

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ФУНКЦИЙ УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Мокеев Алексей Владимирович

**Научно-практическая конференция "Релейная защита и автоматизация энергосистем.
Совершенствование эксплуатации и перспективы развития"
Москва, 6 декабря 2017 г.**

Опыт внедрение автоматизированных систем мониторинга переходных режимов на основе применения устройств синхронизированных векторных измерений (УСВИ) доказал эффективность их использования для повышения надежности энергосистемы.

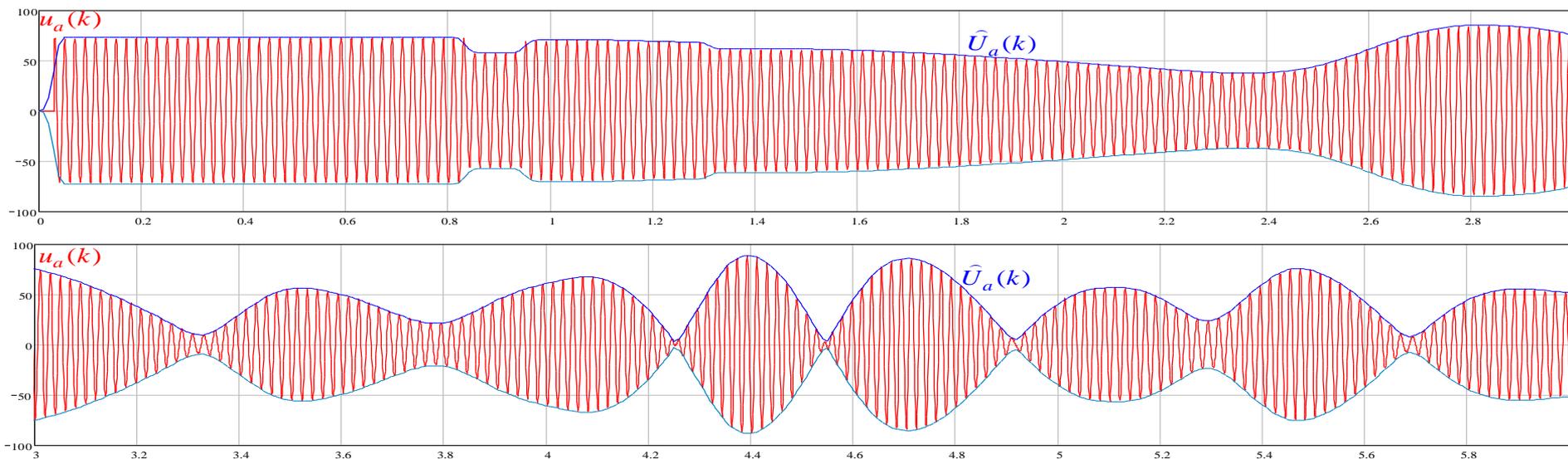
В последние годы интеллектуальные системы на основе технологии синхронизированных векторных измерений стали использоваться для решения и других задач, связанных с повышением надежности и эффективности функционирования энергосистем. Так применение интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) с поддержкой технологии векторных измерений позволяет значительно улучшить оценку состояния энергосистем.

Перспективными областями применения указанных ИЭУ являются АСУ ТП подстанций, WACS, WAPS, WAMPACS и активно-адаптивные сети.

Основные преимущества СВИ связаны с возможностью расчета на базе **синхровекторов параметров режима энергосистемы по основной гармонике** на любом уровне управления, в том числе, токов, напряжений, активных, реактивных и полных мощностей, параметров режима по симметричным составляющим и т.д.

На основе шести синхрофазоров тока и напряжения для каждого присоединения может быть рассчитано около сотни параметров по основной гармонике, а с помощью синхровекторов тока и напряжения, полученных с различных присоединений сети, могут быть рассчитаны и **параметры самой энергосистемы**. Это открывает широкие возможности для управления нормальными и аварийными режимами в энергосистемах.

УСВИ обеспечивают **точное измерение синхровекторов тока и напряжения в условиях электромеханических переходных процессов**.



Основные недостатки УСВИ:

- измерение синхровекторов тока чаще всего в диапазоне рабочих токов;
- расчет параметров режима сети по основной гармонике;
- высокая стоимость и большие массогабаритными показатели УСВИ.

Тенденции развития ИЭУ с поддержкой ТСВИ:

- измерение синхровекторов аварийных токов в ряде устройств РЗА зарубежных производителей;
- измерение синхровекторов токов тока от измерительной и релейной обмоток в устройствах сопряжения с шиной процесса;
- измерение эквивалентных синхровекторов тока и напряжения позволяет производить расчет параметров режима сети с учетом высших гармоник;
- опыт внедрения УСВИ и прогресс в микроэлектронике позволили разработать ИЭУ с небольшими массогабаритными размерами и невысокой стоимостью. Это позволяет сделать прогноз о массового применения подобных ИЭУ на подстанциях различных классов напряжения, в том числе и на подстанциях 6-20 кВ, а также на объектах распределенной генерации.

1. Системы мониторинга переходных режимов (WAMS);
2. Автоматизированные системы технологического управления (WACS);
3. Релейная защита (WAPS);
4. Режимная и противоаварийная автоматика;
5. Мониторинг и диагностика электрооборудования;
6. Автоматизированные системы технологического управления распределенной генерацией;
7. WAMPACS (Wide Area Monitoring, Protection, and Control System).

Приложение 1
к приказу АО «СО ЕЭС»
от _____ № _____



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

СТО 59012820.29.020.011-2016
регистрационный номер (обозначение)

_____ дата введения

СТАНДАРТ
РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА.
УСТРОЙСТВА СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ
ВЕКТОРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.
НОРМЫ И ТРЕБОВАНИЯ

Издание официальное

Москва
2016

Международные стандарты, определяющие требования к УСВИ и испытаниям:

IEEE C37.118.1, IEEE/IEC P60255-118-1.

Стандарт, определяющий требования к КСВД и протоколу передачи данных
IEEE C37.118.2

Стандарт Системного оператора:
СТО 59012820.29.020.011-2016.

Сертификационные испытания УСВИ: в стационарных режимах, в условиях электромеханических переходных процессов, в условиях электромагнитных переходных процессов.

СМПР

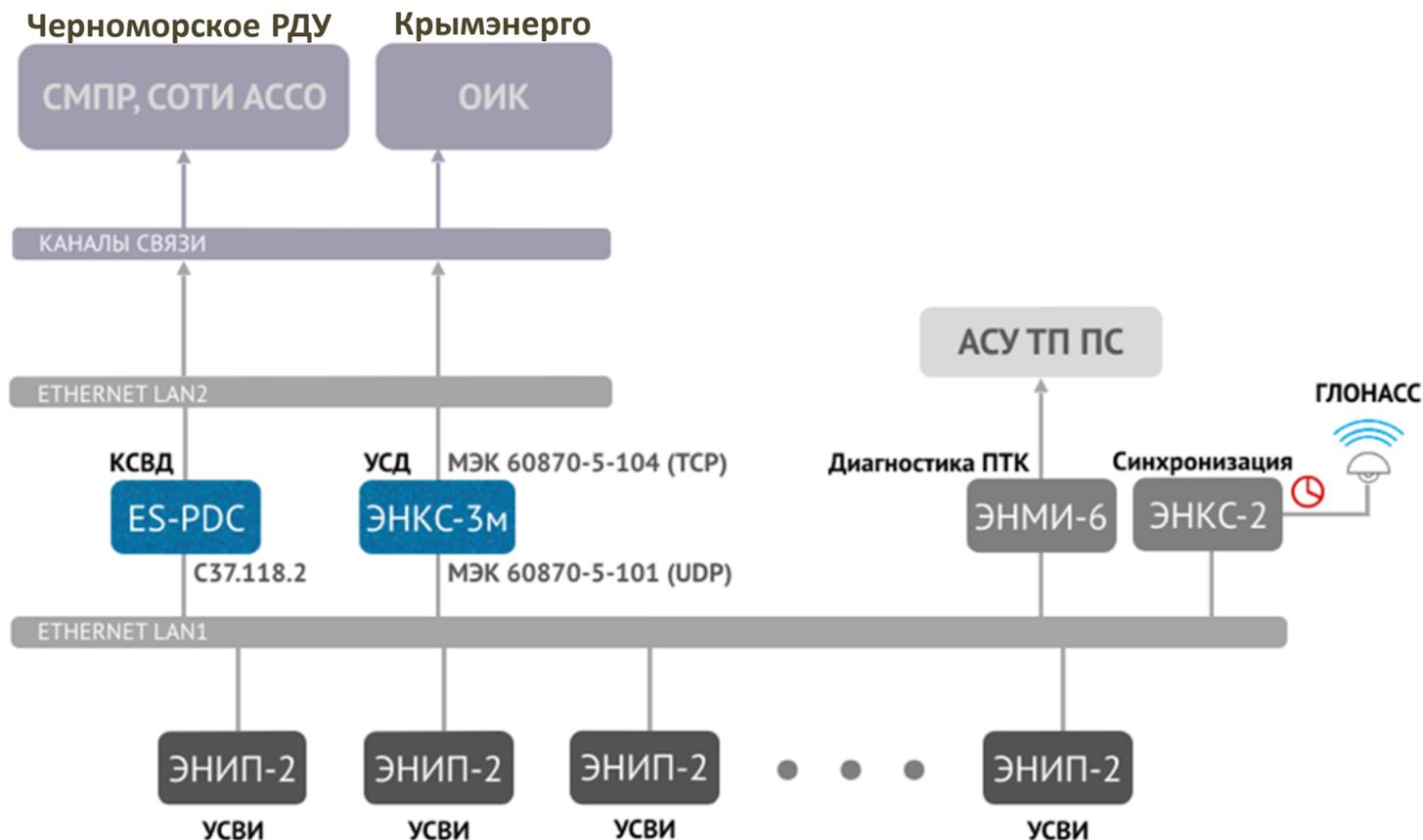
- мониторинг устойчивости,
- мониторинг НЧК,
- анализ технологических нарушений и аварий,
- мониторинг и диагностика оборудования,
- определение параметров энергосистемы.

Как показали исследования отечественных и зарубежных авторов, установка даже небольшого количества устройств СВИ в составе АСТУ позволит существенно повысить оценку состояния энергосистемы. Массовое же применение устройств с поддержкой технологии СВИ позволит создать в перспективе автоматизированные системы управления нового поколения WACS.

УСВИ можно рассматривать как логическое развитие многофункциональных измерительных преобразователей телемеханики.

Уже сегодня российские производители готовы начать массовое производство устройств с поддержкой технологии СВИ, которые сопоставимы с многофункциональными измерительными преобразователями телемеханики как по массогабаритным показателям, так и по стоимости.

Основную проблему мы видим в отсутствии поддержки отечественными программно-техническими комплексами автоматизированных систем технологического управления устройств с поддержкой СВИ, а также в отсутствии взаимодействия между СМНР и АСТУ.



15 УСВИ ЭНИП-2: на ВЛ и ОВ 110 (9), 220 (4), 330 (2) кВ

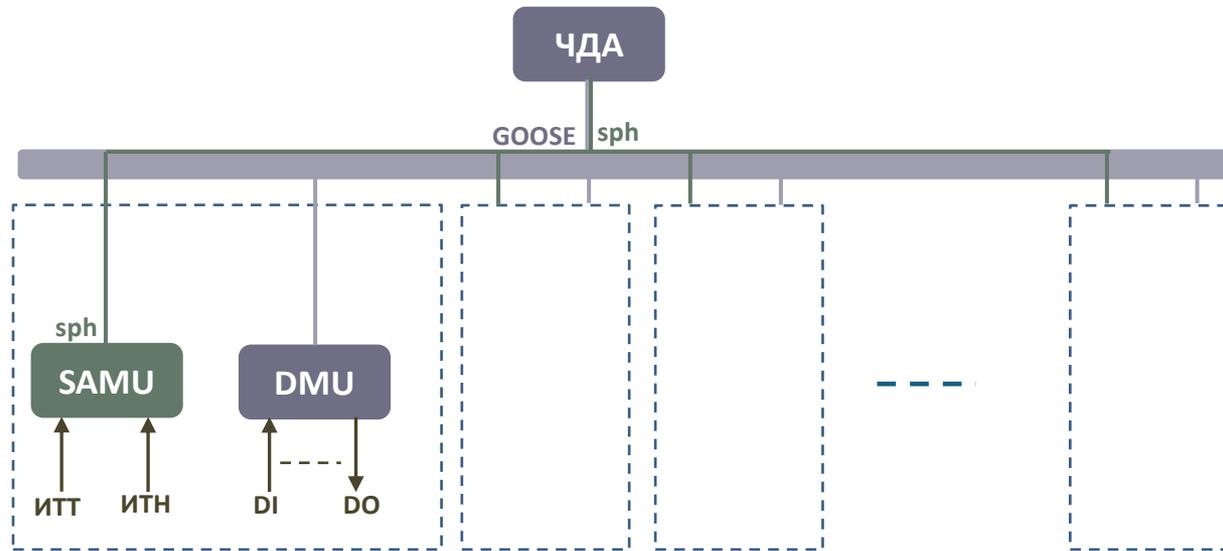
КСВД ES-PDC: 360 параметров 50 раз/сек; хранение 60...180 суток, FTP-доступ к линейным архивам;

Синхронизация времени — ЭНКС-2 (ГЛОНАСС).

Передача ТИ в СОТИ АССУ, ОИК, АСУ ТП — ЭНКС-3м (135 ТИ)

Диагностика ПТК — ЭНМИ-6

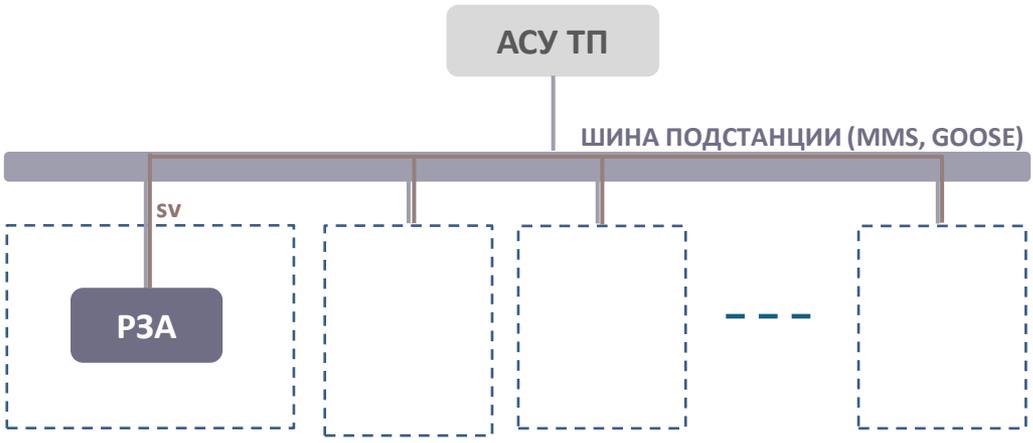
Основной и резервный каналы.



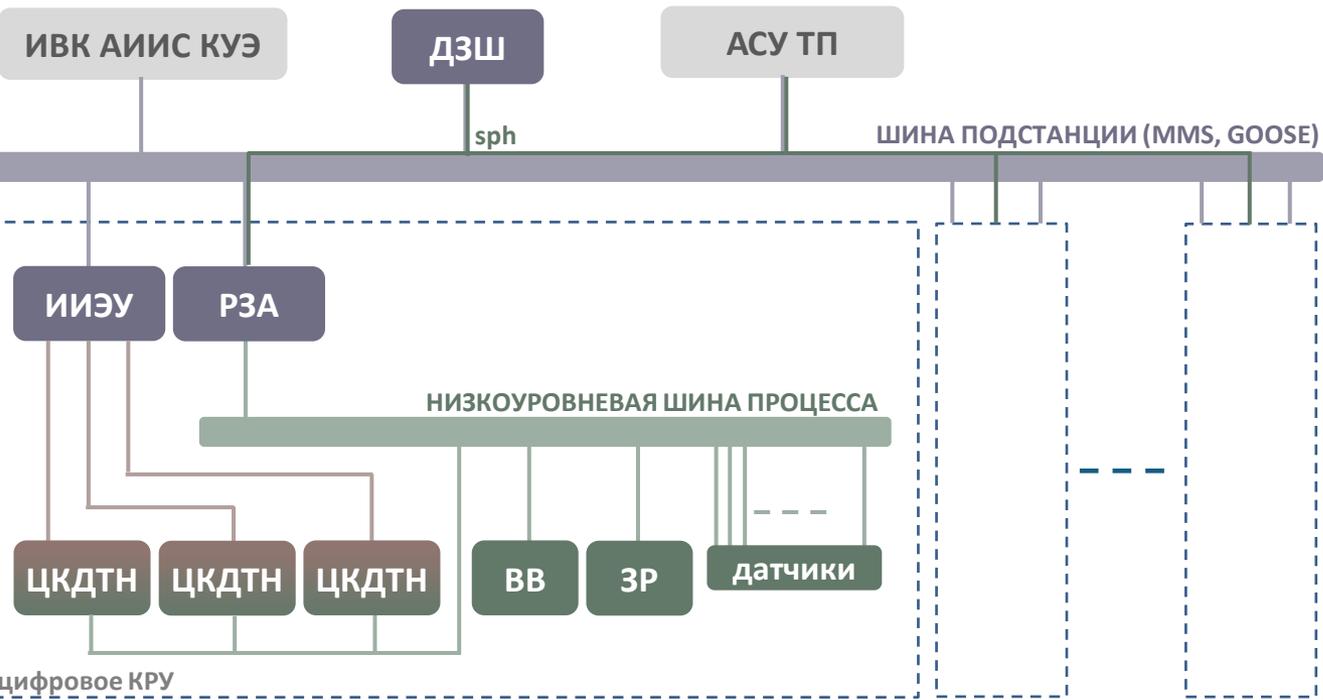
Действие ЧДА электростанции должно быть направлено на выделение работы на собственные нужды и изолированный район должно обеспечивать баланс активной мощности в указанном районе. Для этого необходимо выполнять синхронные измерения параметров режима сети изолированного района, в т.ч. активной мощности генераторов ТЭЦ и на основных присоединениях распределительных устройств.

Дополнительно необходимо контролировать положение выключателей генераторов и ряда присоединений РУ , 6 кВ, 10 кВ и 110 кВ.

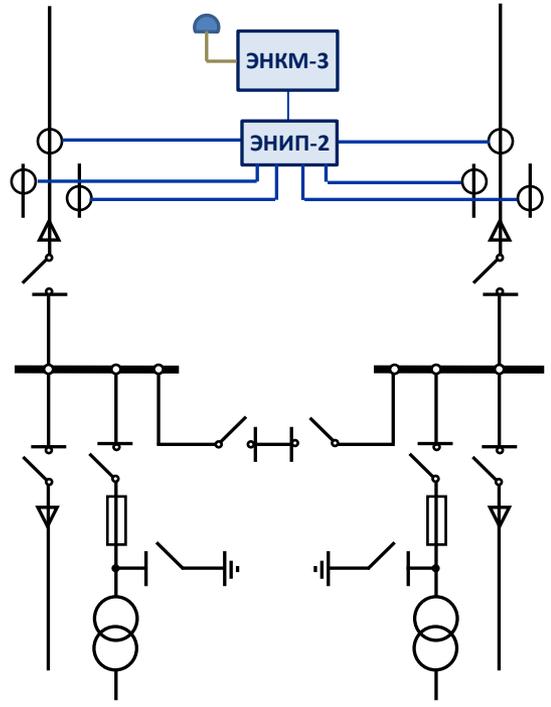
ЧДА в соответствии с рассчитанным балансом мощности формирует управляющие воздействия на отключение нагрузок либо генераторов.



Совместное использование sv-потоков напряжений



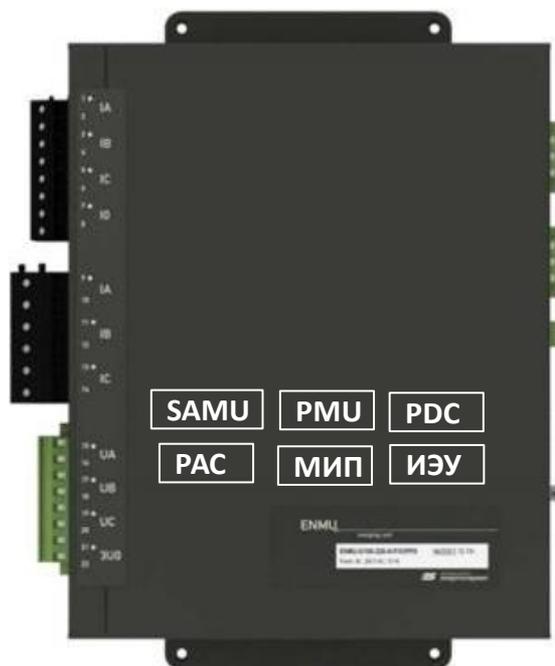
Цифровое КРУ



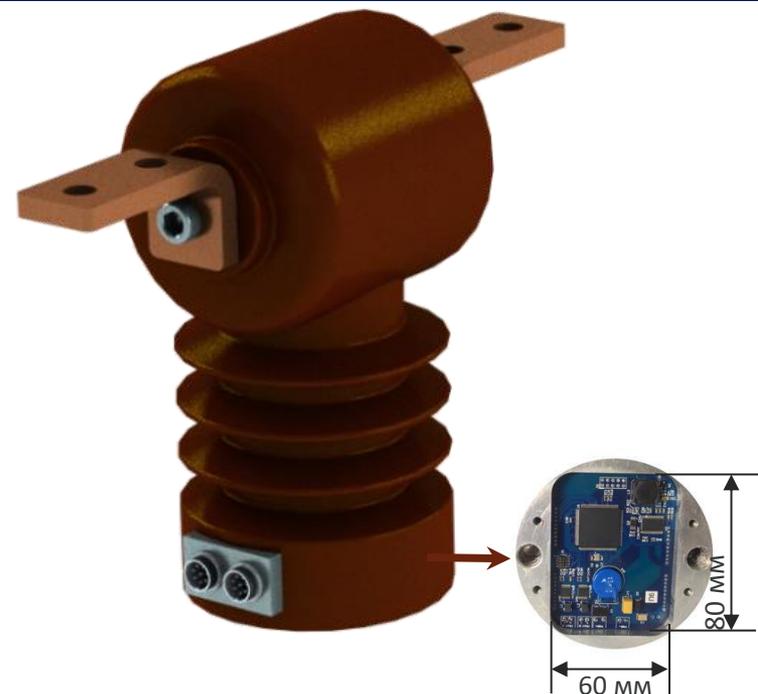
Автоматизация трансформаторных подстанций 10(6)/0,4 кВ городских кабельных сетей. Измерение синхровекторов тока нулевой последовательности.



ЭНИП-2-УСВИ
160 × 165 × 83 мм



ENMU : устройство сопряжения (SAMU)



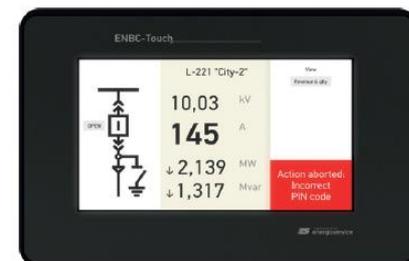
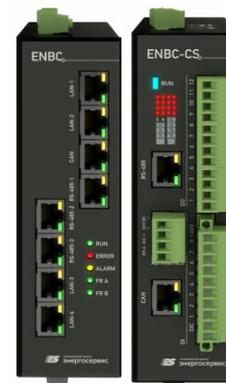
Цифровой комбинированный датчик тока и напряжения 6-10 кВ TECV.P1-10. Встроенное устройство сопряжения (AMU)



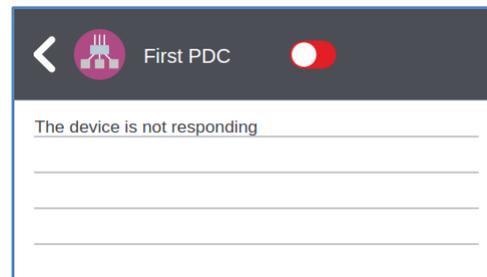
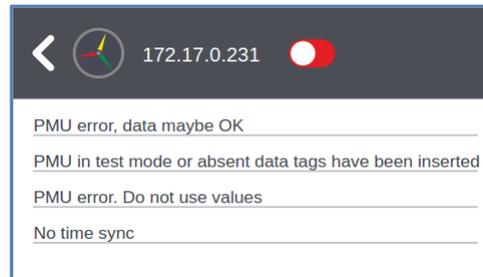
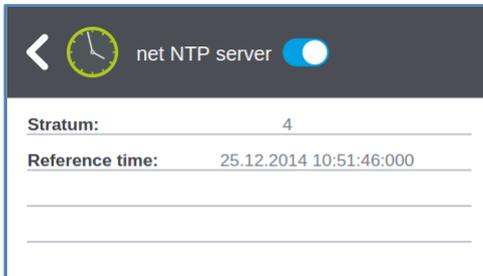
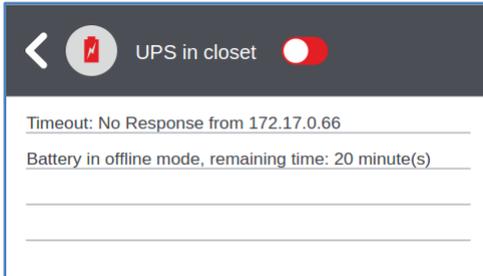
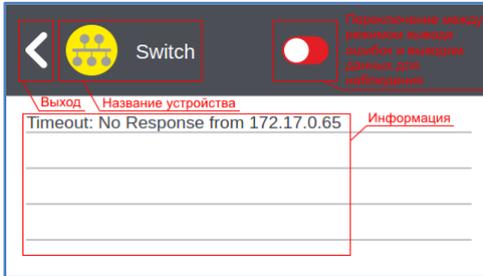
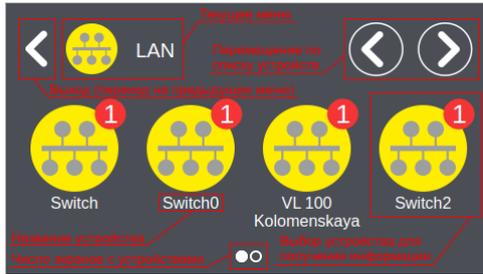
100×75×125 мм



ЭНМВ-3



ENBC : РЗА+КП



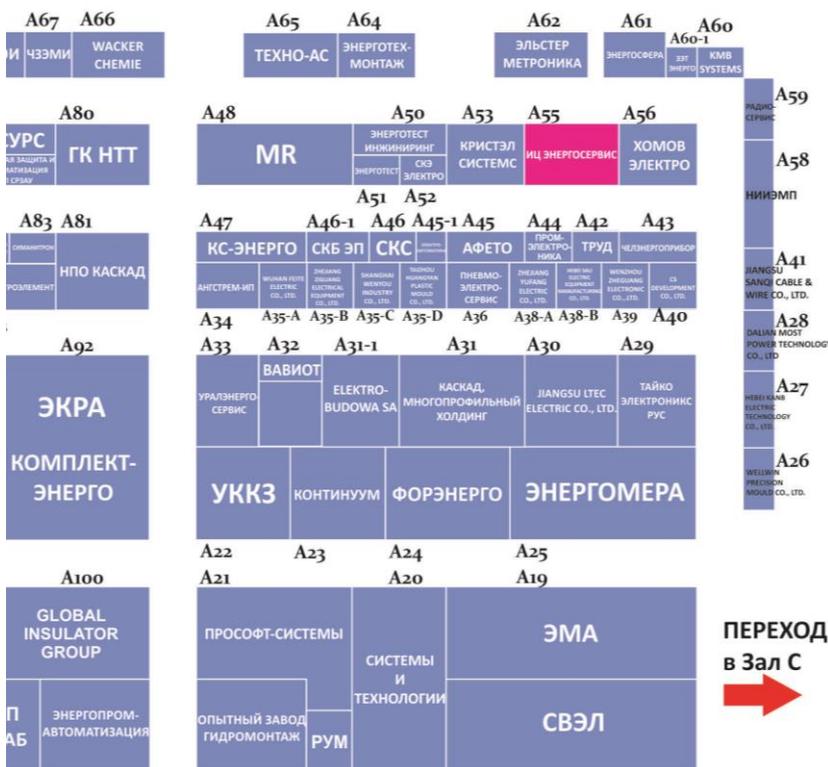
К интеллектуальным устройствам, применяемым в WAPS и WAMPACS, по сравнению с УСВИ предъявляются повышенные требования по основным показателям качества обработки сигналов (быстродействие, точность обработки сигналов, синхронность измерений и т.д.) в условиях интенсивных электромагнитных и электромеханических переходных процессов. Это требует проведения дополнительных тестовых испытаний наряду с испытаниями, предусмотренными стандартом IEEE C37.118.1 и стандартом АО «СО ЕЭС».

Наряду с испытаниями следует активнее использовать математическое моделирование как более доступный способ анализа функционирования ИЭУ в различных режимах работы энергосистем.

Разработаны эффективные методы экспресс-анализа для ИЭУ с поддержкой СВИ.

Разработан метод синтез фильтров ИЭУ, основанной на использовании *методов нелинейной оптимизации с ограничениями и расширенных спектральных представлений сигналов.*

Это позволяет реализовать в ИЭУ алгоритмы, обеспечивающие более высокие показатели качества обработки сигналов.



Инженерный центр «Энергосервис» приглашает посетить свой стенд **A55** на международной специализированной выставке «Электрические сети России 2017».

Будет представлена обновленная линейка выпускаемого оборудования:

многофункциональные измерительные преобразователи ЭНИП-2, семейство устройств ввода-вывода ЭНМВ, устройства сбора данных ЭНКС-3м и ЭНКМ, устройства для систем синхронизированных векторных измерений, интеллектуальные электронные устройства для цифровых подстанций.

Демонстрация цифровых КРУ на выставке «Электрические сети России 2017»:

- *Самарский электроцит (B31),*
- *Электронмаш (B34).*

Основные компоненты цифровых КРУ будет представлены на стенде *Инженерного центра «Энергосервис» (A55).*

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>