

# РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

*Докладчик*

*Мокеев Алексей Владимирович,  
зам. генерального директора, д.т.н.*

**Год основания:** 1992 г.

Опыт НИР и внедрения собственных разработок в электроэнергетике с 1984 года.

**Численность:** более 400.

**Офисы и производственные подразделения:** : Архангельск, Москва, Иркутск.

**Направления деятельности:**

- *разработка и производство средств автоматизации для электроэнергетики;*
- *проектирование и строительство подстанций 6-220 кВ и ГТЭС.*

**Научные исследования и разработки:** автоматизированные системы технологического управления, системы мониторинга переходных режимов, интеллектуальные электронные устройства для цифровых подстанций.

В последние годы основные усилия разработчиков компании связаны с разработкой интеллектуальных электронных устройств различного функционального назначения с поддержкой шины подстанции (МЭК 61850-8-1) и шины процесса (МЭК 61850-9-2).

ТИ, ТС, ТУ, оп. блокировки, РА,  
технический учет электроэнергии,  
мониторинг КЭ, щитовой изм. прибор



**МЭК 61850-8-1**

устройства сбора данных  
(ТМ, РЗА, АИИС КУЭ)



**МЭК 61850-8-1,**  
МЭК 60870-5-101,  
МЭК 60870-5-104  
и другие

блок коррекции времени



PPS, NMEA, IRIG-A/B, SNTP,  
МЭК 60870-5-101, (PTP)

синхронизированные вект. измерения,  
ТИ, ТС, РА,



**IEEE C37.118.1, МЭК 61850-8-1 (МЭК 61850-9-2)**

+ коммерческий учет ЭЭ, + измерение ПКЭ, + СВИ



**МЭК 61850-8-1, МЭК 61850-9-2, FlexRay**

цифровые КДТН (AMU), SAMU, КП, РЗА



**МЭК 61850-8-1, МЭК 61850-9-2, FlexRay**

МЭК 61850-8-1

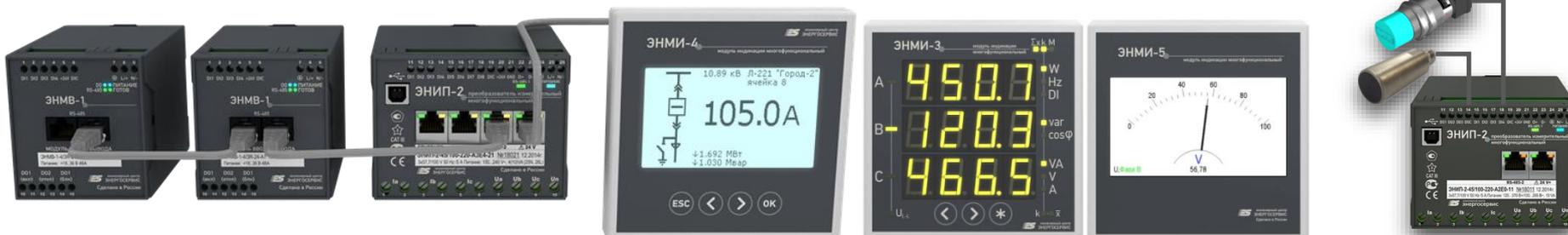


### Выполняемые функции:

- телеизмерения, телесигнализация и телеуправление,
- замещение щитового измерительного прибора,
- технический учет электроэнергии,
- мониторинг качества электроэнергии,
- программируемая логика (оперативные блокировки, АВР),
- сервер асинхронных портов (РЗА, учет ЭЭ)

### Расширение функциональных возможностей ЭНИП-2

- 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



# ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭНИП-2



## IEC 61850 Certificate Level A<sup>1</sup>

No. 74108408-OPE/INC 15-1915

**Issued to:**  
Engineering Centre "Energoservice", LLC  
26 Kotlaskaya  
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<sup>2</sup> 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

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.

Amhem, 28 July 2015

*M. Adriaensen*  
**M. Adriaensen**  
Head of Department  
Operational Excellence



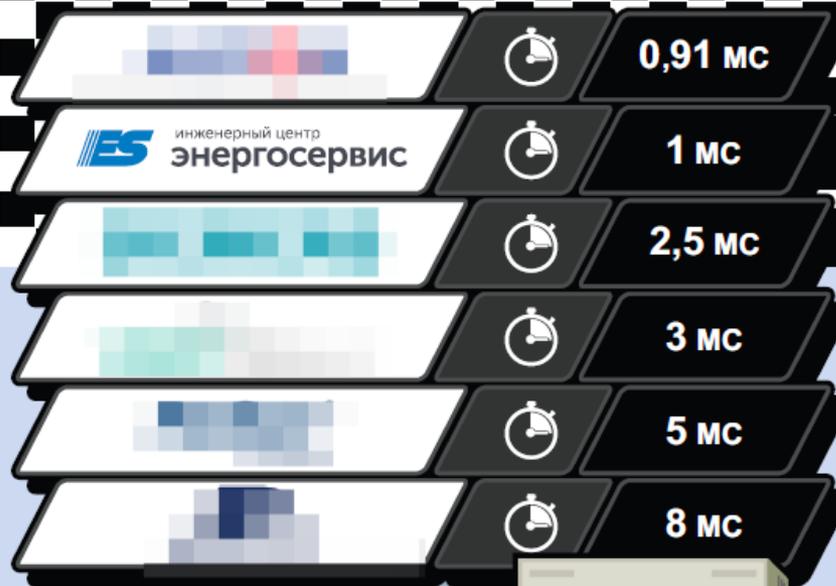
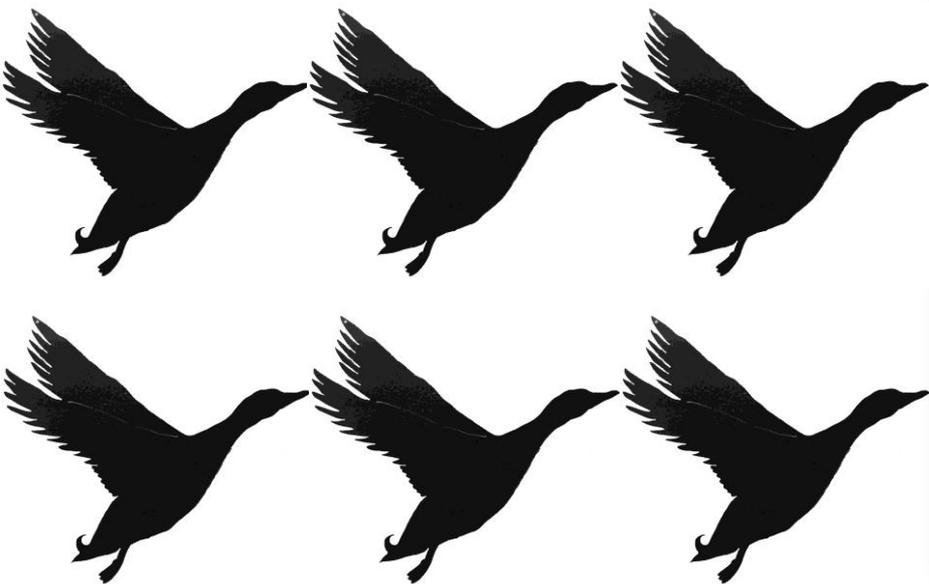
*R. Schimmel*  
**R. Schimmel**  
Verification Manager

<sup>1</sup> Level A - Independent test lab with certified ISO 9001 Quality System  
<sup>2</sup> TPCL - Test procedures change list

Copyright © KEMA Nederland B.V., Arnhem, the Netherlands. All rights reserved. It is prohibited to update or change this certificate in any manner whatsoever, including but not limited to dividing it into parts.

KEMA Nederland B.V. Utrechtseweg 310, 6812 AR Arnhem, P.O. Box 9035, 6800 ET Arnhem, the Netherlands  
T +31 26 366 2025 F +31 26 361 36 83 salesdesk@dnvgl.com www.dnvgl.com

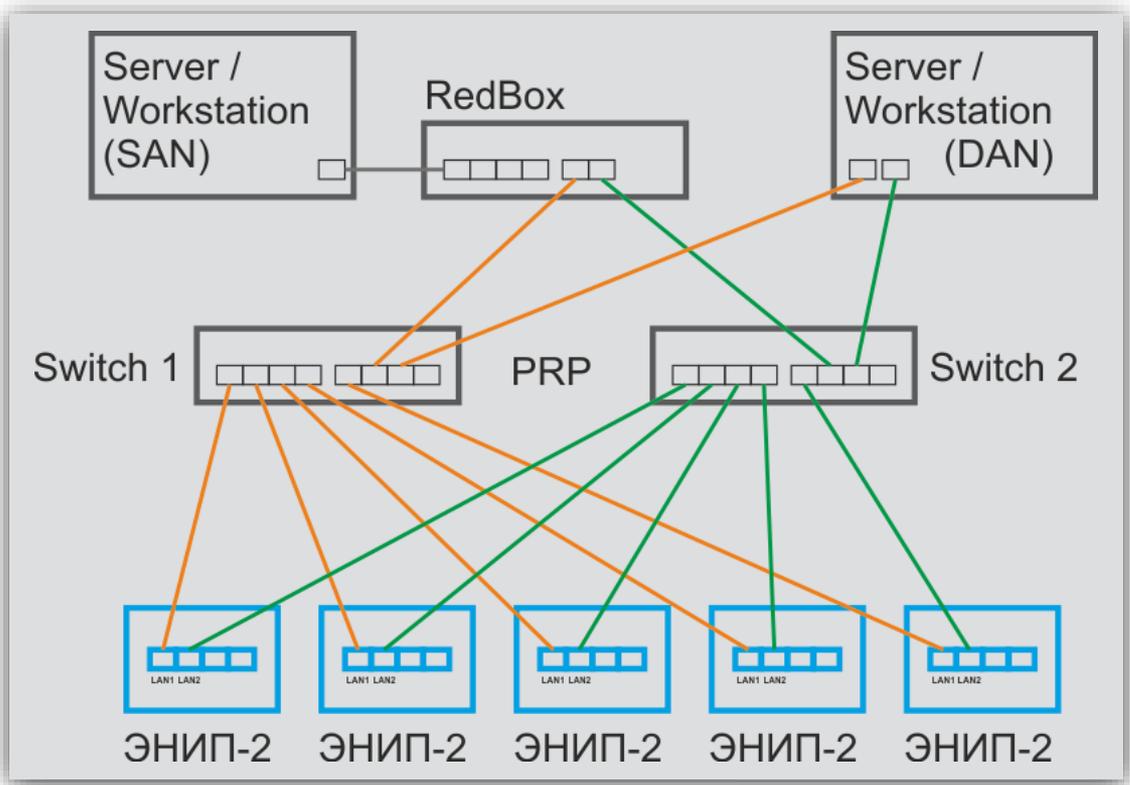
В июле 2015 года многофункциональный преобразователь ЭНИП-2 успешно *прошел* процедуру **сертификации на соответствие стандарту МЭК 61850 (уровень А)** в НТЦ ФСК ЕЭС при участии DNV GL (Лаборатория КЕМА)



журнал  
«Цифровая подстанция»

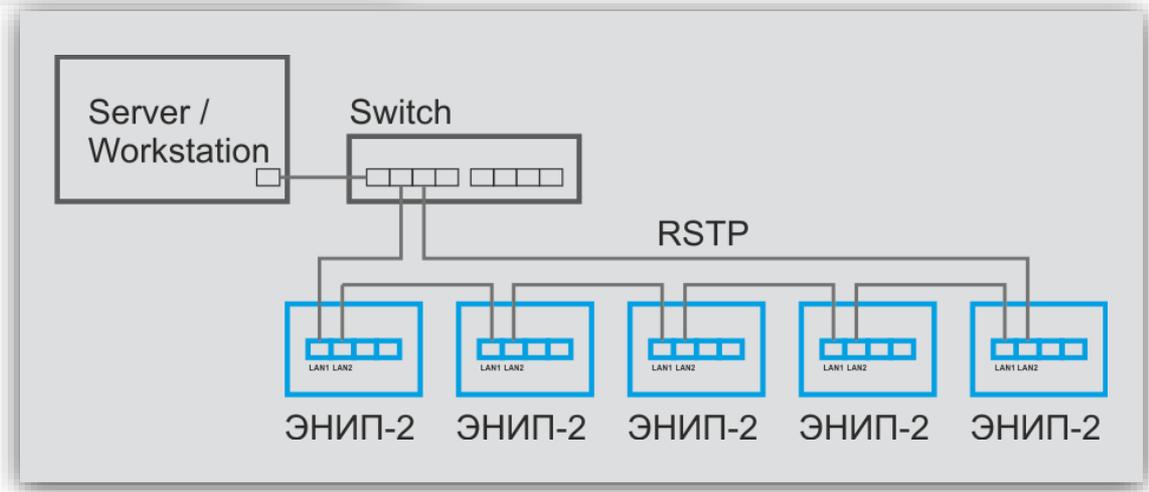


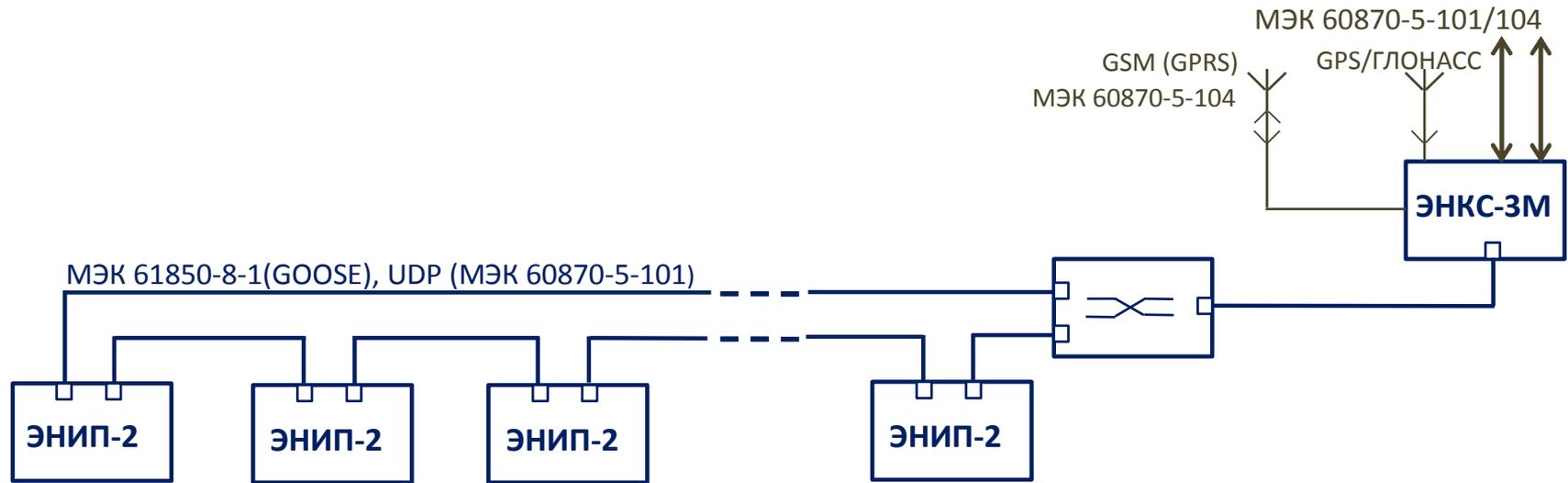
# ЭНИП-2: ПРОТОКОЛЫ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ



*АСУ ТП подстанции*

*АСУ ТП подстанции  
СППИ подстанции*





**Устройство сбора данных ЭНКС-3м** производит опрос ЭНИП-2 по протоколу МЭК 60870-5-101 поверх UDP и обеспечивает агрегирование и передачу данных в АСТУ по протоколам МЭК 60870-5-101 и/или МЭК 60870-5-104 при использовании проводных каналов связи или МЭК 60870-5-104 через GSM канал.

ЭНКС-3м содержит **встроенный GPS/ГЛОНАСС-приемник**, что обеспечивает синхронизацию времени для всех ИЭУ на подстанции.

**Для организации горизонтальных связей** между устройствами ЭНИП-2 используется протокол МЭК 61850-8-1. В ЭНИП-2 реализована *программируемая логика*, которая оперирует данными дискретных входов (сухие контакты или бесконтактные датчики) и GOOSE-сообщениями.



2 x LAN, USB, 6 x RS-485, 4 x RS-232, CAN, GPRS, GPS

IEC 61850-8-1 (GOOSE subscribe)

IEC 60870-5-104

IEC 60870-5-101

Modbus TCP

Modbus RTU

RS485 to TCP (raw)

SNTP

**ЭНКС-3м подписывается на GOOSE-сообщения и передает сигналы РЗиА совместно с телемеханической информацией**



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

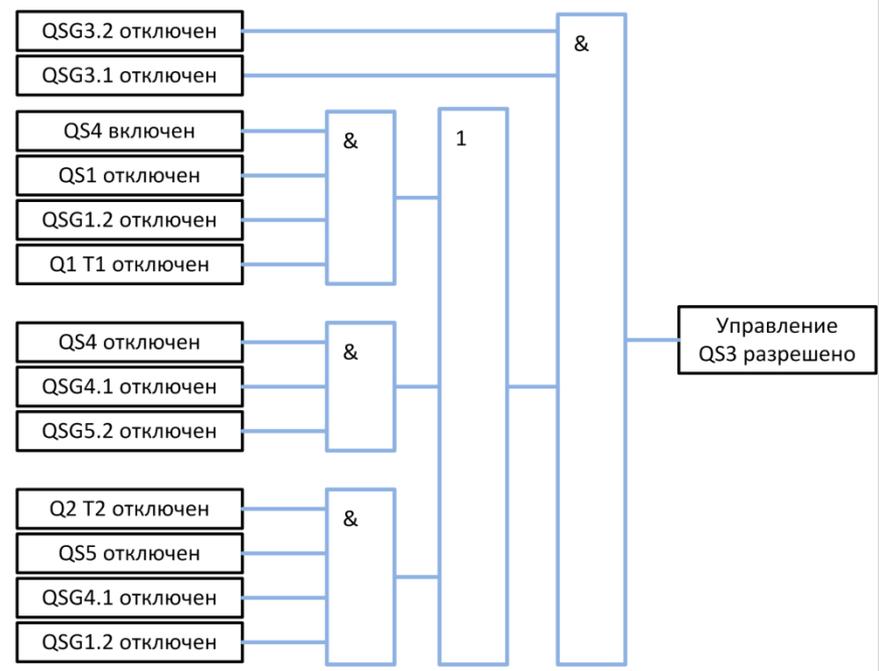
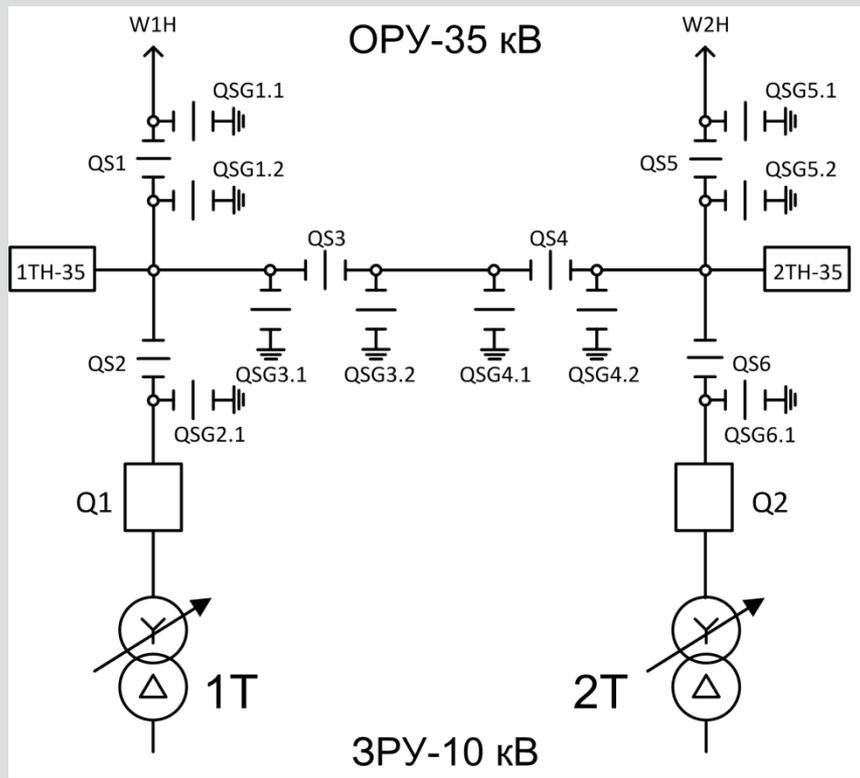
SNTP

NETBIOS

WEB

**ЭНИП-2 и ЭНМВ-1 реализуют оперативные блокировки управления коммутационными аппаратами**

# ОПЕРАТИВНЫЕ БЛОКИРОВКИ на основе GOOSE

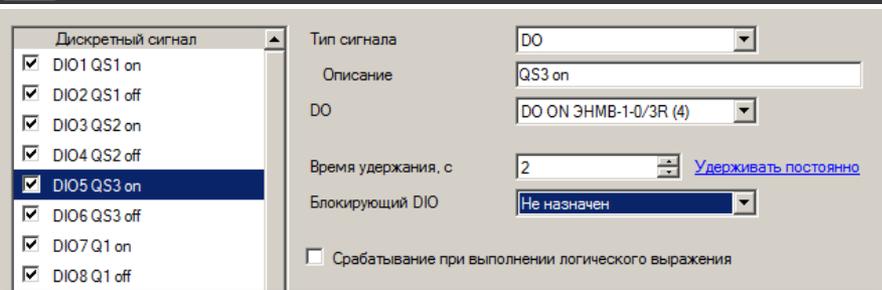


Положение	Q1 QS1 QS2 <b>QS3</b> QSG1.1 QSG1.2	QSG2.1 QSG3.1 QSG3.2 Q1 м/д			
Управление		QS1	QS2	QS3	Q1
	ЭНИП-2 №1	ЭНМВ-1			

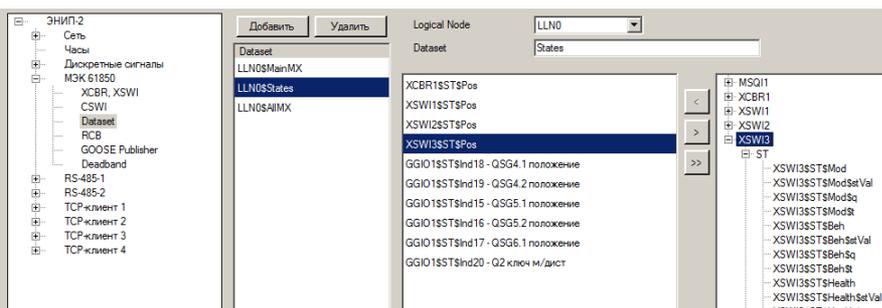
Положение	Q2 QS5 QS6 QS4 QSG5.1 QSG5.2	QSG6.1 QSG4.1 QSG4.2 Q2 м/д			
Управление		QS5	QS6	QS4	Q2
	ЭНИП-2 №2	ЭНМВ-1			

# ОПЕРАТИВНЫЕ БЛОКИРОВКИ на основе GOOSE

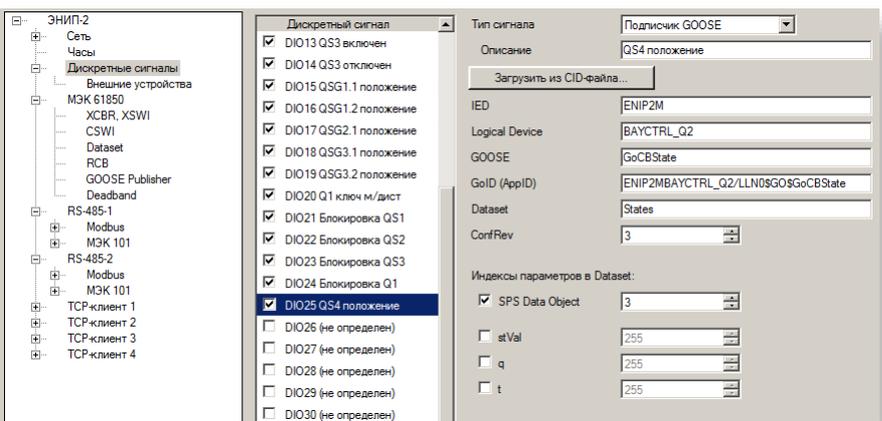
11



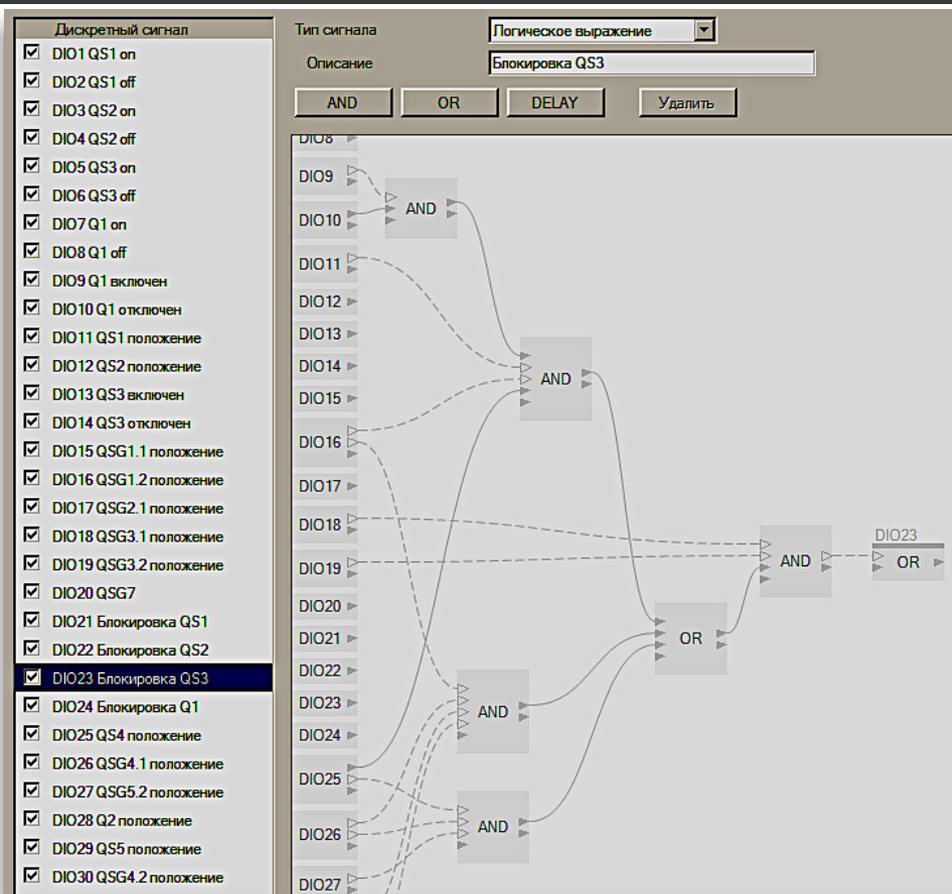
ES Configurator: Привязка дискретных выходов к логическим сигналам управления (DIO=DO)



Создание Dataset с данными о положении КА (Pos)

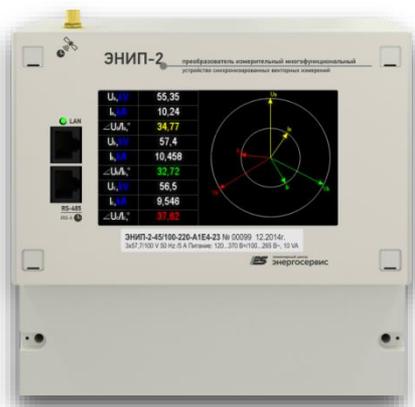


Настройка подписки на GOOSE в устройствах, которым требуется данные о положении КА для ОБ



Настройка сигнала блокировки с помощью логического выражения в соответствии с алгоритмом ОБ

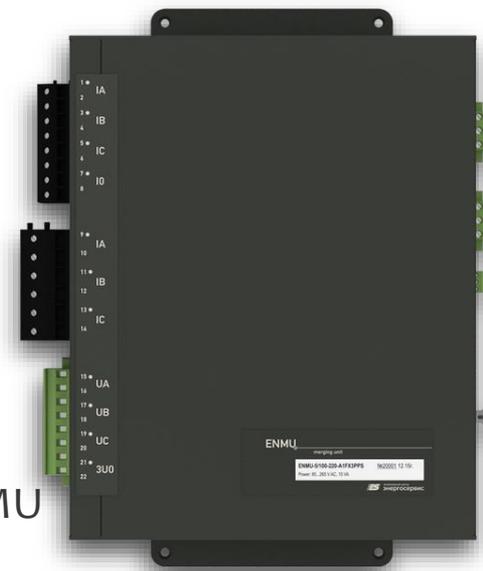
## ИЭУ С ПОДДЕРЖКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



ЭНИП-2-PMU



μPMU



ENMU



ЭНМВ-3

### СОЕВ

### МОНИТОРИНГ

### КОНЦЕНТРАТОРЫ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ



ЭНКС-2



ЭНМИ-6



ES-PDC



μES-PDC

PMU Live! [pmu.ens.ru/pmulive/](http://pmu.ens.ru/pmulive/)

**ES PMU Live! (α<sub>2</sub>)** О проекте Настройки Архив данных

Список устройств (скрыть/развернуть)

ref	Расположение PMU	Статус
<input checked="" type="checkbox"/>	● г. Архангельск, офис ООО «ИЦ «Энергосервис»	✔
<input checked="" type="checkbox"/>	● г. Москва, офис ООО «ИЦ «Энергосервис»	✔
<input checked="" type="checkbox"/>	● г. Санкт-Петербург, офис «НПФ «Энергосоюз»	✔
<input checked="" type="checkbox"/>	● г. Рига, Физико-Энергетический Институт	✔
<input checked="" type="checkbox"/>	● г. Новосибирск, ООО «Инерджи»	✔

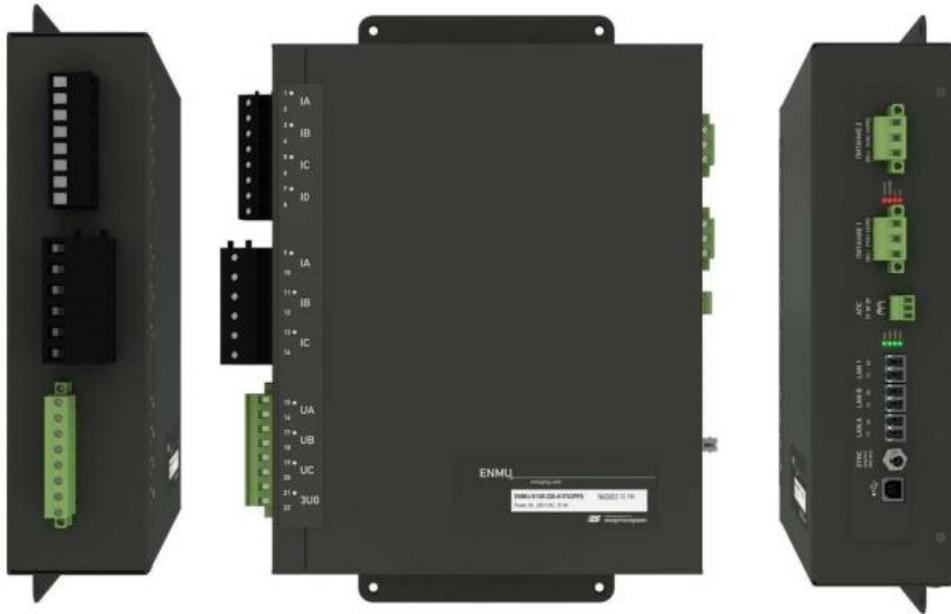
Выбор отображаемых графиков

ΔUa° Отображаемый интервал: 30 сек.

Частота, Hz Отображаемый интервал: 30 сек.

Частота, Hz 60 сек.

Map showing PMU locations in Europe and Russia with phase angle color scale (0° to >90°).



**ENMU: аналоговое устройство сопряжения с шиной процесса (SAMU, Stand-Alone Merging Unit)**

Подключения к электромагнитным ИТТ и ИТН.

В ENMU дополнительно реализован функционал **регистратора аварийных событий** и **PCMU (Phasor Control and Measurement Unit)**.

### Формирование и одновременная передача

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

### Синхронизация времени

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

## 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.



**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 конечных 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.

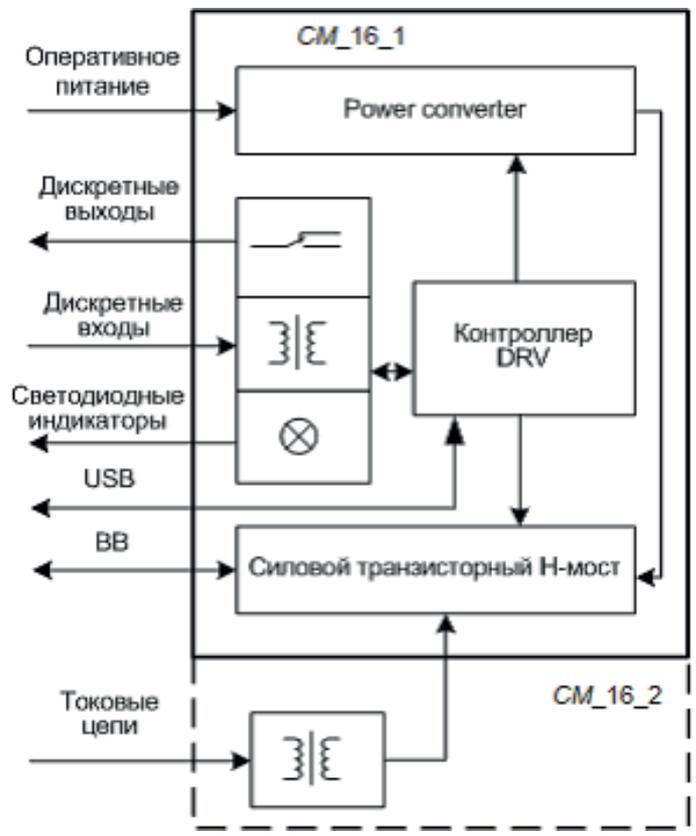
**Для интеграции интеллектуальных датчиков** в составе цифровой ячейки целесообразно использовать **низкоуровневые шины процесса**. Наиболее привлекательный вариант: **промышленная сеть FlexRay** (10 Мбит/с).

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, возможность 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.



### Неисправности, индицируемые МУ ВВ CM\_16

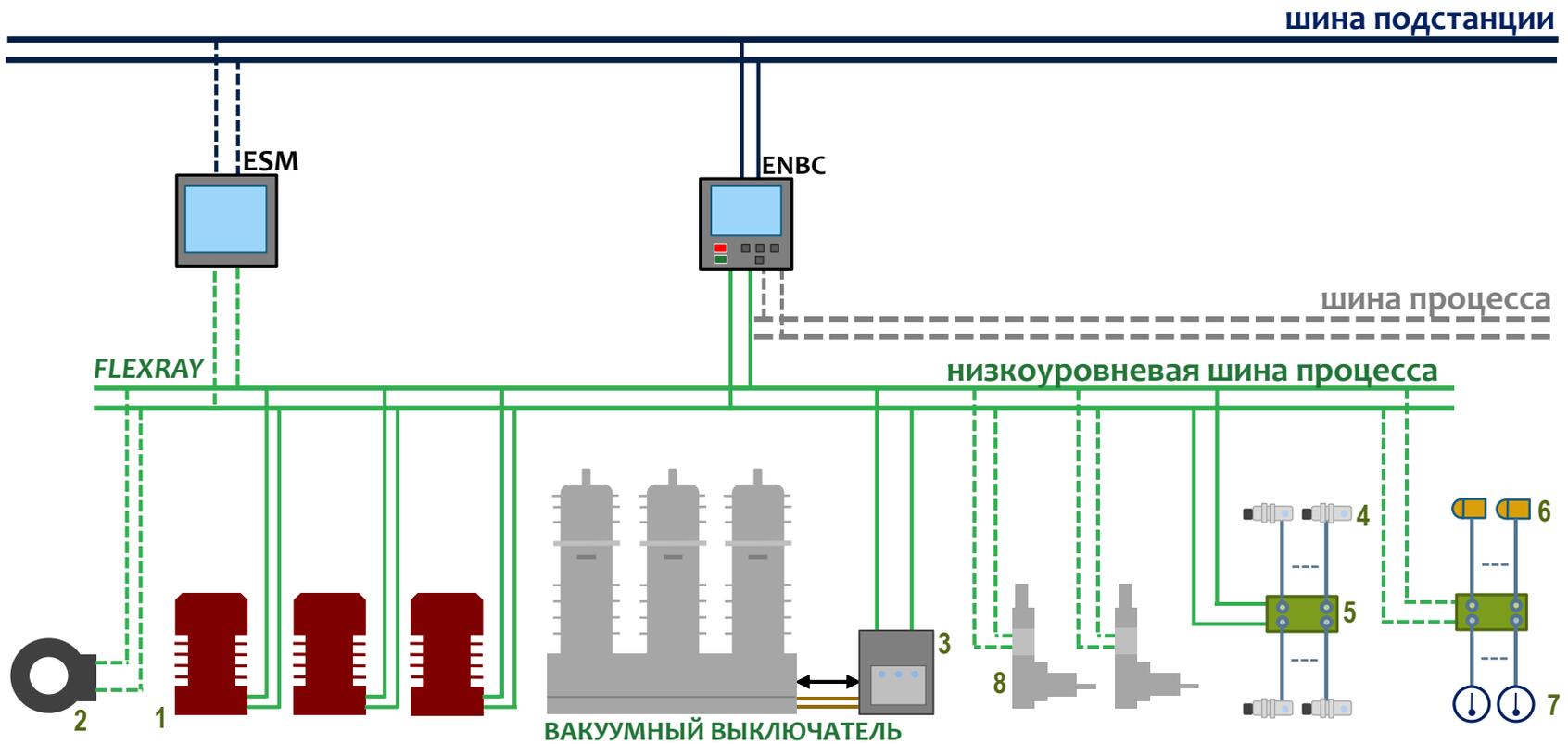
- отсутствие оперативного питания более 1,5 с
- отказ включения или отключения ВВ
- обрыв в цепи электромагнита
- короткое замыкание в цепи электромагнита
- коммутационный модуль отключён и заблокирован
- перегрев модуля управления
- самопроизвольное отключение
- внутренняя неисправность модуля управления

### Замена концевых выключателей на датчики положения с цифровым интерфейсом

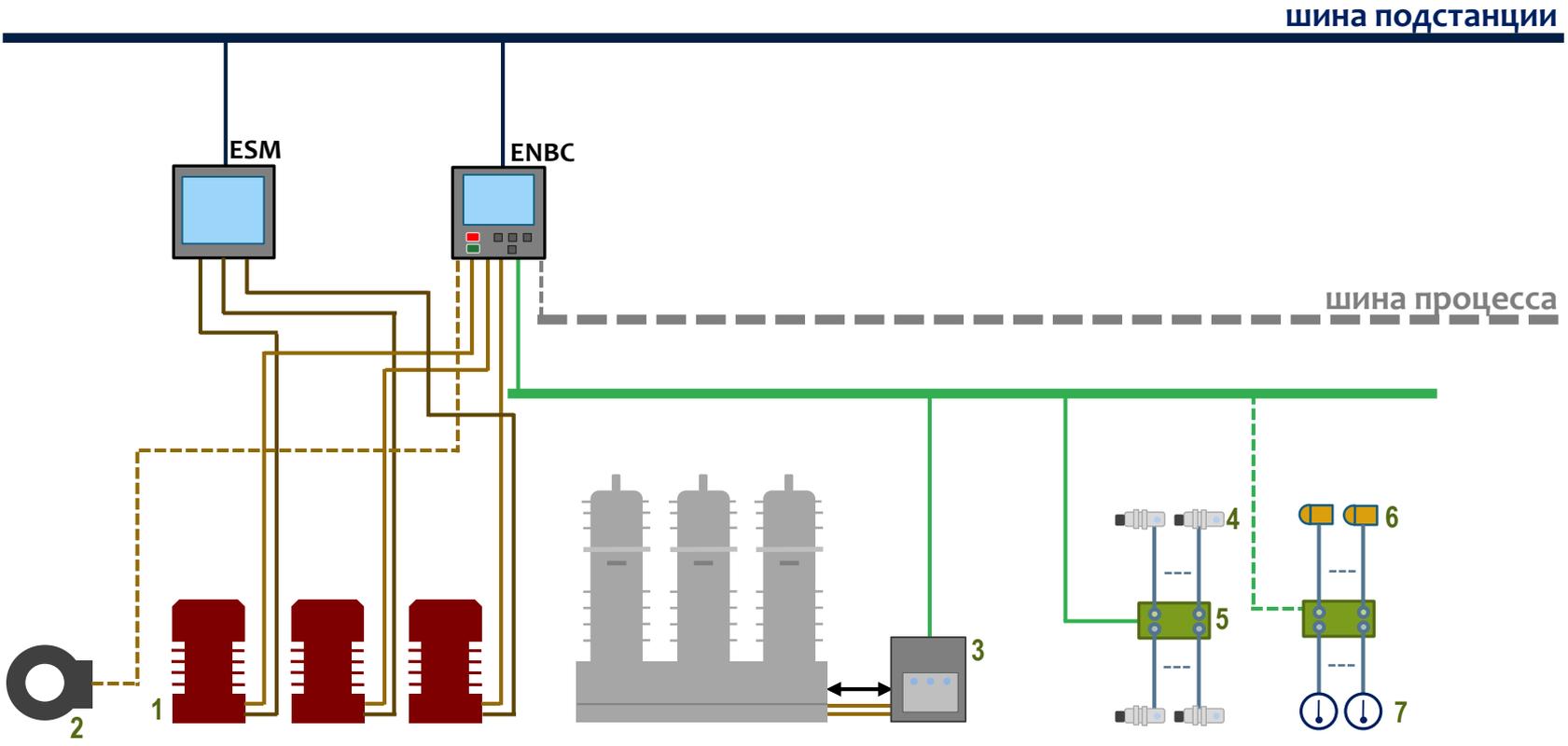


отсутствие "дребезга" контактов, разрешение 1 мс и выше, нет необходимости пробоя оксидной пленки, повышение надежности и возможность диагностики





1 - комбинированные датчики тока и напряжения (КДТН), 2 - датчик тока нулевой последовательности, 3 - блок управления вакуумным выключателем, 4 - бесконтактные датчики положения с цифровым интерфейсом, подключаемые к шине процесса с помощью специального устройства сопряжения 5, 6 - оптические датчики дуговой защиты, 7 - температурные датчики, 8 - актуатор выдвижного элемента с выключателем и актуатор заземляющего разъединителя



**Применение интеллектуальных электронных устройств с низкоуровневыми входами.**  
Реализация в устройстве РЗА ИЭУ функций аналогового устройства сопряжения с шиной процесса.

## Комбинированный датчик тока и напряжения 10 кВ ТЕСV.P1-10



### Измерение тока

- трансформатор тока маломощный
- катушка Роговского

### Измерение напряжения

- емкостной делитель напряжения

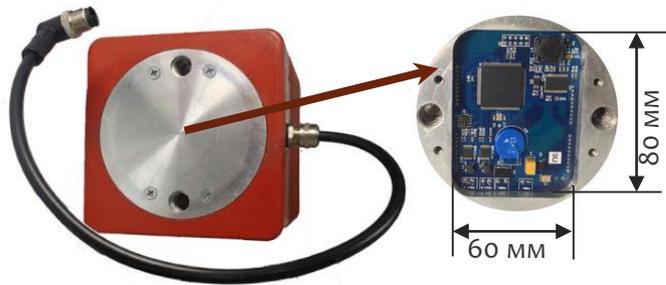
**Пассивные датчики тока и напряжения** – не требуется питание

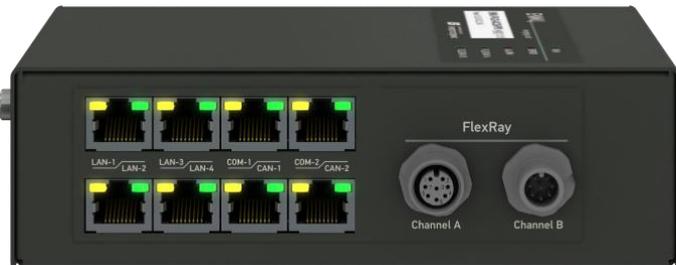
**Цифровой КДТН** на основе ТЕСV.P1-10 со **встроенным аналоговым устройством сопряжения (AMU)**.

**Поддержка сети FlexRay** (2 резервируемых канала передачи данных).

Содержимое передаваемых выборочных значений (sampled values) токов и напряжений от цифрового КДТН по сети FlexRay аналогично выборочным данным шины процесса цифровой подстанции. Поэтому данные легко могут быть конвертированы в протокол МЭК 61850-9-2.

Дополнительно реализованы функции РСМУ.





## Контроллер ячейки ENBC

### Дополнительные функции:

- релейная защита и автоматика
- устройство синхронизированных векторных измерений
- шлюз FlexRay/IEC61850



**Целесообразность применения бесконтактных датчиков положения** вместо концевых выключателей обусловлена следующими преимуществами: отсутствие “дребезга” контактов, отсутствие необходимости пробоя оксидной пленки, сокращение количества контрольных проводов, уменьшение потребления оперативного тока, повышение надежности и возможность диагностики подсистемы ввода-вывода дискретной информации



Традиционные ТТ (1/5А), ТН(57/100 V)

### ESM реализует функции

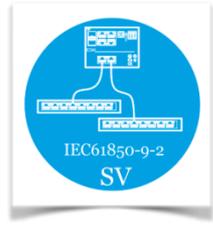
- многофункционального измерительного преобразователя ТМ,
- счетчика электрической энергии (класс точности, 2S),
- прибора для измерения ПКЭ,
- устройства синхронизированных векторных измерений (PMU).



ЛРСТ или электронные ТТ, ТН

### 4 основные модификации:

- с аналоговыми входами (ИТТ и ИТН),
- с аналоговыми низкоуровневыми входами (КДТН),
- с цифровыми входами (2xEthernet, МЭК 61850-9-2LE),
- с цифровыми входами **FlexRay** (2 канала).



Шина процесса IEC 61850-9-2LE

### Интеграция в шину подстанции:

4 порта Ethernet с поддержкой протоколов МЭК 61850-8-1.



Шина FlexRay

### Интеграция в традиционные автоматизированные системы

Modbus RTU/TCP, IEC 60870-5-101, IEC 60870-5-104.

### Для индикации показаний

специальный модуль индикации ЭНМИ-6.



### **Реальное импортозамещение**

Собственная разработка и производство.

Ноу-хау в области цифровой обработки сигналов, реализации протоколов обмена

### **Проекты**

Объекты ФСК, МРСК, генерирующие компании

в т.ч. объекты зимней Олимпиады в Сочи, энергомоост в Крым

### **Совместимость**

ЭКРА, РТСОФТ, Alstom Grid, Siemens, ABB и другими компаниями

### **Испытания, сертификация и аттестация**

**ЭНИП-2:** внесен в госреестр СИ,

1 сессия испытаний на совместимость МЭК 61850 (НИУ МЭИ, ООО «Теквел»),

испытания в НТЦ ФСК ЕЭС на соответствие МЭК 61850 (2014),

сертификации на соответствие стандарту МЭК 61850 (уровень А),

аттестован в Россети

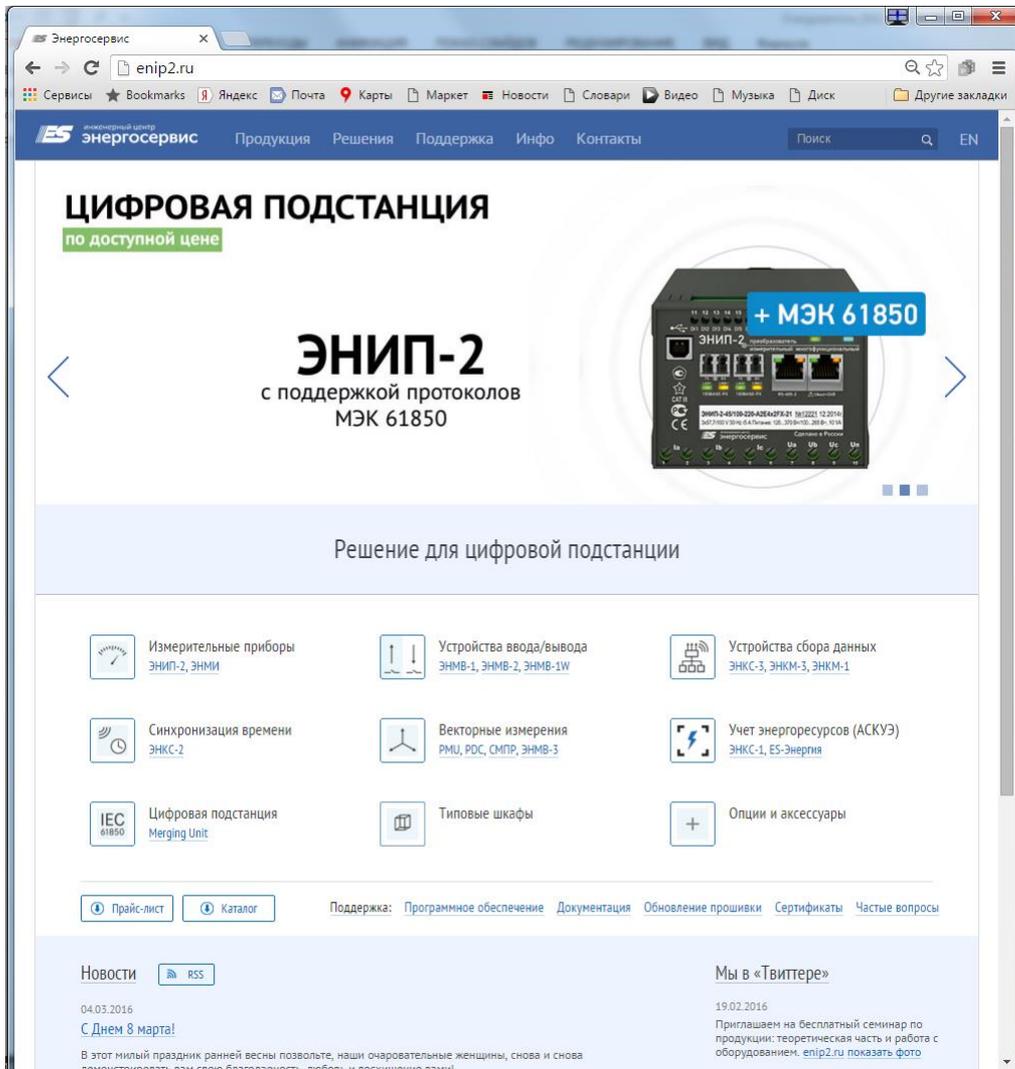
**ЭНИП-2-РМУ:** НТЦ ЕЭС, НИУ МЭИ

### **Доступные решения для цифровой подстанции**

Минимальные сроки поставки

[http://enip2.ru/ENIP2ru\\_price.pdf](http://enip2.ru/ENIP2ru_price.pdf)

# Благодарим за внимание!



The screenshot shows the website for "Инженерный центр Энергосервис" (enip2.ru). The main heading is "ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ по доступной цене" (Digital Substation at an affordable price). The featured product is "ЭНИП-2 с поддержкой протоколов МЭК 61850" (ZNIP-2 with support for IEC 61850 protocols). A central image shows a ZNIP-2 device with a price tag of "+ МЭК 61850". Below this, a section titled "Решение для цифровой подстанции" (Solution for digital substation) lists various components and services:

- Измерительные приборы ЭНИП-2, ЭНИМ (Measuring instruments ZNIP-2, ZNIM)
- Устройства ввода/вывода ЭНМВ-1, ЭНМВ-2, ЭНМВ-1W (Input/output devices ENMV-1, ENMV-2, ENMV-1W)
- Устройства сбора данных ЭНКС-3, ЭНКМ-3, ЭНКМ-1 (Data collection devices ENKS-3, ENKM-3, ENKM-1)
- Синхронизация времени ЭНКС-2 (Time synchronization ENKS-2)
- Векторные измерения РМУ, РДС, СМР, ЭНМВ-3 (Vector measurements RMU, RDS, SMR, ENMV-3)
- Учет энергоресурсов (АСКУЭ) ЭНКС-1, ES-Энергия (Energy resource accounting (ASCU) ENKS-1, ES-Energy)
- Цифровая подстанция Merging Unit (Digital substation Merging Unit)
- Типовые шкафы (Standard cabinets)
- Опции и аксессуары (Options and accessories)

At the bottom, there are links for "Прайс-лист" (Price list), "Каталог" (Catalog), and "Поддержка" (Support) with sub-links for "Программное обеспечение" (Software), "Документация" (Documentation), "Обновление прошивки" (Firmware update), "Сертификаты" (Certificates), and "Частые вопросы" (FAQ). There is also a "Новости" (News) section with an RSS feed and a "Мы в «Твиттере»" (We are on Twitter) link.

**Мокеев Алексей Владимирович**  
зам. генерального директора, д.т.н.

[a.mokeev@ens.ru](mailto:a.mokeev@ens.ru)

<http://www.enip2.ru>

**Бовыкин Владимир Николаевич**

зам. директора ДЭТ

[v.bovykin@ens.ru](mailto:v.bovykin@ens.ru)

ООО "Инженерный центр "Энергосервис"  
63046, г. Архангельск, ул. Котласская, 26  
тел.: (8182) 64-60-00, 65-76-65  
факс: (8182) 23-69-55

[www.enip2.ru](http://www.enip2.ru)

 Инженерный центр  
**ЭНЕРГОСЕРВИС**