЫХ ТМ, УЧЕТА И РЗА

Устройство сбора данных ЭНКС-3м

ИНТЕРФЕЙСЫ: 2(4) x LAN, USB, 8 x RS-485, 4 x RS-232, CAN, GPRS, GPS

ПРОТОКОЛЫ:

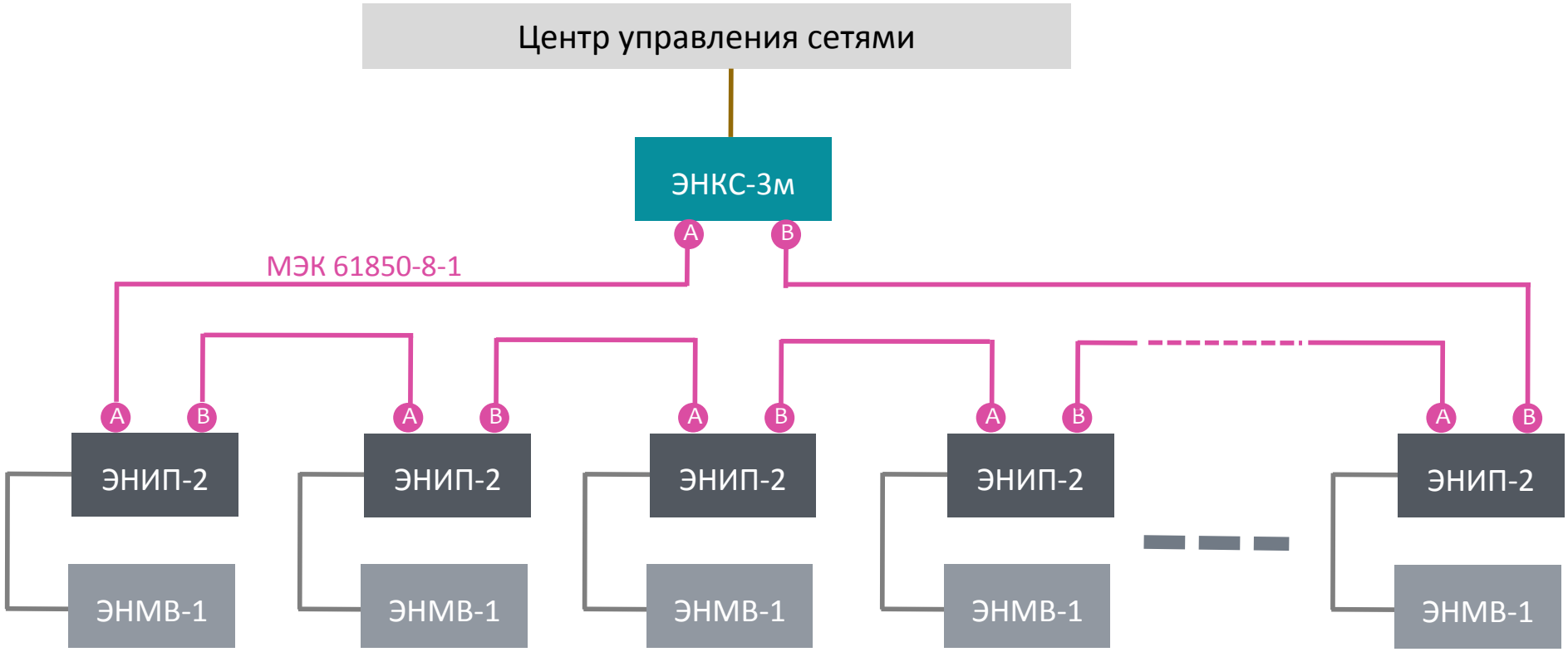
- IEC 61850-8-1 (GOOSE, MMS)
- IEC 60870-5-104
- IEC 60870-5-101
- IEC 60870-5-103
- Modbus TCP
- Modbus RTU
- RS485 to TCP (raw)
- SNTP
- PRP
- RSTP

Новая модификация ЭНКС-3м.648EX

4xEthernet

Расширенные возможности по интеграции различных ИЭУ согласно МЭК 61850-8-1

ИНТЕГРАЦИЯ В АСТУ И АИИС КУЭ



Снижение стоимости цифровых подстанций.

ЭНИП-2 и ЭНКС-3м.648ЕХ оснащены 2 портами Ethernet и встроенным сетевым коммутатором, что позволяет отказаться от использования внешних сетевых коммутаторов и реализовать на подстанции *простую локальную сеть с кольцевой топологией* (протокол резервирования RSTP) и поддержкой протоколов цифровой подстанции согласно МЭК 61850-8-1.

Для подстанций более высоких классов напряжения целесообразно использовать ЭНИП-2 с двумя портами Ethernet и реализацией протокола резервирования PRP.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ESM

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

об утверждении типа средств измерений

RU.C.34.390.A № 65403

Срок действия до 09 марта 2022 г.

НАИМЕНОВАНИЕ ТИПА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ
Устройства измерительные многофункциональные ESM

ИЗГОТОВИТЕЛЬ
Общество с ограниченной ответственностью "Инженерный центр "Энергосервис" (ООО "Инженерный центр "Энергосервис"), г. Москва

РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № 66884-17

ДОКУМЕНТ НА ПОВЕРКУ
ESM.422160.001 МП

ИНТЕРВАЛ МЕЖДУ ПОВЕРКАМИ
12 лет - для модификаций ESM-HV и ESM-ET;
16 лет - для модификации ESM-SV

Тип средств измерений утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09 марта 2017 г. № 471

Описание типа средств измерений является обязательным приложением к настоящему свидетельству.

Заместитель Руководителя Федерального агентства С.С.Голубев

«11» 03 2017 г.

Серия СИ № 028593

ESM предназначен для

- ***измерения параметров режима электрической сети*** *на основе среднеквадратических значений токов и напряжений*;
- ***измерения параметров режима электрической сети параметров режима электрической сети*** *на основе токов и напряжений основной гармоники*;
- ***измерения активной и реактивной электрической энергии*** (коммерческий или технический учет), класс точности 0,2S;
- ***измерения, контроля и регистрации показателей качества электроэнергии***;
- ***хранения, агрегирования и передачи измеренных параметров.***

Межповерочный интервал

ESM с аналоговыми входами: 12 лет

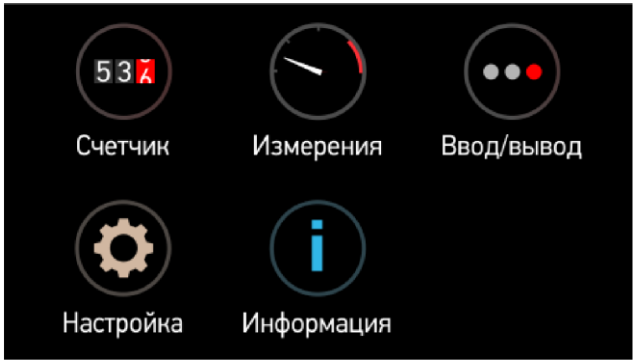
ESM с цифровыми входами: 16 лет

ГРАНИ ESM

счетчик электрической энергии

прибор измерения показателей качества электроэнергии

многофункциональный щитовой измерительный прибор



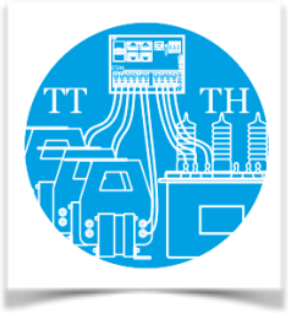
многофункциональный измерительный преобразователь ТМ

Устройство синхронизированных векторных измерений

интеллектуальное электронное устройство

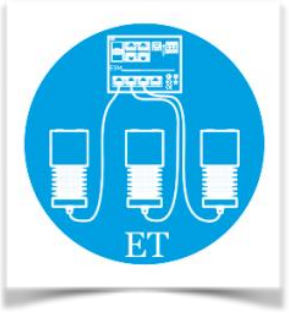
ОСНОВНЫЕ МОДИФИКАЦИИ ESM

ESM-HV



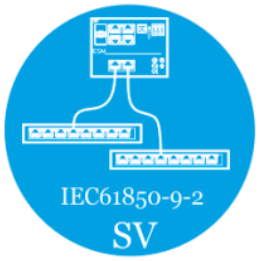
традиционные ИТТ, ИТН (1/5А), ТН(57/100 V)

ESM-ET



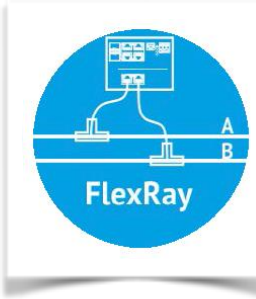
LPCT или электронные ИТТ, ИТН

ESM-SV



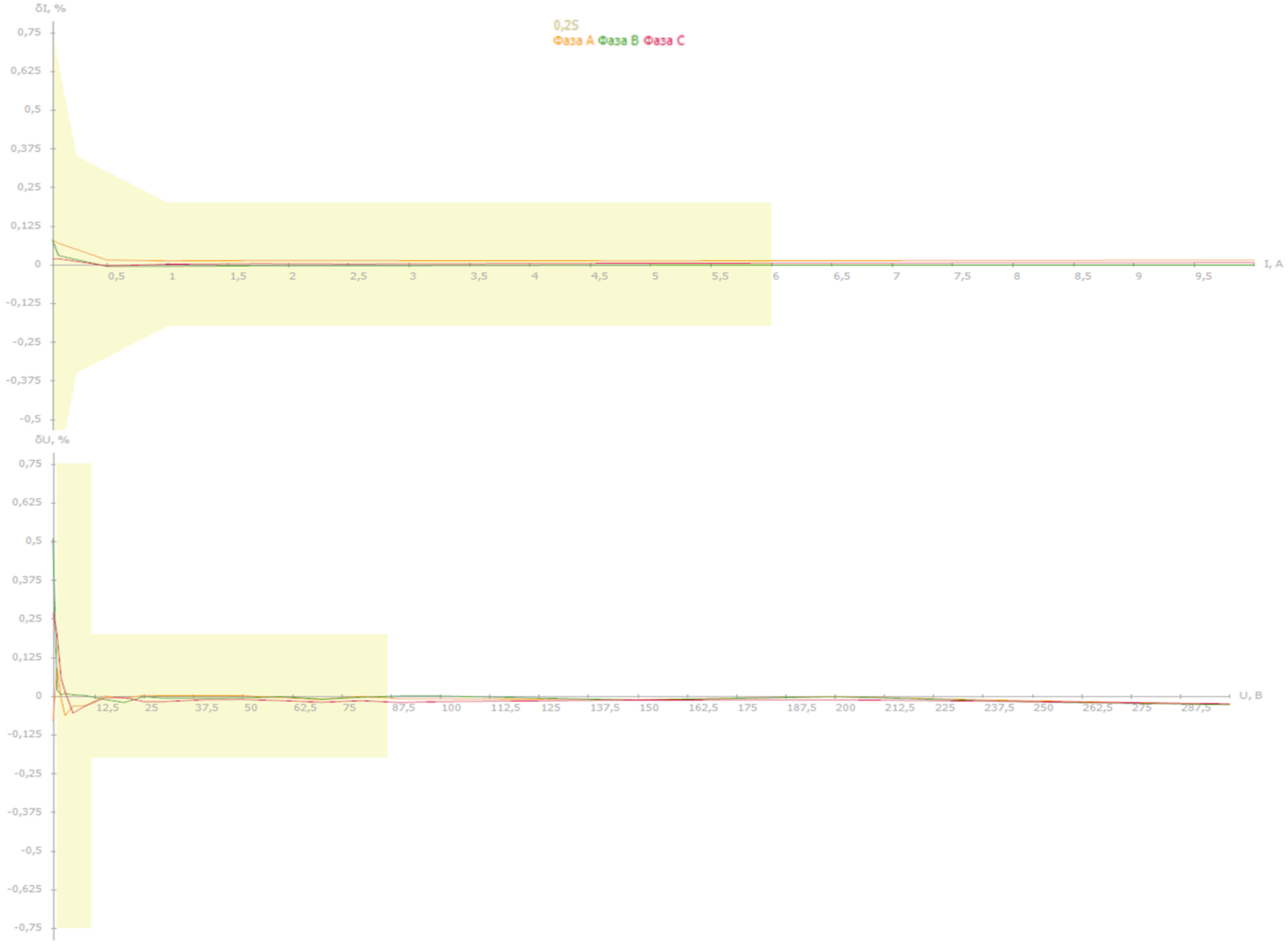
шина процесса IEC 61850-9-2LE

ESM-SVF

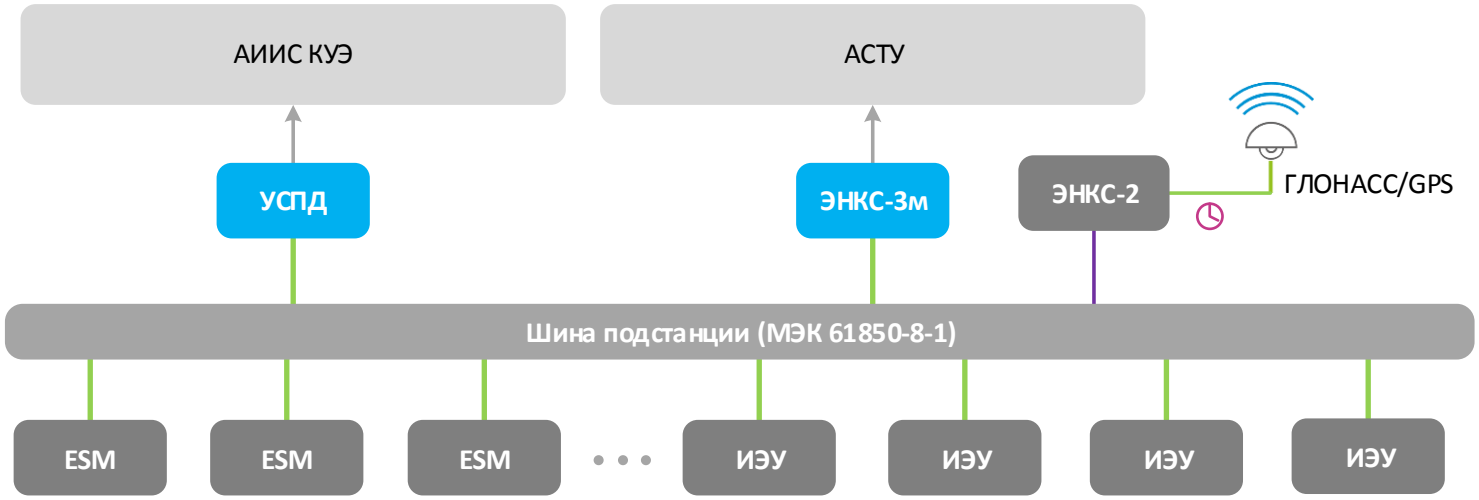


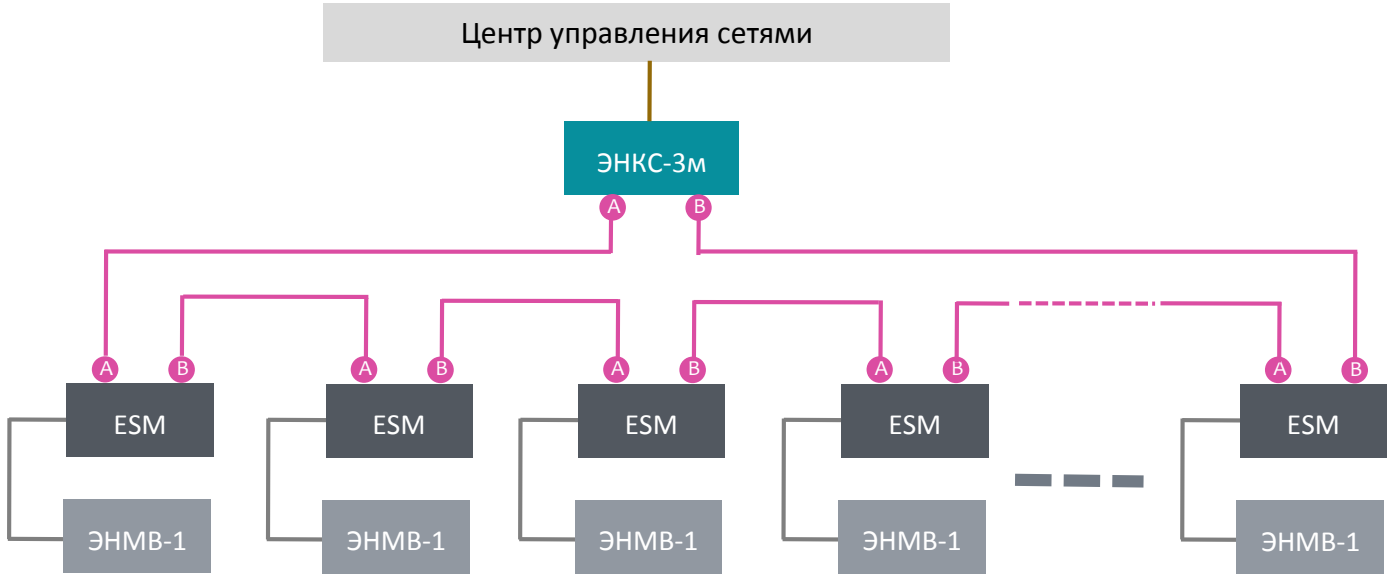
низкоуровневая шина процесса

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ESM



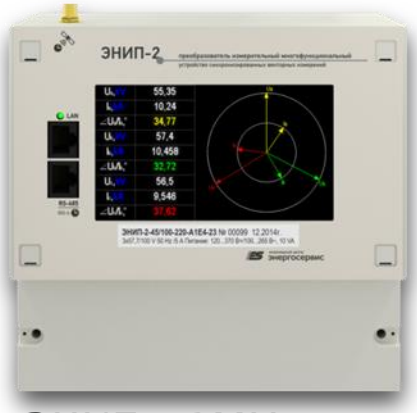
ИНТЕГРАЦИЯ В АИИС КУЭ И АСТУ





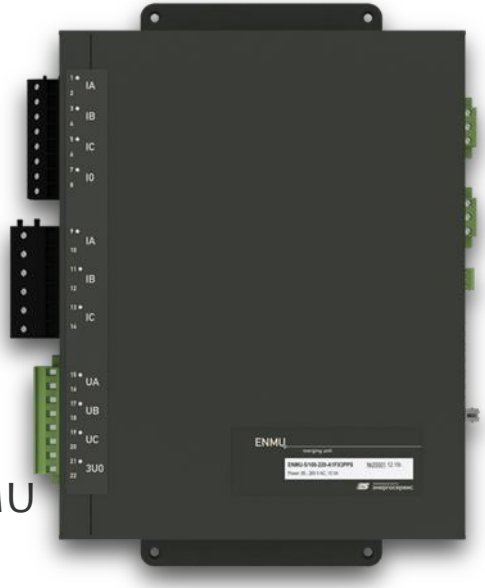
СИНХРОНИЗИРОВАННЫЕ ВЕКТОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

ИЭУ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



ЭНИП-2-PMU

ESM



ENMU

ЭНМВ-3

СОЕВ

ЭНКС-2

МОНИТОРИНГ

ЭНМИ-6

КОНЦЕНТРАТОРЫ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

ES-PDC

УСТРОЙСТВО СОПРЯЖЕНИЯ С ШИНОЙ ПРОЦЕССА

ENMU: *аналоговое устройство сопряжения с шиной процесса*

(**SAMU,** Stand-Alone Merging Unit)

Подключение к измерительной и релейной обмоткам ИТТ.

Дополнительно реализованы функции ***телеизмерений, регистратора аварийных событий*** и ***PCMU*** (Phasor Control and Measurement Unit).

3 порта Ethernet 100Base-T/FX

Синхронизация времени
оптический интерфейс SYNC (PPS или IRIG-A/B).

Формирование и одновременная передача

- *3 потоков SV* (sv256, sv80m, sv80r),
- *синхронизированных векторных измерений* IEEE C37.118.2,
- *передача телемеханической информации* МЭК 60870-5-104.

Ведутся работы по ***расширению функциональных возможностей ENMU:*** добавление дискретных входов-выходов и поддержке протоколов согласно стандарта МЭК 61850-8-1 (MMS- и GOOSE-сообщения).

КОМПЛЕКТНЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ ИННОВАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ КРУ 6-35 КВ

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

КРУ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Замена традиционных электромагнитных ТТ и ТН на ***первичные измерительные преобразователи тока и напряжения с цифровым интерфейсом:*** трансформаторы тока малой мощности (Low Power Current Transformer, LPCT), датчики тока на основе катушки Роговского, емкостные или резистивные датчики напряжения.

Использование технологий цифровой подстанции*: горизонтальные связи между ИЭУ* в соответствии с МЭК 61850-8-1.

Модернизация наиболее консервативной подсистемы дискретного ввода-вывода с использованием концевых выключателей, контактов коммутационных аппаратов и промежуточных реле и др. ***Переход на цифровое взаимодействие ИЭУ с БУ ВВ, применение цифровых датчиков положения и т.д.***

Полное исключение аналоговых и дискретных цепей за счет применения интеллектуальных датчиков, приводов и устройств.

Для интеграции интеллектуальных датчиков в составе цифровой ячейки целесообразно использовать **низкоуровневые шины процесса**. Наиболее *привлекательный вариант:* ***промышленная сеть FlexRay*** (10 Мбит/с).

FlexRay - надежная и устойчивая к сбоям детерминированная сеть жесткого реального времени с эффективными механизмами синхронизации времени и резервирования сети.

Преимущества КРУ нового поколения: повышение надежности, возможностью тестирования ячеек сразу после их сборки, мониторинг и диагностика как отдельных компонентов ячеек, так и ячейки и подстанции в целом.
Сокращение сроков и стоимости работ по изготовлению ячеек.
Снижение эксплуатационных затрат.

Комбинированный датчик тока и напряжения 10 кВ TECV.P1-10

OPTIMETRIK
Эффективные технологии
оптимальные решения

Модификации TECV.P1-10
- *активный,*
- *пассивный (в разработке),*
- *цифровой.*

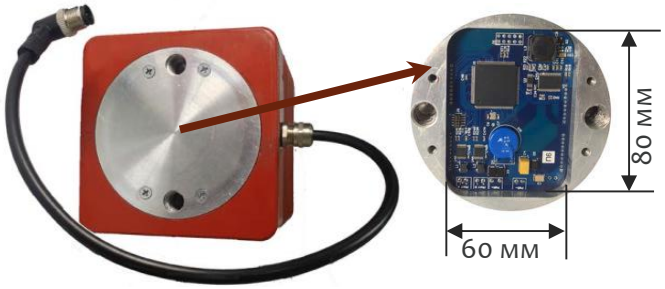
Измерение тока
- *трансформатор тока маломощный*
- *катушка Роговского*

Измерение напряжения
- *емкостной делитель напряжения*

Цифровой КДТН на основе TECV.P1-10 со ***встроенным аналоговым устройством сопряжения (AMU)***.

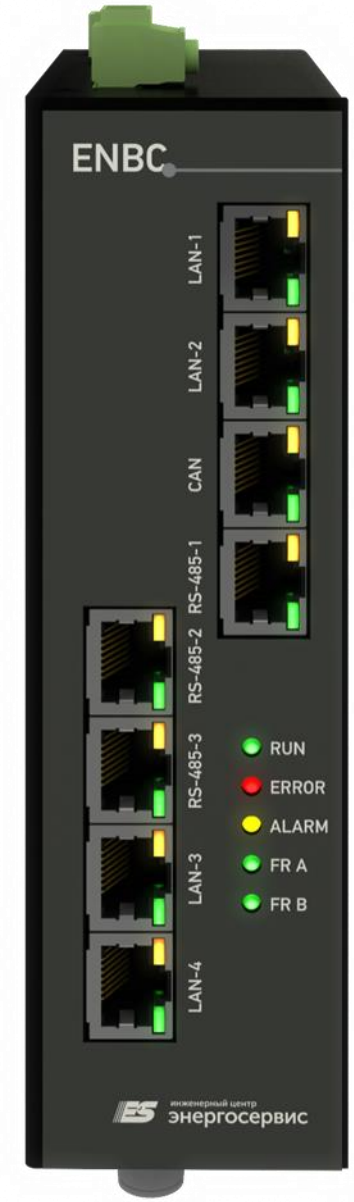
Поддержка МЭК 61850-9-2, 1(2) порта Ethernet.

Поддержка сети FlexRay (2 резервируемых канала передачи данных).



Содержимое передаваемых выборочных значений токов и напряжений от цифрового КДТН по сети FlexRay аналогично выборочным данным шины процесса.

Дополнительно реализованы функции PCMU.



Многофункциональное устройство ENBC

Предназначено для работы совместно с цифровыми комбинированными датчиками тока и напряжения TECV.P1-10. Устройство ENBC подключается к КДТН посредством низкоуровневой шины процесса FlexRay.

Выполняемые функции:

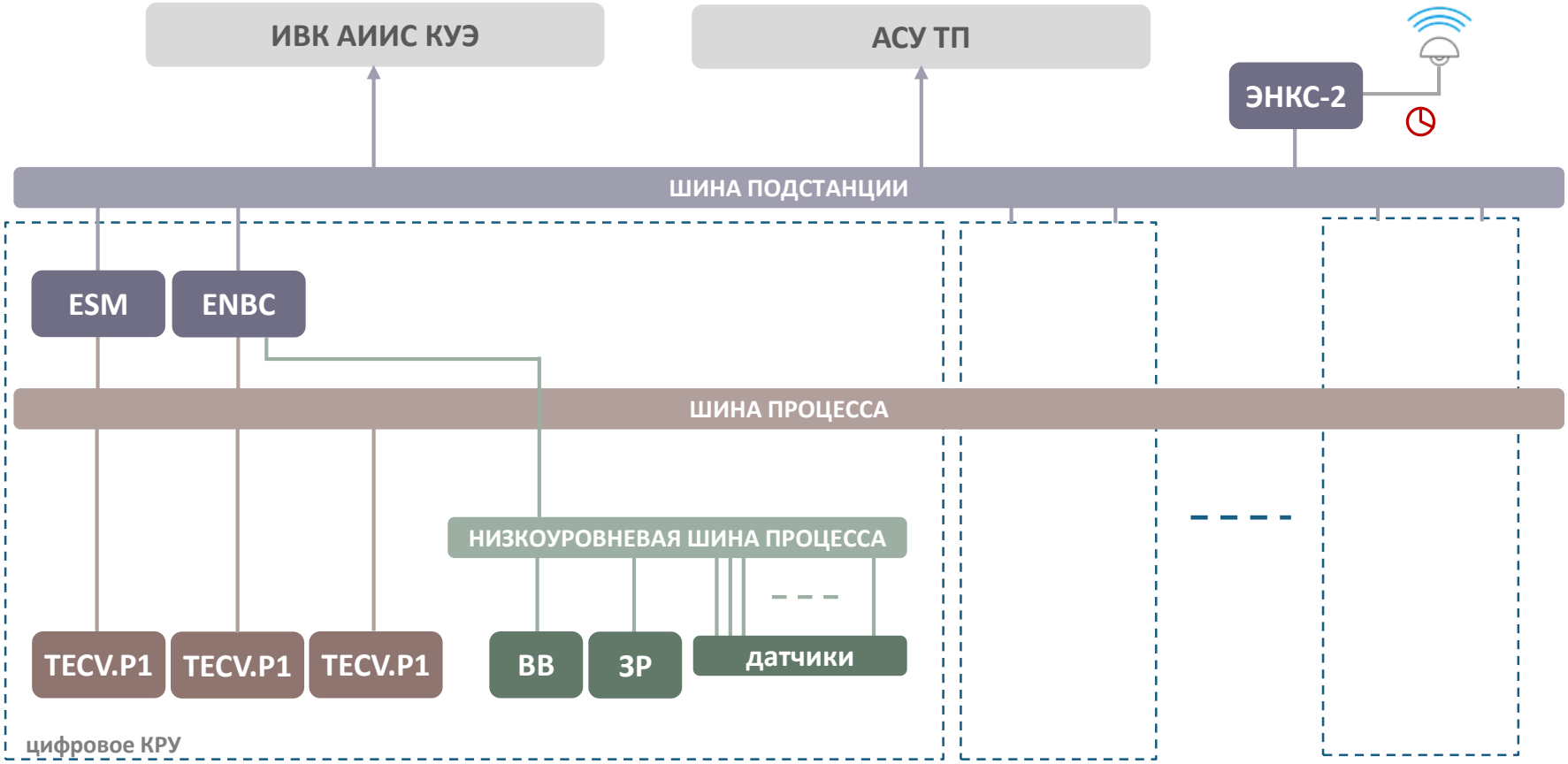
- ***контроллер присоединения,***
- ***релейная защита и автоматика,***
- ***устройство синхронизированных векторных измерений,***
- ***шлюз FlexRay/IEC61850.***

Как контроллер присоединения ENBC обеспечивает обмен данными с АСУ ТП объекта, другими ENBC и прочими интеллектуальными электронными устройствами (IED) на объекте по сети Ethernet в рамках шины подстанции МЭК 61850-8-1.

Кроме того, ENBC обеспечивает передачу данных согласно IEEE C37.118.2, то есть является одновременно и устройством синхронизированных векторных измерений.

ЦИФРОВАЯ ЯЧЕЙКА

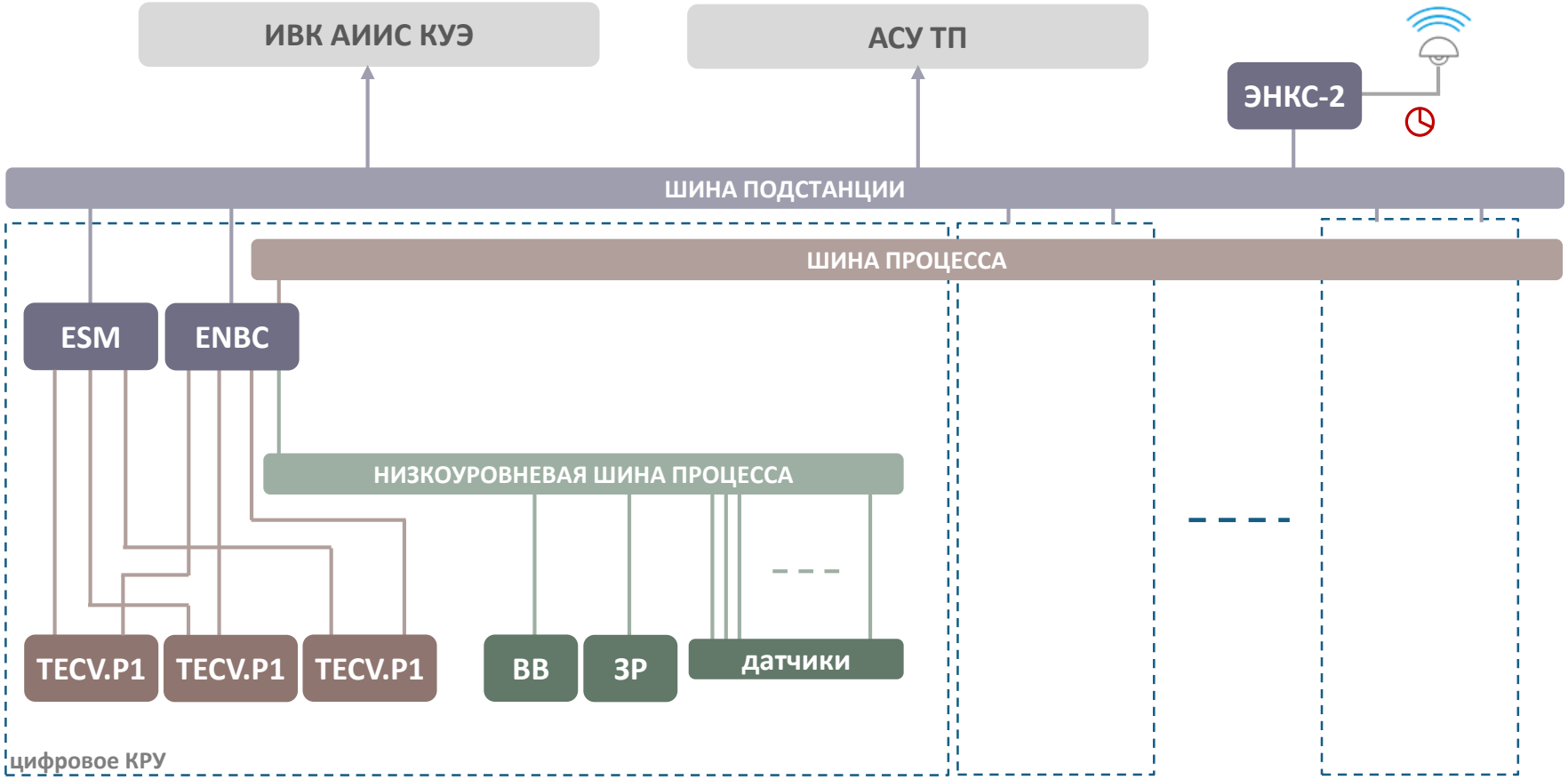
ВАРИАНТ 1



+ полноценная реализация шины процесса, совместимость с существующими УРЗА
- необходимость применения сетевых коммутаторов для реализации шины процесса, существенное удорожание ЦП

ЦИФРОВАЯ ЯЧЕЙКА

ВАРИАНТ 2

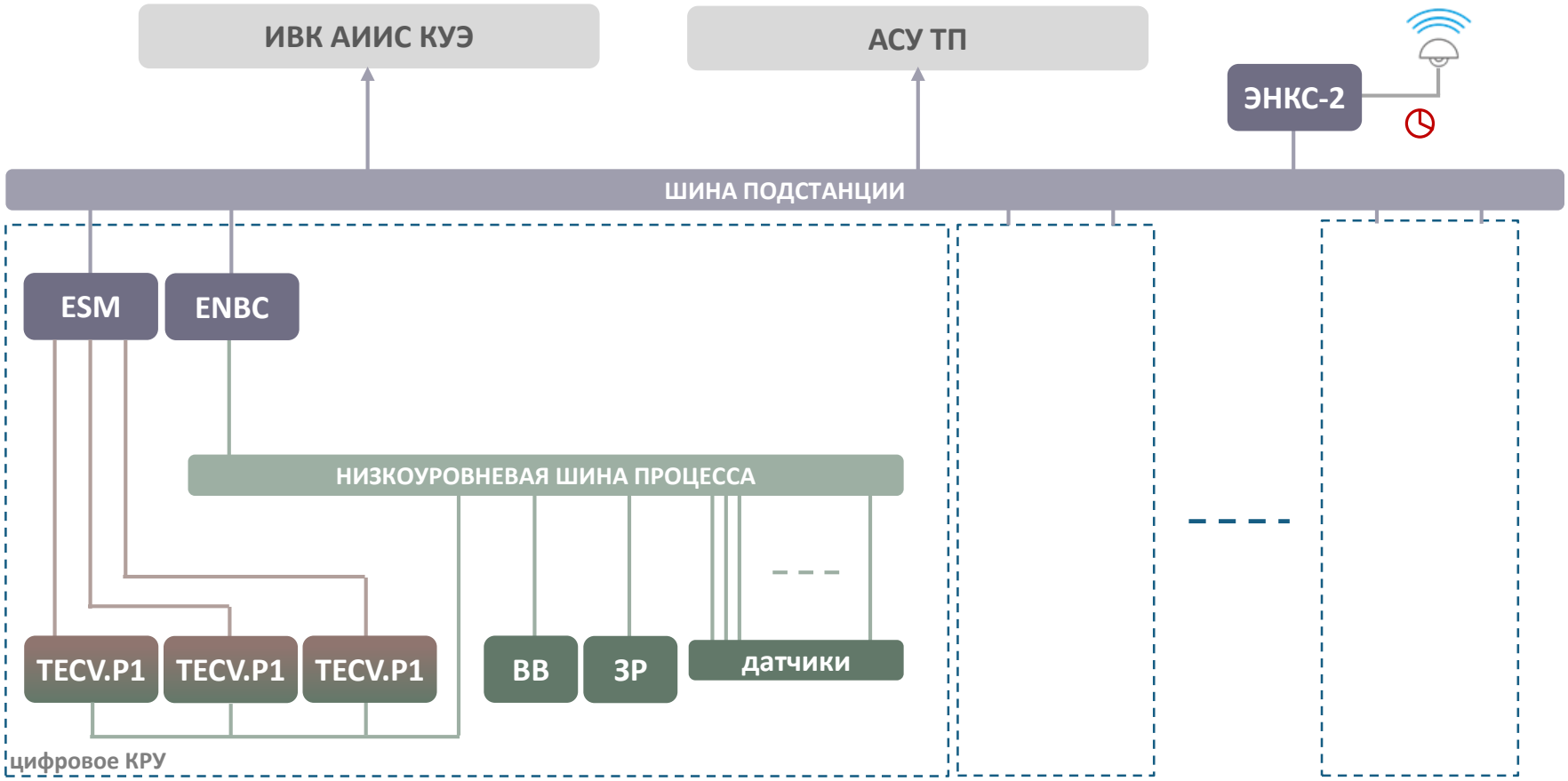


Подключение ИЭУ с ЦКДТН с использованием шины процесса (топология точка-точка).

Внешняя шина процесса для всей подстанции – опционально.

ЦИФРОВАЯ ЯЧЕЙКА

ВАРИАНТ 3

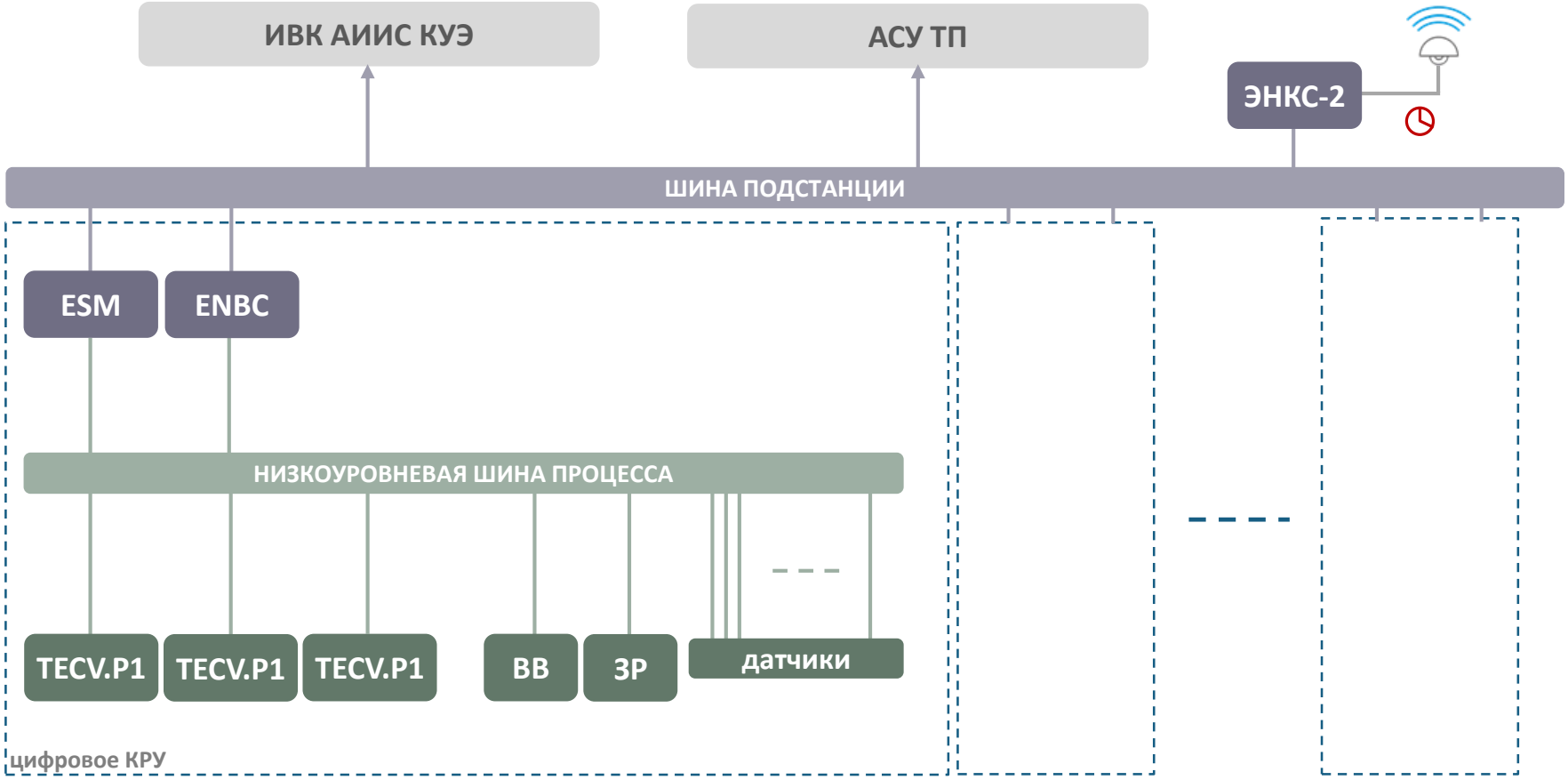


Подключение ESM с ЦКДТН с использованием шины процесса (топология точка-точка), подключение ENBC – через низкоуровневую шину процесса .

Внешняя шина процесса для всей подстанции – опционально.

ЦИФРОВАЯ ЯЧЕЙКА

ВАРИАНТ 4

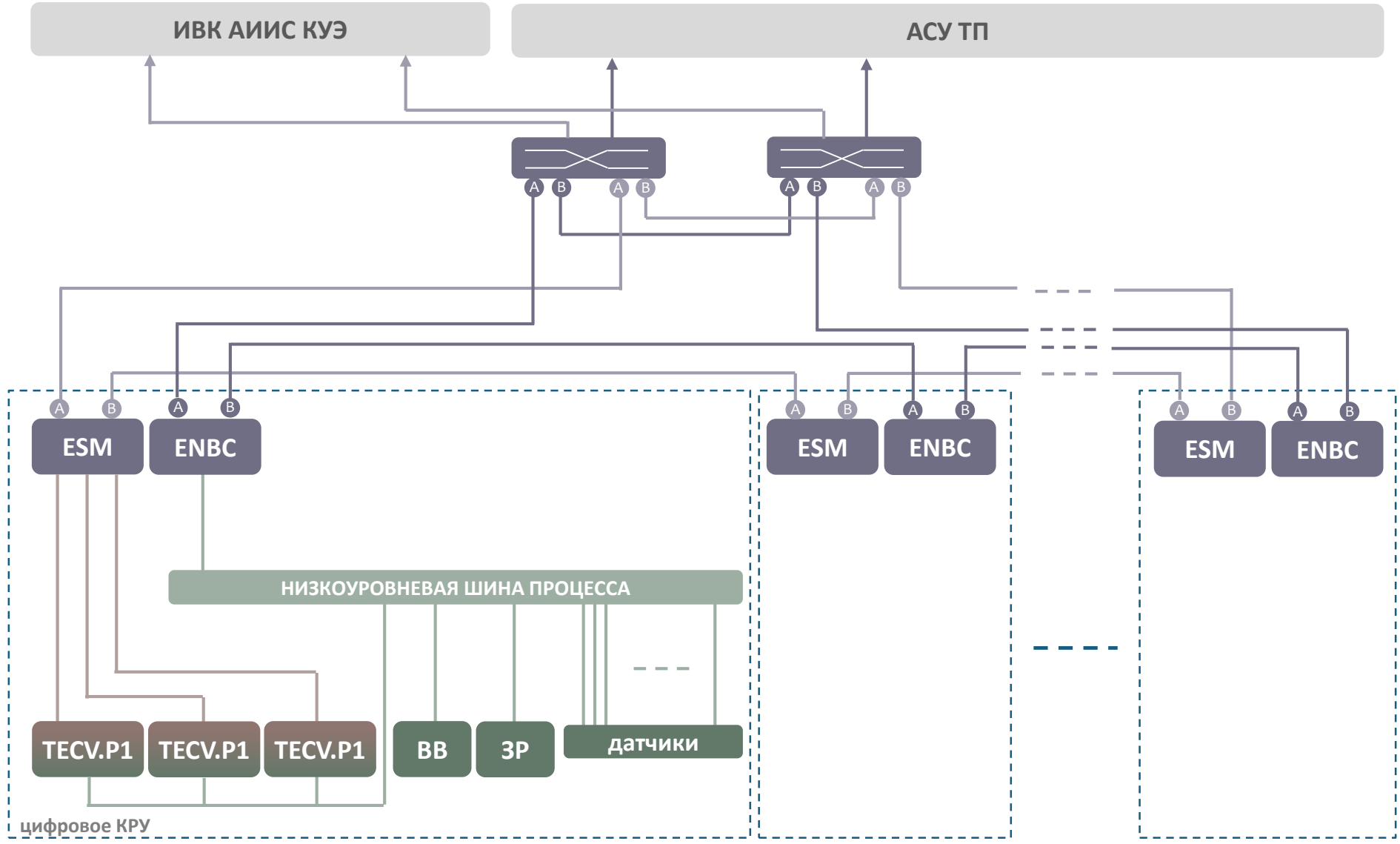


Подключение ESM и ENBC – через низкоуровневую шину процесса .

Внешняя шина процесса для всей подстанции – опционально.

ЦИФРОВАЯ ЯЧЕЙКА

23



Экономичный вариант интеграции цифровых ячеек в шину подстанции. Всего 2 сетевых внешних сетевых коммутатора и использование встроенных в ESM и ENBC коммутаторов.

Инженерный центр
ЭНЕРГОСЕРВИС

Благодарю за внимание!

Мокеев Алексей Владимирович
д-р техн. наук, профессор,
Северный (Арктический) федеральный университет
a.mokeev@narfu.ru
зам. генерального директора
ООО ”Инженерный центр ”Энергосервис”,
a.mokeev@ens.ru
http://www.enip2.ru