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.

ВВЕДЕНИЕ

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.

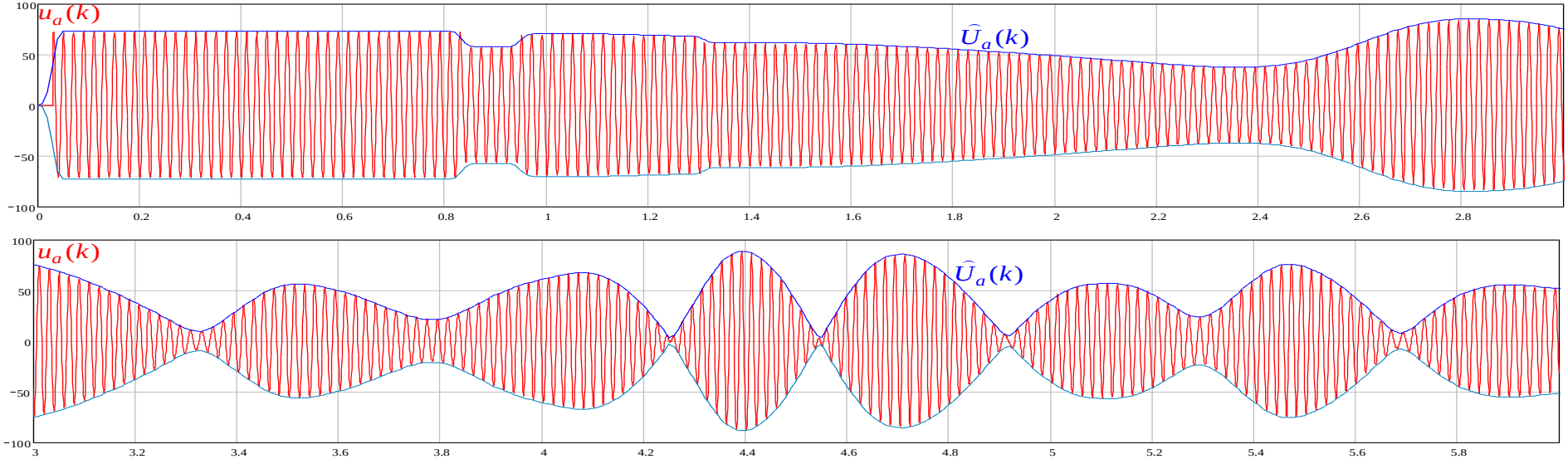
Перспективными областями применения указанных ИЭУ являются АСУ ТП подстанций, WACS, WAPS, WAMPACS и активно-адаптивные сети.

ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ СВИ

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 синхровекторов 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*.



НЕДОСТАТКИ ТЕХНОЛОГИИ СВИ И ИХ ПРЕОДОЛЕНИЕ

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.

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ СВИ

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).

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ

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.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

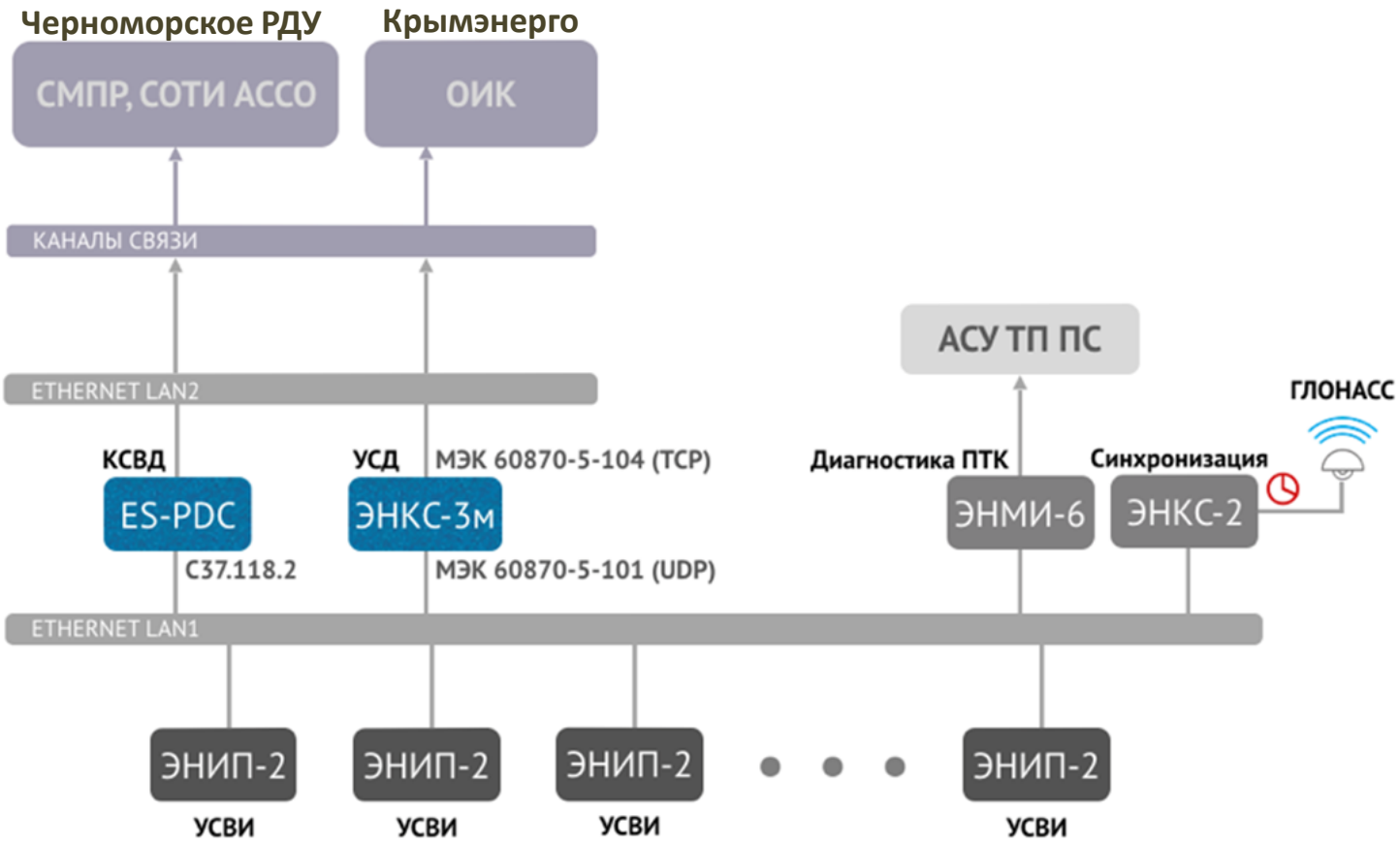
Как показали исследования отечественных и зарубежных авторов, установка даже небольшого количества устройств СВИ в составе АСТУ позволит существенно повысить оценку состояния энергосистемы. Массовое же применение устройств с поддержкой технологии СВИ позволит создать в перспективе автоматизированные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

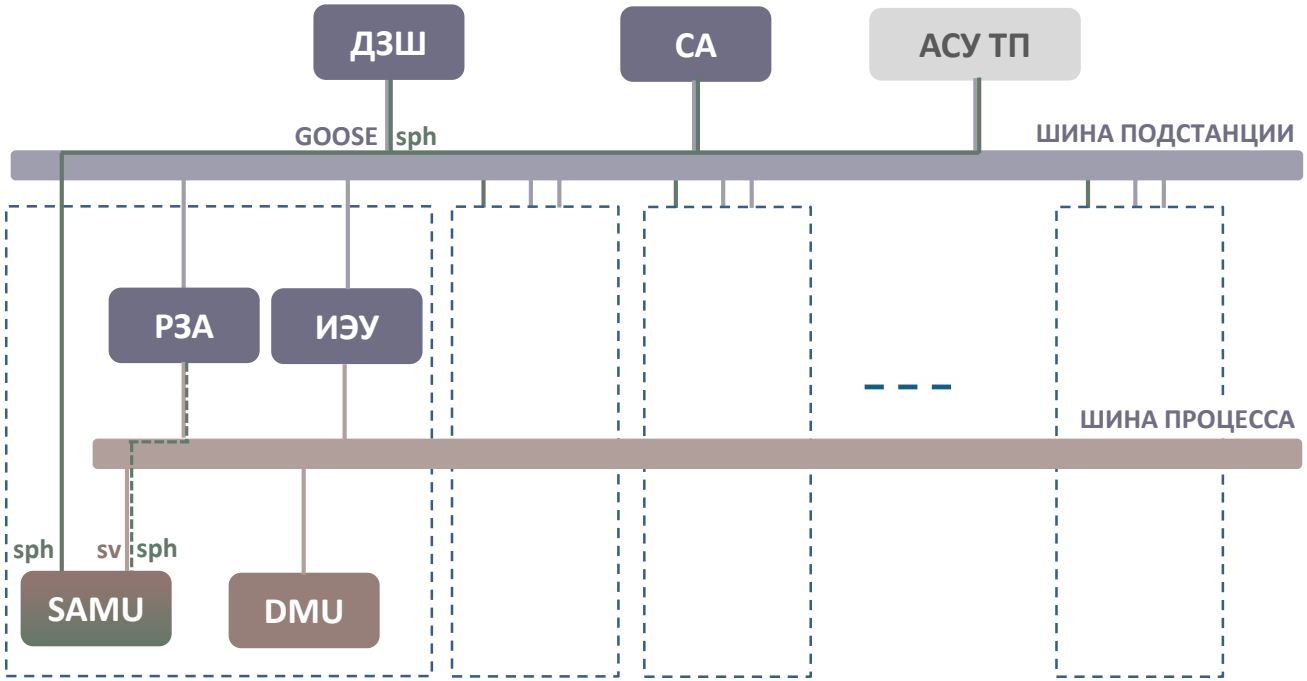
Основная проблема: отсутствие поддержки отечественными программно-техническими комплексами автоматизированных систем технологического управления устройств с поддержкой СВИ, а также в отсутствии взаимодействия между СМПР и АСТУ.

ПС СИМФЕРОПОЛЬСКАЯ 330 КВ



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.

СИСТЕМЫ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ



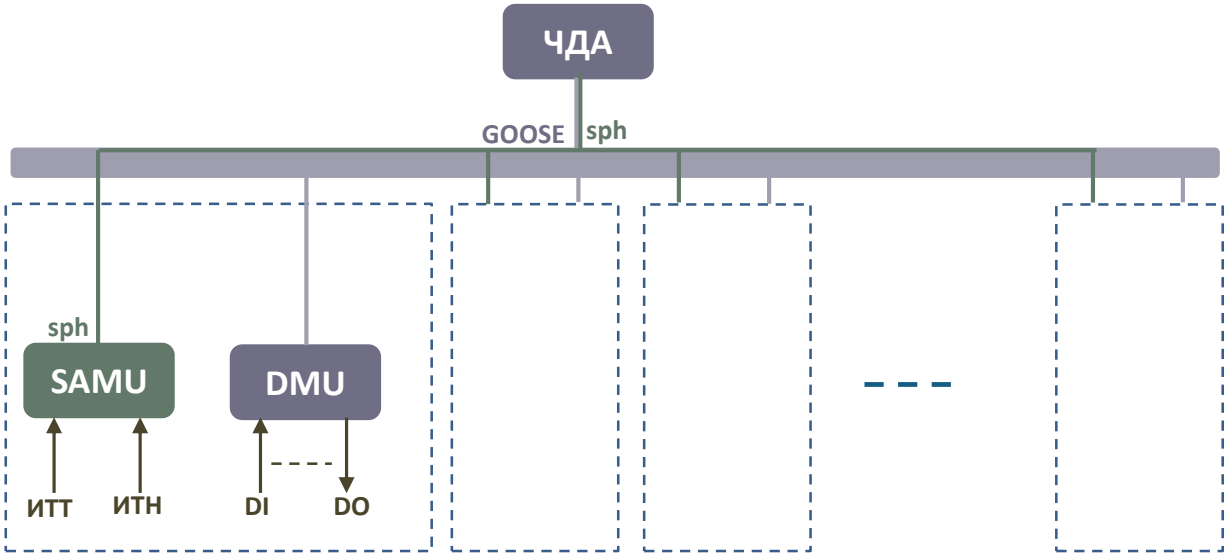
При реализации шины процесса в цифровых подстанциях предусмотрено использование выборочных значений токов и напряжений (“сырые” оцифрованные значения токов и напряжений).

Поток синхровекторов токов и напряжений можно рассматривать как альтернатива или как дополнение выборочным значениям токов и напряжений.

При этом резко снижается трафик передачи данных по шине процесса и по шине подстанции, упрощается реализация продольных дифференциальных защит и дифференциальных защит шин, централизованных устройств управления нормальными и аварийными режимами работы.

Стандарт IEC 61850-90-5: коммуникации вне подстанции (sph и R-GOOSE).

СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

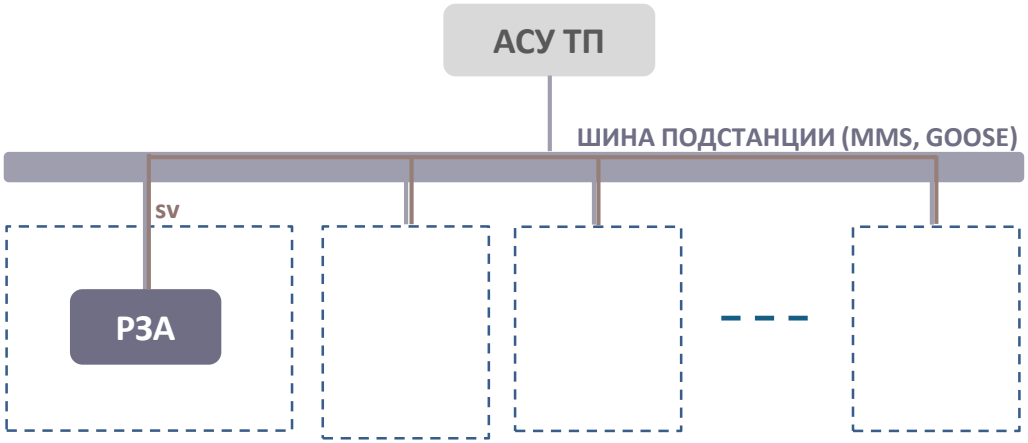


Действие ЧДА электростанции должно быть направлено на выделение работы на собственные нужды и изолированный район должно обеспечивать баланс активной мощности в указанном районе. Для этого необходимо выполнять синхронные измерения параметров режима сети изолированного района, в т.ч. активной мощности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

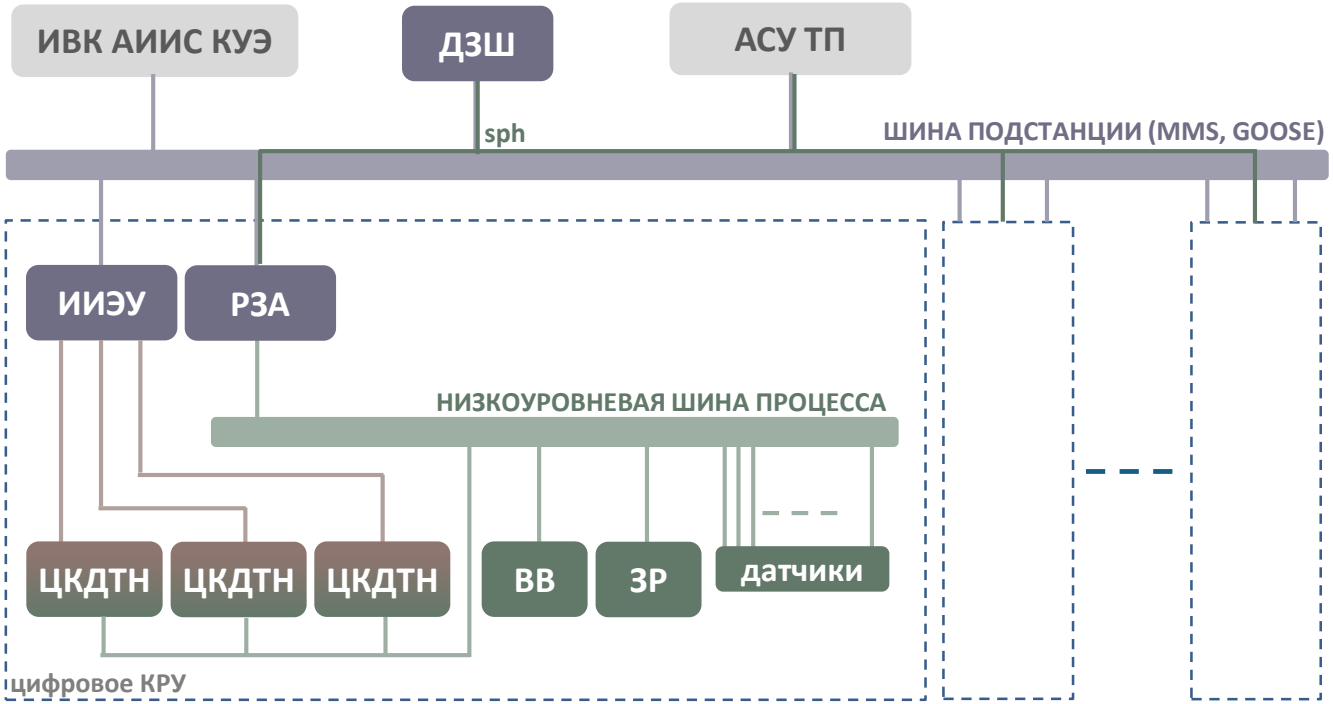
Дополнительно необходимо контролировать положение выключателей генераторов и ряда присоединений РУ , 6 кВ, 10 кВ и 110 кВ.

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

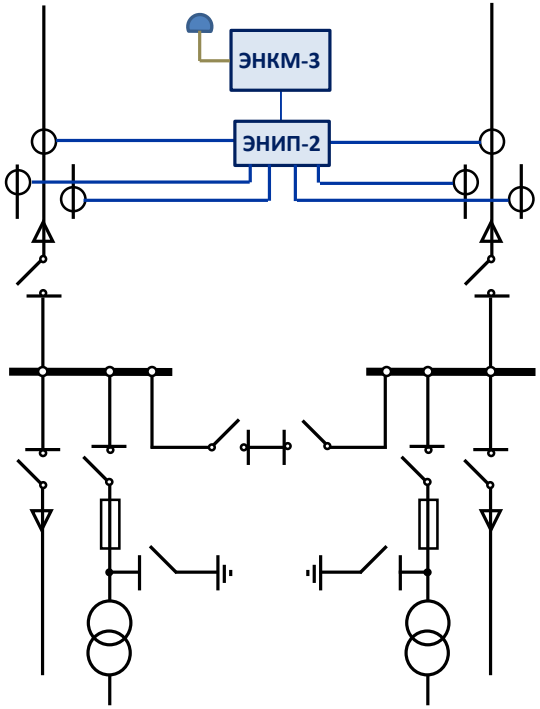
РЗА 6-35 КВ



Совместное использование sv-потоков напряжений



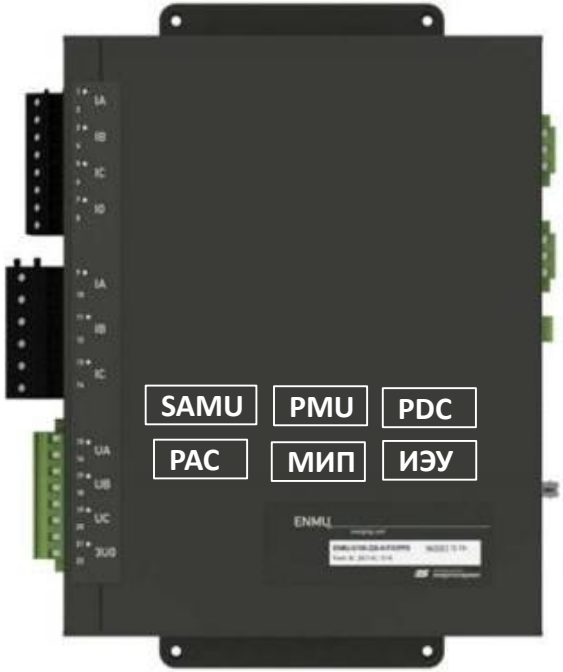
Цифровое КРУ



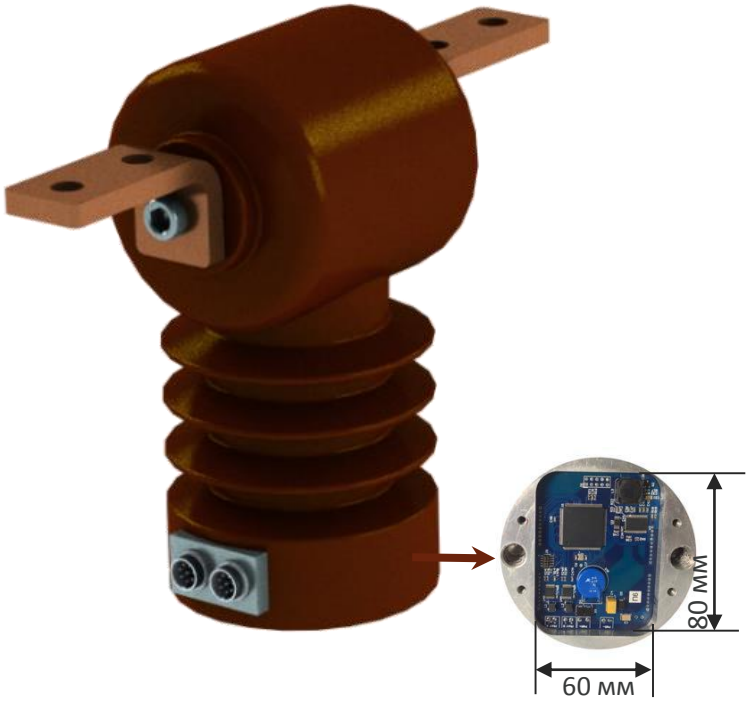
Автоматизация трансформаторных подстанций 10(6)/0,4 кВ городских кабельных сетей.
Измерение синхровекторов тока нулевой последовательности.

ИЭУ С ПОДДЕРЖКОЙ СВИ

ЭНИП-2-УСВИ
160 × 165 × 83 мм



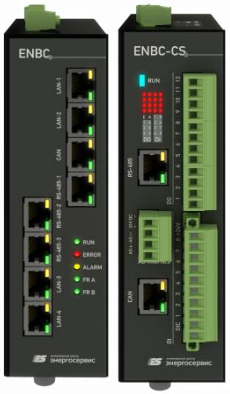
ENMU : устройство сопряжения (SAMU)

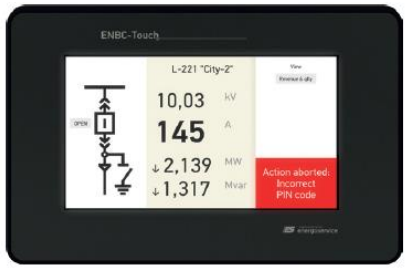


Цифровой комбинированный датчик тока и напряжения 6-10 кВ TECV.P1-10. Встроенное устройство сопряжения (AMU)

100×75×125 мм

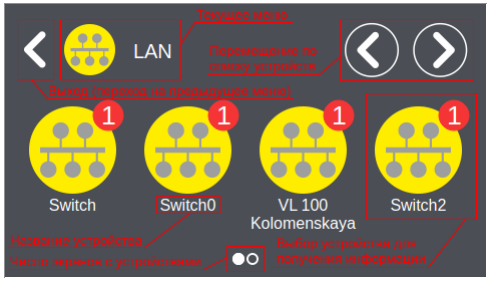
ЭНМВ-3

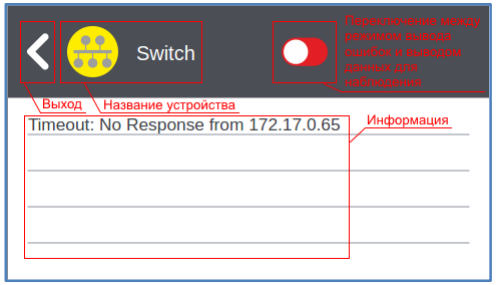


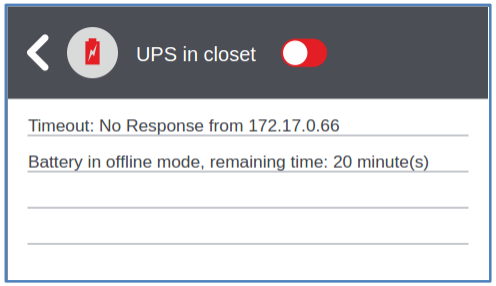


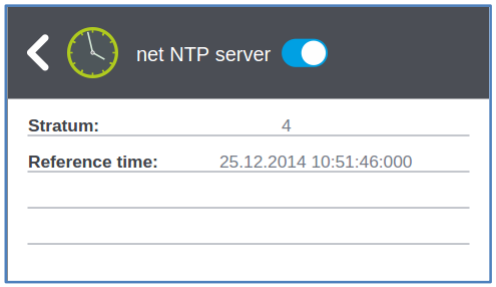
ENBC : РЗА+КП

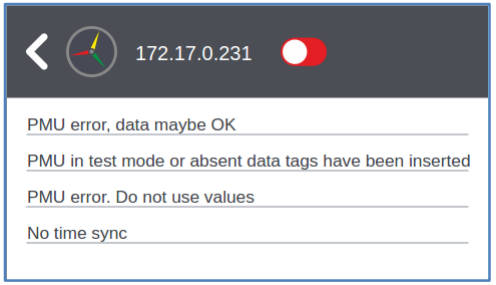
ДИАГНОСТИКА

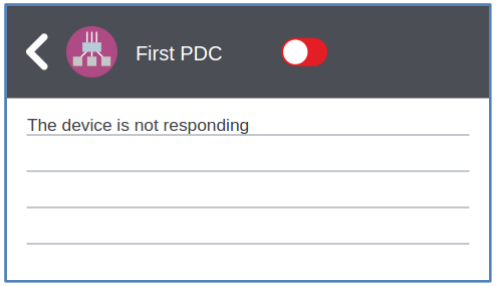












МЕТОДЫ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ИУЭ С ПОДДЕРЖКОЙ СВИ

К интеллектуальных 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».

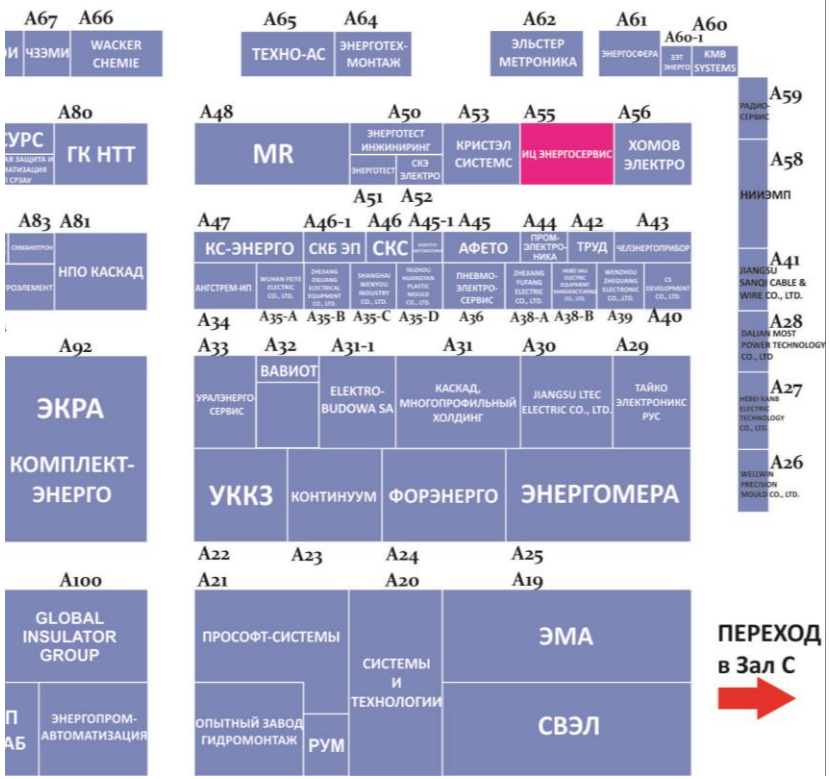
Наряду с испытаниями следует активнее использовать математическое моделирование как более доступный способ анализа функционирования ИЭУ в различных режимах работы энергосистем.

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.

ВЫСТАВКА



Инженерный центр «Энергосервис» приглашает посетить свой **стенд А55** 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 электрощит (В31)***,
- ***Электронмаш (В34)***.

Основные компоненты цифровых КРУ будет представлены на стенде ***Инженерного центра “Энергосервис” (А55)***.

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