

Приложение
к распоряжению ОАО «СО ЕЭС»
от 05.04.2016 № 44р



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

**Концепция развития и применения
технологии синхронизированных векторных измерений для повышения
качества и надежности управления электроэнергетическим режимом
ЕЭС России на период до 2020 года**

Москва
2016

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение	3
1.1. Общие положения	3
1.2. Термины и определения.....	5
1.3. Обозначения и сокращения.....	6
2. Достигнутый уровень развития технологии синхронизированных векторных измерений в ЕЭС России.....	8
3. Перспективные направления и план работ по развитию и применению технологии синхронизированных векторных измерений для задач оперативно-диспетчерского управления	9
4. Гармонизация развития технологии синхронизированных векторных измерений с развитием ИТ-инфраструктуры.....	16
5. Нормативно-техническое обеспечение развития технологии синхронизированных векторных измерений.....	21
Библиография	23
Приложение А Описание технологии синхронизированных векторных измерений	24
Приложение Б Требования к устройствам и программно-техническим комплексам СМПР.....	30
Приложение В Описание и технические характеристики АС СИ СМПР и ВК СМПР СО.....	40
Приложение Г Целевая архитектура программно-аппаратных комплексов на базе СВИ	47

1. Введение

1.1. Общие положения

Применение синхронизированных векторных измерений (СВИ) при выполнении задач оперативно-диспетчерского управления предназначено для повышения эффективности оперативно-диспетчерского управления и повышения уровня технического совершенства современных систем автоматического управления электроэнергетическим режимом.

Целью настоящей Концепции является определение перспективных направлений и формирование плана работ по применению и развитию технологии СВИ для выполнения задач оперативно-диспетчерского управления на период до 2020 года.

Для достижения поставленных целей в Концепции:

- проведен анализ текущего уровня развития технологии СВИ в ЕЭС России;
- определены перспективные направления развитию и сформирован план работ по применению технологии СВИ для выполнения задач оперативно-диспетчерского управления;
- определены требования к составу и качеству данных СВИ;
- сформирован план работ по совершенствованию вычислительного комплекса системы мониторинга переходных режимов ОАО «СО ЕЭС» и аппаратных средств системы мониторинга переходных режимов;
- приведен план разработки нормативно-технических документов для развития технологии СВИ в ЕЭС России.

Данный документ разработан на основе Концепции использования технологии синхронизированных по времени векторных измерений параметров электрического режима для повышения качества и надежности управления электроэнергетическими режимами и развития СМНР в ЕЭС России (2009 г.). Разработка настоящей Концепции вызвана необходимостью определения перспективных направлений по развитию и применению технологии СВИ для повышения качества и надежности управления электроэнергетическим режимом и гармонизации развития технологии СВИ с развитием ИТ-инфраструктуры ОАО «СО ЕЭС» с учетом мирового опыта и достигнутого уровня развития ИТ-технологий.

Эффект от внедрения технологии СВИ выражается в:

- повышении качества информационной поддержки оперативного и диспетчерского персонала при управлении электроэнергетическим режимом энергосистемы;
- повышении точности расчетов электроэнергетического режима на основе

верифицированных расчетных моделей оборудования и энергосистемы;

- повышении устойчивости работы генерирующего оборудования, связанном со своевременным выявлением и демпфированием низкочастотных колебаний, определением корректности работы и настройки автоматического регулирования возбуждения генераторов;

- сокращении числа технологических нарушений в энергосистеме, возникающих в результате нарушения колебательной или динамической устойчивости, в своевременном выявлении и оценке последствий утяжеления электроэнергетического режима энергосистемы;

- повышении точности противоаварийного управления за счет применения в алгоритмах работы противоаварийной автоматики фазовых углов напряжений.

1.2. Термины и определения

Синхронизированные векторные измерения – это совокупность векторных и скалярных параметров электроэнергетического режима, измеренных и рассчитанных в заданном объеме, с заданной дискретизацией в однозначно определенные моменты времени, синхронизированные с помощью глобальных навигационных спутниковых систем.

Синхронизированный вектор – измеряемый в однозначно определенные моменты времени вектор основной гармоники фазного тока (напряжения), амплитуда и фазовый угол которого являются функцией времени вида $X_1(t) = X_{m1}(t) \cdot e^{j\delta(t)}$, где X_m – амплитуда, δ – фазовый угол.

Глобальная навигационная спутниковая система – спутниковая система навигации, состоящая из группы спутников, работающих в единой сети и передающих сигнал синхронизации времени с заданной дискретностью и точностью.

Устройство синхронизированных векторных измерений – устройство (функция в многофункциональном устройстве), предназначенное для измерения, обработки и расчетов векторных и скалярных параметров электроэнергетического режима.

Класс устройств синхронизированных векторных измерений – соответствие технических характеристик устройств синхронизированных векторных измерений установленным требованиям по нормированной точности и величине динамических характеристик измерений: для задач мониторинга электроэнергетического режима (М), для автоматического управления и защиты (Р).

Концентратор синхронизированных векторных данных – устройство (функция в многофункциональном устройстве), предназначенное для приема, обработки и передачи синхронизированных векторных измерений, аналоговых и дискретных данных.

Программно-технический комплекс системы мониторинга переходных режимов (ПТК СМНР) – совокупность установленных на объекте электроэнергетики устройств и их программного обеспечения, предназначенных для измерения, обработки и передачи синхронизированных векторных измерений, аналоговых и дискретных данных в диспетчерские центры ОАО «СО ЕЭС».

Вычислительный комплекс системы мониторинга переходных режимов ОАО «СО ЕЭС» (ВК СМНР СО) – совокупность установленных в ДЦ ОАО «СО ЕЭС» программно-аппаратных комплексов (ПАК), программных комплексов, программного обеспечения, предназначенных для сбора, обработки СВИ и выполнения на базе СВИ расчетно-аналитических задач. Подразделяется на

региональный вычислительный комплекс СМПР СО (РВК СМПР РДУ, ОДУ) и главный вычислительный комплекс СМПР СО (ГВК СМПР ИА).

Автоматическая система сбора информации от регистраторов СМПР – установленная в диспетчерских центрах ОАО «СО ЕЭС» автоматическая система, обеспечивающая сбор синхронизированных векторных измерений, аналоговых и дискретных данных в режимах on-line и off-line, их обработку и передачу в автоматизированные системы диспетчерского управления и системы автоматического управления.

Система мониторинга переходных режимов – совокупность ПТК СМПР и ВК СМПР СО, предназначенная для информационной поддержки решения задач оперативно-диспетчерского и автоматического управления режимами работы энергосистемы.

Низкочастотные колебания – периодические изменения параметров электроэнергетического режима с частотой от 0,01 Гц до 5 Гц, возникающие в результате взаимного движения роторов синхронных машин и наличия источников вынужденных колебаний.

1.3. Обозначения и сокращения

АСДУ	–	автоматизированная система диспетчерского управления;
АРПМ	–	автоматика разгрузки при перегрузке по мощности;
АРВ	–	автоматическое регулирование возбуждения;
АЛАР	–	автоматика ликвидации асинхронного режима;
АС СИ	–	автоматическая система сбора информации;
ВК СМПР СО	–	вычислительный комплекс системы мониторинга переходных режимов ОАО «СО ЕЭС»;
ГВК СМПР СО	–	главный вычислительный комплекс системы мониторинга переходных режимов ОАО «СО ЕЭС»;
ГДЦ	–	главный диспетчерский центр ОАО «СО ЕЭС»;
ДХН	–	динамическая характеристика нагрузки;
ДЦ	–	диспетчерский центр;
ИА	–	исполнительный аппарат;
КСВД	–	концентратор синхронизированных векторных

ЛАПНУ	—	локальная автоматика предотвращения нарушения
ЛЭП	—	линия электропередачи;
НТД	—	нормативно-техническая документация;
НЧК	—	низкочастотные колебания;
ОДС	—	Оперативно-диспетчерская служба;
ОДУ	—	филиал ОАО «СО ЕЭС» Объединенное диспетчерское управление;
ОИК	—	оперативно-информационный комплекс;
ПАК	—	программно-аппаратный комплекс;
ПК	—	программный комплекс;
ПО	—	программное обеспечение;
ПО ВДП	—	программное обеспечение «Визуализации динамических процессов»;
ПО МРЭ	—	программное обеспечение «Мониторинг разделения энергосистемы на части»;
ПО СДХН	—	программное обеспечение «Определение статической и динамической характеристик нагрузки»;
ПТК	—	программно-технический комплекс;
ПА	—	противоаварийная автоматика;
ПУЭ	—	Правила устройства электроустановок;
ПЭР	—	параметры электроэнергетического режима;
РДУ	—	филиал ОАО «СО ЕЭС» Региональное диспетчерское управление;
РВК СМПР СО	—	региональный вычислительный комплекс системы мониторинга переходных режимов ОАО «СО ЕЭС»;
СВИ	—	синхронизированные векторные измерения;
СВПРА	—	Служба внедрения противоаварийной и режимной автоматики;
СМЗУ	—	система мониторинга запасов устойчивости;
СМПР	—	система мониторинга переходных режимов;
СМСР	—	система мониторинга системных регуляторов;
СРЗА	—	Служба релейной защиты и автоматики;

СХН	–	статическая характеристика нагрузки;
СЭР	–	Служба электрических режимов;
ТИ	–	телеизмерения;
УПО	–	универсальное программное обеспечение;
УСВИ	–	устройство синхронизированных векторных
ЦСПА	–	централизованная система противоаварийной автоматики.

2. Достигнутый уровень развития технологии синхронизированных векторных измерений в ЕЭС России

В соответствии с Концепцией использования технологии синхронизированных по времени векторных измерений параметров электрического режима для повышения качества и надежности управления электроэнергетическими режимами и развития СМПР в ЕЭС России ОАО «СО ЕЭС» проводились работы, направленные на развитие технологии СВИ в ЕЭС России. На конец 2015 года в ЕЭС России создана и функционирует СМПР, обеспечивающая возможность применения СВИ для выполнения задач оперативно-диспетчерского управления:

- созданы и успешно внедряются на объектах электроэнергетики ЕЭС России отечественные аппаратные средства СМПР (описание технологии синхронизированных векторных измерений приведено в приложении А; требования к УСВИ, КСВД и ПТК СМПР объектов электроэнергетики приведены в приложении Б);
- на объектах электроэнергетики установлено 75 ПТК СМПР, включающих 38 КСВД и 450 УСВИ. В перспективе до 2020 года планируется ввести в эксплуатацию ПТК СМПР на 200 объектах электроэнергетики ЕЭС России, количество УСВИ превысит 1000 устройств;
- в ГДЦ, всех ОДУ, а также в Тюменском РДУ и Саратовском РДУ введена в промышленную эксплуатацию корпоративная АС СИ СМПР (описание и технические характеристики АС СИ СМПР и ВК СМПР СО приведены в приложении В);
- в 2015 г. введен в опытную эксплуатацию ПК PhasorPoint, обеспечивающий выполнение мониторинга НЧК в режиме реального времени и с применением архивных данных.

Достигнутые технические характеристики АС СИ СМПР в составе ВК СМПР СО предоставляют необходимый функционал для применения СВИ в задачах оперативно-диспетчерского управления:

- обеспечен сбор СВИ с объектов электроэнергетики в режимах on-line и

off-line;

- существующие принципы построения архитектуры обмена СВИ отвечают основным требованиям для обеспечения качественного информационного обмена в части скорости доставки в режиме on-line и обработки данных, использования протоколов информационного обмена;
- подтверждена техническая возможность доставки СВИ в режиме реального времени с объектов электроэнергетики в ГВК СМПР СО за время, не превышающее 300 мс;
- обеспечена возможность интеграции АС СИ СМПР с внешними ИТ-системами.

Анализ функционирования созданных АС СИ СМПР, УСВИ и КСВД позволил выявить следующие проблемы:

- отсутствие функции контроля качества и достоверизации СВИ в АС СИ СМПР;
- нестабильное получение архивных данных в АС СИ СМПР, связанное с ограниченными функциями запроса архивных данных и отсутствием автоматического контроля выполнения запросов СВИ;
- нестабильность записи линейных архивов в ПТК СМПР (наличие пропусков в архивах);
- некорректная реализация в УСВИ ряда производителей функции измерения параметров обмотки возбуждения;
- отсутствие широкого распространения модификаций УСВИ класса Р для возможности их применения в реализации РЗА;
- отсутствие в УСВИ функции измерения скорости вращения ротора генератора, необходимой для решения задач определения параметров синхронных генераторов и их статических/динамических характеристик в режиме реального времени, оценке эффективности работы устройств регулирования возбуждения и скорости;
- отсутствие модификаций УСВИ с функцией измерения СВИ до 12 значений на период промышленной частоты;
- отсутствие модификаций УСВИ, измеряющего ограниченный набор ПЭР (U, f, угол).

3. Перспективные направления и план работ по развитию и применению технологии синхронизированных векторных измерений для выполнения задач оперативно-диспетчерского управления

Применение технологии СВИ должно развиваться с учетом следующих положений:

- ВК СМПР СО должен рассматриваться в качестве информационной

платформы СВИ для развития задач оперативно-диспетчерского управления в составе АСДУ;

- развитие технологии СВИ должно быть гармонизировано с развитием ИТ-инфраструктуры ОАО «СО ЕЭС»;
- основным условием развития технологии СВИ является разработка алгоритмов и ПО, функционирующих на базе СВИ, с целью решения задач оперативно-диспетчерского управления;
- необходимость разработки документов ОАО «СО ЕЭС», регламентирующих сбор, обработку и применение СВИ для задач оперативно-диспетчерского управления;
- необходимость разработки стандартов ОАО «СО ЕЭС», регламентирующих требования к аппаратным устройствам и содержащих методики их сертификационных испытаний, и стандарта ОАО «СО ЕЭС», регламентирующего современные требования к СМПР ЕЭС России;
- необходимость координации развития технологии СВИ с субъектами электроэнергетики в целях ее применения для решения технологических задач субъектов.
- Перспективными направлениями развития технологии СВИ являются:
- совершенствование технологических задач управления;
- информационная поддержка диспетчера по ситуационному анализу электроэнергетического режима энергосистемы;
- развитие комплексов противоаварийной и режимной автоматики.

План работ по развитию и применению технологии СВИ для выполнения задач оперативно-диспетчерского управления приведен в таблице 1.

План работ по развитию и применению технологии СВИ для задач оперативно-диспетчерского управления

Таблица 1

№ п/п	Задачи	Текущее состояние	Мероприятия	Сроки и тип работ
<i>Совершенствование технологических задач управления</i>				
1	Мониторинг НЧК с целью анализа причин их возникновения, идентификации и источников	1. Выполняется экспертный анализ на основе данных СВИ в ПК PhasorPoint, включающий модуль мониторинга колебательной устойчивости (on-line мониторинг уровней	Расширение лицензии ПК PhasorPoint в части увеличения количества УСВИ (от 50 до 200 УСВИ к 2019 г.)	2017–2018 гг. (внедрение ПО в ИА)

№ п/п	Задачи	Текущее состояние	Мероприятия	Сроки и тип работ
	НЧК, контроля колебательной устойчивости энергосистемы (ПК PhasorPoint)	<p>колебательной устойчивости по амплитуде и демпфированию НЧК, анализ состава доминантных мод НЧК и их параметров, мониторинг схемно-режимных ситуаций с оценкой их влияния на уровень НЧК)</p> <p>2. Выполняется экспертный анализ спектральных свойств ПЭР на длительных интервалах времени (ПО Matlab) и моделирование переходных процессов в энергосистеме с определением собственных чисел (ПО Hercules)</p>	Расширение лицензии ПК PhasorPoint в части приобретения модуля поиска источника НЧК	2018–2019 гг. (внедрение ПО в ИА)
2	Анализ корректности работы системных регуляторов (УПО СМСР)	<p>1. Разработаны алгоритмы контроля корректности работы системных регуляторов по данным СВИ.</p> <p>2. Организовано внедрение СМСР на Северо-Западной ТЭЦ и Краснодарской ТЭЦ.</p> <p>3. Организован сбор данных СМСР в АС СИ СМПП</p>	<p>Создание универсального ПО мониторинга функционирования систем возбуждения и АРВ синхронных генераторов электрических станций (УПО СМСР) для контроля корректности функционирования АРВ и СВ в части:</p> <ul style="list-style-type: none"> - корректной работы функции релейной форсировки возбуждения при аварийных возмущениях в энергосистеме; - демпфирования колебаний роторов синхронных генераторов в нормальных, ремонтных и 	2016–2017 гг. (разработка ПО)

№ п/п	Задачи	Текущее состояние	Мероприятия	Сроки и тип работ
			послеаварийных режимах энергосистемы; - обеспечения устойчивой работы генераторов	
			Модификация АС СИ СМПР в части визуализации результатов мониторинга функционирования АРВ и систем возбуждения	2017–2018 гг. (модификация ПО в ИА и во всех ОДУ)
			Реализация пилотного проекта по внедрению УПО СМСР	2018 г. (внедрение ПО в ИА и в ОДУ Центра)
			Внедрение УПО СМСР в филиалах ОАО «СО ЕЭС»	2019–2020 гг. (внедрение ПО в ОДУ Урала, ОДУ Юга, ОДУ Северо-Запада, ОДУ Сибири), Электростанции (5-7 электростанций к 2020 г.)
3	Верификация расчетных моделей оборудования и энергосистем, используемых в расчетных моделях СЭР и СРЗА, в том числе уточнение параметров схем замещения	1. Разработана Методика верификации расчетных моделей динамики ЕЭС/ОЭС для экспертного анализа. 2. В соответствии с Методикой верификации проводится верификация расчетных моделей динамики ЕЭС/ОЭС. 3. Проведен НИОКР и разработано ПО для автоматизации расчетов для выбора параметров настройки устройств РЗА с	Выполнение НИР по теме «Разработка методики проверки корректности модели АРВ сильного действия на основе данных СМПР»	2016 г. (НИР)
			Разработка и внедрение ПО определения статических и динамических характеристик нагрузок (ПО СДХН)	2017–2019 гг. (разработка ПО СДХН – 2017–2018 гг.; внедрение ПО СДХН во всех ОДУ – 2019 г.)

№ п/п	Задачи	Текущее состояние	Мероприятия	Сроки и тип работ
	ЛЭП, силового оборудования и нагрузки потребителей, определение статических и динамических характеристик узлов нагрузки по данным СВИ (ПО СДХН)	учетом моделирования управляемых элементов сетей переменного тока. 4. Выполнен НИР «Разработка методов и алгоритмов определения ДХН/СХН, в том числе с использованием векторных измерений»	Актуализация Методики верификации расчетных моделей динамики ЕЭС/ОЭС	2018 г. (НТД)
			Выполнение НИР по применению СВИ при определении параметров схем замещения ЛЭП и силового оборудования	2019–2020 гг. (НИР)
Информационная поддержка диспетчера по ситуационному анализу электроэнергетического режима энергосистемы				
1	Визуализация динамических процессов в энергосистеме (ПО ВДП)	Разработан прототип визуализации динамических процессов в энергосистеме на базе ПО Matlab	Выполнение НИР по теме «Разработка алгоритмов визуализации динамических процессов в энергосистеме по данным СВИ»	2017 г. (НИР)
			Разработка и внедрение ПО визуализации динамических процессов в энергосистеме (ПО ВДП)	2018 г. (разработка ПО ВДП) 2019 г. (внедрение ПО в ИА)
			Внедрение ПО ВДП в филиалах ОАО «СО ЕЭС»	2019–2020 гг. (внедрение ПО ВДП в ОДУ Урала, ОДУ Центра, ОДУ Сибири и Тюменском РДУ)
2	Мониторинг разделения энергосистемы на	НИР «Разработка методики и алгоритма мониторинга по данным СМПР разделения энергосистемы на части»	Разработка ПО мониторинга разделения энергосистемы на части по данным СМПР в	2016–2017 гг. (разработка ПО МРЭ)

№ п/п	Задачи	Текущее состояние	Мероприятия	Сроки и тип работ
	изолированно работающие части (ПО МРЭ)		режиме реального времени (ПО МРЭ)	
			Внедрение ПО МРЭ в ОАО «СО ЕЭС»	2018–2019 гг. (внедрение ПО МРЭ в ИА, ОДУ Урала, ОДУ Северо-Запада, ОДУ Сибири, ОДУ Юга)
<i>Развитие комплексов противоаварийной и режимной автоматики</i>				
1	Реализация управления по параметрам фазового угла в АРПМ, АЛАР	-	Выполнение НИР по разработке новых алгоритмов локальной автоматики предотвращения перегрузки по мощности	2017–2018 гг. (НИР, реализация пилотного проекта)
2	Оценивание состояния электроэнергетического режима для расчетных задач (СМЗУ, ЦСПА)	ПО оценивания состояния по данным ОИК	Выполнение НИР по анализу эффективности использования данных СВИ в ПО оценивания состояния	2017 г. (НИР)
			Модификация и внедрение ПО оценивания состояния с целью использования данных СВИ в задаче оценивания состояния для СМЗУ, ЦСПА	2018 г. (модификация ПО и внедрение ПО в ОДУ Сибири)
			Внедрение модифицированного ПО оценивания состояния в филиалах ОАО «СО ЕЭС»	2019–2020 гг. (внедрение ПО в ИА, ОДУ Северо-Запада, ОДУ Юга, ОДУ Средней Волги, ОДУ Востока, ОДУ Урала и Тюменском РДУ)

При решении каждой из приведенных выше задач необходимо учитывать требования к составу, точности, дискретизации СВИ и задержкам доставки данных СВИ в ДЦ. Требования к составу и качеству СВИ приведены в таблице 2.

Требования к составу и качеству СВИ

Таблица 2

№ п/п	Задачи с применением СВИ	Качество СВИ		Необходимые параметры	Режим сбора	Объем СВИ, передаваемых в ОАО «СО ЕЭС» в on-line
		класс (М / Р)	цикличность сбора данных			
1	Мониторинг НЧК с целью анализа причин их возникновения, идентификации источников НЧК, контроля колебательной устойчивости энергосистемы	М	50 Гц	$f, U_a, \delta_{U_a}, U_b, \delta_{U_b}, U_c, \delta_{U_c}, I_a, \delta_{I_a}, I_b, \delta_{I_b}, I_c, \delta_{I_c}$	on-line	До 13 параметров СВИ от каждого из 200 УСВИ (расширение лицензии PhasorPoint до 200 УСВИ)
2	Анализ корректности работы системных регуляторов	М	1..50 Гц	$U_1, I_1, f, P, Q, \delta, I_{в.}, U_{в.},$ дискретные сигналы	on-line off-line	- (дискретные сигналы неисправности от СМСПР объекта)
3	Верификация расчетных моделей оборудования и энергосистемы, используемых в СЭР и СРЗА, в том числе уточнение параметров схем замещения ЛЭП, силового оборудования и нагрузки потребителей, определение статических и динамических характеристик узлов нагрузки	М	50 Гц	ТИ ОИК, $f, U_1, I_1, P, Q, \delta$	off-line	-
4	Визуализация динамических процессов в энергосистеме	М	50 Гц	$U_\phi, I_\phi, f, P, Q, \delta$	on-line	До 10 параметров СВИ от ПТК СМСПР каждого объекта электроэнергетики
5	Мониторинг разделения энергосистемы на изолированно работающие	М	1..50 Гц	f		2 параметра СВИ от ПТК СМСПР каждого

	части, синхронизации частей энергосистемы после ее аварийного разделения					объекта электроэнергетики
6	Оценивание состояния электроэнергетического режима с применением СВИ и реализация для расчетных задач	М	50 Гц	ТИ ОИК, U_1, I_1, P, Q, δ		До 30 параметров СВИ от ПТК СМПР каждого объекта электроэнергетики

4. Гармонизация развития технологии синхронизированных векторных измерений с развитием ИТ-инфраструктуры

Развитие ИТ-инфраструктуры ОАО «СО ЕЭС» определяется Политикой развития информационных технологий ОАО «СО ЕЭС» на период до 2018 года, утвержденной решением Совета директоров ОАО «СО ЕЭС» 11.11.2014 (далее – ИТ-политика), и в рамках данного документа не рассматривается.

Разрабатываемое и внедряемое в рамках развития технологии СВИ ПО должно обеспечивать бесшовную интеграцию технологии СВИ в ИТ-инфраструктуру ОАО «СО ЕЭС» и соответствовать требованиям ИТ-политики, в том числе в части унификации используемых операционных систем и системного ПО, преимущественного использования технологий виртуализации серверных платформ и отказа от аппаратных решений в пользу программных.

Для осуществления указанной выше интеграции необходимо руководствоваться следующими принципами:

- при получении данных СВИ в режиме on-line:
 - должны быть сформулированы требования к уровню допустимых задержек передачи данных СВИ применительно к каждой решаемой задаче;
 - обмен данными между системами должен производиться по стандартным протоколам, в качестве основного варианта передачи СВИ в режиме on-line должен применяться протокол IEEE C37.118.2 [1];
 - в случае интеграции со SCADA-системами должна быть предусмотрена передача СВИ по протоколам телемеханики (например, IEC 60870-5-104);
- при получении данных в режиме off-line:
 - форматом взаимодействия с внешними системами для передачи данных в режиме off-line должны быть веб-сервисы;
 - набор передаваемых данных и дискретность измерений (из стандартного набора значений) должны определяться внешней системой;
 - при установлении соединения внешняя система, формирующая запрос данных, должна выполнить аутентификацию на соответствующем веб-сервисе.

В части развития ВК СПМР СО и оптимизации приема и передачи данных СВИ необходимо запланировать работы по решению следующих задач:

а) развитие АС СИ СМПР в РДУ:

с целью минимизации затрат на закупку дорогостоящего программно-аппаратного обеспечения необходимо организовать доступ для технологического персонала РДУ к СВИ с использованием веб-интерфейса. При этом доступ к СВИ персонала РДУ, не имеющего своего узла АС СИ СМПР, осуществляется к узлам АС СИ вышестоящего ОДУ. Решение не требует дополнительных финансовых затрат и предоставляет возможность специалистам РДУ, в операционных зонах которых находятся в эксплуатации ПТК СМПР объектов электроэнергетики, применять СВИ при решении технологических задач;

б) повышение качества данных СВИ и оптимизация доставки данных:

повышение качества СВИ (время доставки данных, включая время ретрансляции, процент потерь данных, достоверность данных и т.п.) и оптимизация доставки данных подразделяются на следующие подзадачи:

- мониторинг достоверности данных СВИ, предусматривающий реализацию:

- функции автоматической проверки качества данных СВИ, передаваемых в режиме on-line, включающую расчет задержек времени, определение статистических характеристик при ретрансляции данных, процента потери получаемых данных, мониторинг достоверности данных СВИ;

- системы уведомлений при отклонении качества данных СВИ от требуемого;

- сокращение времени обработки и доставки данных в режиме on-line, а именно реализация решений, обеспечивающих сокращение времени обработки СВИ в узлах АС СИ СМПР, не превышающего 50 мс, а среднее время доставки данных от УСВИ до сервера АС СИ СМПР ГДЦ, не превышающее 180 мс;

- уменьшение потерь данных при передаче СВИ в режиме on-line, включающее тестирование и оценку целесообразности применения следующих технических решений:

- повышение приоритета СВИ до уровня трафика реального времени;
- реализация дублирования приема данных, обеспечивающая одновременное получение данных от УСВИ (КСВД) по двум независимым каналам;

- замена существующего протокола передачи UDP/IP на TCP/IP;

- оптимизация времени выполнения сбора архивных данных СВИ путем реализации в АС СИ СМПР следующих функций:

- функция автоматического контроля выполнения запроса СВИ и

перезапуска частей запроса при сбоях (при обрывах связи, неудовлетворительной скорости получения данных, некорректных ответах источника данных);

- функция прерывания процедуры запроса;
- функция назначения запросам категорий и приоритетов;
- функция восстановления перечня длительных запросов;

в) оптимизация пропускной способности каналов передачи данных между объектами электроэнергетики и ДЦ с целями обеспечения оперативного получения больших объемов данных, включающая следующие работы:

- разработка Методики расчета пропускной способности каналов для передачи архивных данных с учетом зависимости от количества регистрируемых данных на уровне объекта электроэнергетики с целью получения полного набора регистрируемых данных за время, не превышающее половины периода сбора данных;
- реализация в протоколе IEEE C37.118.2 стандартных функций, обеспечивающих уплотнение передаваемой информации (при сборе данных СВИ в режиме on-line с ПТК СМПР объектов электроэнергетики, в состав которых входит более 8 УСВИ).

План работ по совершенствованию ВК СМПР СО и аппаратных средств СМПР приведен в таблице 3.

План работ по совершенствованию ВК СМПР СО и аппаратных средств СМПР

Таблица 3

№ п/п	План работ	Сроки, гг.
1	Развитие АС СИ СМПР в РДУ	
	1.1. Разработка Регламента организации доступа к АС СИ СМПР в РДУ с использованием веб-интерфейса	2016 г.
	1.2. Разработка графика организации доступа к АС СИ СМПР в РДУ с учетом количества функционирующих в операционных зонах РДУ ПТК СМПР объектов электроэнергетики	
	1.3. Организация доступа для технологического персонала РДУ к веб-интерфейсу АС СИ СМПР в соответствии с разработанным графиком	2016–2020 гг.
2	Повышение качества данных СВИ и оптимизация доставки данных	
	2.1. Разработка требований к качеству СВИ (составу, достоверности, времени доставки с учетом времени ретрансляции, допустимым потерям и т.д.)	2016 г.
	2.2. Разработка требований к реализации функции автоматической проверки качества СВИ и ее реализация в АС СИ СМПР	2016–2018 гг.
	2.3. Разработка и тестирование технических решений по уменьшению потерь on-line-данных СВИ и сокращению времени обработки данных	2017 г.
	2.4. Оптимизация в АС СИ СМПР функций запроса архивных данных	2017–2018 гг.

	2.5. Разработка регламента периодической проверки качества СВИ	
3	Оптимизация пропускной способности каналов передачи данных между объектами электроэнергетики и ДЦ с целями обеспечения оперативного получения больших объемов данных	
	3.1. Разработка методики расчета минимальной пропускной способности каналов для передачи архивных данных	2016 г.
	3.2. Реализация в протоколе IEEE C37.118.2 стандартных функций, обеспечивающих уплотнение передаваемой в режиме реального времени информации	2016–2017 гг.
4	Техническое совершенствование аппаратных средств СВИ	
	4.1. Разработка требований к регистрации параметров системы возбуждения синхронных генераторов на базе УСВИ	2016 г.
	4.2. Разработка требований к записи линейных архивов и функциональности КСВД в части: - формата записи линейных архивов; - мониторинга полноты и надежности записи архивов в ПТК СМПР объекта электроэнергетики; - реализации функции передачи архивных данных и системной информации по HTTP SOAP	
	4.3. Создание модифицированных УСВИ с функцией измерения ограниченного набора ПЭР (U, f, угол) для их установки на объекты электроэнергетики	2017–2018 гг.
	4.4. Разработка УСВИ класса Р (УСВИ с временем отклика, не превышающим 35 мс)	2018 г.
	4.5. Создание УСВИ, измеряющего угловую скорость генератора, для решения задач, связанных с определением параметров синхронных генераторов и их статических / динамических характеристик в режиме реального времени, оценкой эффективности работы устройств регулирования возбуждения и скорости и т.п.	
	4.6. Создание УСВИ с дискретизации измерений до 12 точек на периоде промышленной частоты без ухудшения динамических характеристик для их применения в системах автоматического управления	2018–2019 гг.

Перечень и основные характеристики планируемого к разработке (модификации, внедрению) программного обеспечения в ОАО «СО ЕЭС» в соответствии с планом работ по развитию и применению технологии СВИ для задач оперативно-диспетчерского управления (таблица 1) приведены в таблице 4. Целевая архитектура развития программно-аппаратных комплексов на базе СВИ в перспективе до 2020 г. приведена в приложении Г.

Характеристики программного обеспечения на базе СВИ,
запланированного к внедрению на период до 2020 г.

Таблица 4

№ п/п	Наименование	Основные функции	Уровень диспетче ризации	Режим сбора данных	Пользователи
1	ПК PhasorPoint	<ul style="list-style-type: none"> - Обработка данных СВИ; - определение параметров доминантных мод НЧК; - уведомление о факте превышения параметрами НЧК заданных пределов; - представление рассчитанных параметров НЧК в виде графика, а также в табличном виде; - визуализация результатов мониторинга НЧК на топологической карте; - идентификация источников НЧК; - мониторинг отклонений режимных параметров от установленных значений; - воспроизведение ретроспективных данных 	ИА	on-line	ИА (СВПА)
2	УПО СМСР	<ul style="list-style-type: none"> - Прием по локальной вычислительной сети информации от КСВД (УСВИ) по протоколу С37.118; - обработка массивов данных с целью определения параметров, необходимых для мониторинга АРВ и СВ; - контроль правильности функционирования АРВ и СВ; - формирование (управление формированием) линейного и аварийного архивов; - периодическая выдача информации в случае выявления возможных неисправностей в работе АРВ и СВ в АС СИ СМПР 	ИА, 5 ОДУ	on-line off-line	ИА (СВПА) ОДУ (СЭР)
3	ПО СДХН	<ul style="list-style-type: none"> - Автоматизированное определение статических и динамических характеристик нагрузки узлов энергосистемы для их использования в цифровых моделях электрических режимов. 	7 ОДУ	off-line	СЭР
4	ПО ВДП	<ul style="list-style-type: none"> - Мониторинг возникновения и развития синхронных качаний; 	ИА, 3 ОДУ,	on-line	ИА

№ п/п	Наименование	Основные функции	Уровень диспетчеризации	Режим сбора данных	Пользователи
		<ul style="list-style-type: none"> - визуализация выделения части энергосистемы на изолированную работу; - визуализация изменения динамики изменения режимных параметров, в том числе в ненаблюдаемых энергорайонах; - локализация мест технологических возмущений в энергосистеме; - мониторинг уровней напряжения; - пост-аварийный анализ технологического возмущения; - информационная поддержка проведения противоаварийных тренировок диспетчерского персонала и т.п. 	Тюменское РДУ		(ОДС, СВПА) ОДУ, РДУ (ОДС)
5	ПО МРЭ	<ul style="list-style-type: none"> - Идентификация факта выделения части энергосистемы на изолированную работу (алгоритмы); - определение границы раздела энергосистемы при выделении части энергосистемы на изолированную работу; - информационная поддержка решений по восстановлению синхронной работы энергосистемы; - информационная поддержка проведения противоаварийных тренировок диспетчерского персонала и т.п. 	ИА, 4 ОДУ	on-line	ОДС
6	СМЗУ, ЦСПА	<ul style="list-style-type: none"> - Оценивание состояния электроэнергетического режима с применением СВИ в составе комплексов СМЗУ, ЦСПА; - определение опасных сечений и максимально-допустимых перетоков с учетом работы противоаварийной автоматики 	ИА (СМЗУ), 6 ОДУ, Тюменское РДУ	on-line	ОДС, СЭР

5. Нормативно-техническое обеспечение развития технологии синхронизированных векторных измерений

Развитие современных технических средств СМПР должно осуществляться на основе российских нормативно-технических документов, определяющих технические требования к создаваемым и внедряемым на объектах электроэнергетики ЕЭС России УСВИ и КСВД, методику и объем сертификационных испытаний по их подтверждению.

В настоящее время создание СМПР на объектах электроэнергетики ЕЭС России регламентируется следующими НТД:

- ГОСТ Р 55105-2012 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования» в части критериев установки УСВИ на объектах электроэнергетики ЕЭС России и требований к организации мониторинга переходных режимов в энергосистемах для задач противоаварийного управления [2];

- ГОСТ Р 55438-2013 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации. Общие требования» в части описания принципов и порядка взаимодействия субъектов электроэнергетики при организации эксплуатации ПТК СМПР, создании новых или модернизации существующих комплексов СМПР [3];

- ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания» [4] в части требований к процессу создания ПТК СМПР на объектах электроэнергетики, включая разработку проектной документации и ввод систем в эксплуатацию.

Указанная НТД обеспечила возможность внедрения СМПР на объектах электроэнергетики ЕЭС России. В целях развития аппаратных средств СМПР и технологии СВИ в соответствии с требованиями международных стандартов IEEE C37.118.1-2011 [5], IEEE C37.118.2-2011, IEEE C37.242-2013 [6], IEEE C37.244-2013 [7], МЭК 61850-90-5 [8], а также требованиями, изложенными в настоящей Концепции, необходима разработка стандартов ОАО «СО ЕЭС»:

- «Устройства синхронизированных векторных измерений параметров электроэнергетического режима. Нормы и требования», включая методику и программу сертификационных испытаний УСВИ (2016 г.);

- «Концентраторы синхронизированных векторных данных. Нормы и требования», включая методику и программу испытаний по проверке информационного обмена между КСВД и УСВИ (2017 г.);

- «Система синхронизированных векторных измерений параметров электроэнергетического режима ЕЭС России. Нормы и требования» (2017 г.).

Разработка стандартов обеспечит включение в состав объектов сертификации системы добровольной сертификации ОАО «СО ЕЭС» УСВИ и КСВД, а также допуск органов по добровольной сертификации к выполнению процедуры сертификации внедряемых в ЕЭС России УСВИ и КСВД начиная с 2018 года.

Библиография

1. IEEE Std C37.118.2-2011 – IEEE Standard for Synchrophasor Data Transfer for Power Systems.
2. ГОСТ Р 55105-2012 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования», 01.07.2013.
3. ГОСТ Р 55438-2013 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и эксплуатации. Общие требования», 01.04.2014.
4. ГОСТ 34.601-90 «Информационная технология Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания».
5. IEEE Std C37.118.1-2011 – IEEE Standard for Synchrophasor Measurements for Power Systems.
6. IEEE Std C37.242-2013 – IEEE Guide for Synchronization, Calibration, Testing, and Installation of Phasor Measurement Units (PMUs) for Power System Protection and Control.
7. IEEE Std C37.244-2013 – IEEE Guide for Phasor Data Concentrator Requirements for Power System Protection, Control, and Monitoring.
8. IEC 61850-90-5 Communication networks and systems for power utility automation – Part 90-5: Use of IEC 61850 to transmit synchrophasor information according to IEEE C37.118.

Приложение А Описание технологии синхронизированных векторных измерений

А.1 Определение синхронизированного вектора

Сигнал основной гармоники фазного тока (напряжения)

$$x(t) = X_m(t) \cos \left(\int \omega(t) dt + \delta_0 \right)$$

может быть представлен на комплексной плоскости в виде синхронизированного вектора

$X(t) = (X_m(t)/\sqrt{2}) \cdot \exp(i \delta(t)) = (X_m(t)/\sqrt{2}) \cdot (\cos \delta(t) + i \sin \delta(t))$, где $X_m(t)/\sqrt{2}$ – модуль (амплитуда)—синхронизированного вектора, равный действующему значению рассматриваемого сигнала;

$\delta(t) = \int \omega(t) dt + \delta_0$ – фазовый угол синхронизированного вектора, равный углу между основной гармоникой фазного тока (напряжения) и условной косинусоидой промышленной частоты, фаза которой равна нулю при смене секунд UTC (рисунок 1). Область определения фазового угла принимается $[-\pi, +\pi]$ радиан;

$\omega(t)$ – круговая частота синхронизированного вектора.

Примечание.

- 1) $\delta = 0$ рад – в момент, когда максимальное значение сигнала приходится на смену секунды по UTC;
- 2) $\delta = -\frac{\pi}{2}$ рад – в момент, когда переход сигнала из отрицательной области оси ординат в положительную приходится на смену секунды по UTC.

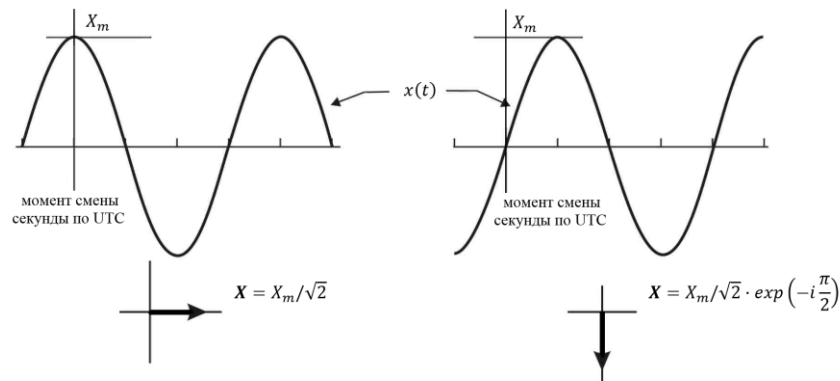


Рисунок 1. Представление синхронизированного вектора

Определим функцию разности фактической и номинальной частоты:

$$g(t) = f(t) - f_0$$

Тогда сигнал основной гармоники фазного тока (напряжения) выражается следующим образом:

$$x(t) = X_m(t) \cos \left(2\pi \int f(t) dt + \delta_0 \right)$$

$$x(t) = X_m(t) \cos \left(2\pi f_0 t + \left(2\pi \int g(t) dt + \delta_0 \right) \right)$$

Представление сигнала в виде синхронизированного вектора (рисунок 2).

$$\mathbf{X}(t) = (X_m(t)/\sqrt{2}) \cdot \exp \left(i \left(2\pi \int g(t) dt + \delta_0 \right) \right)$$

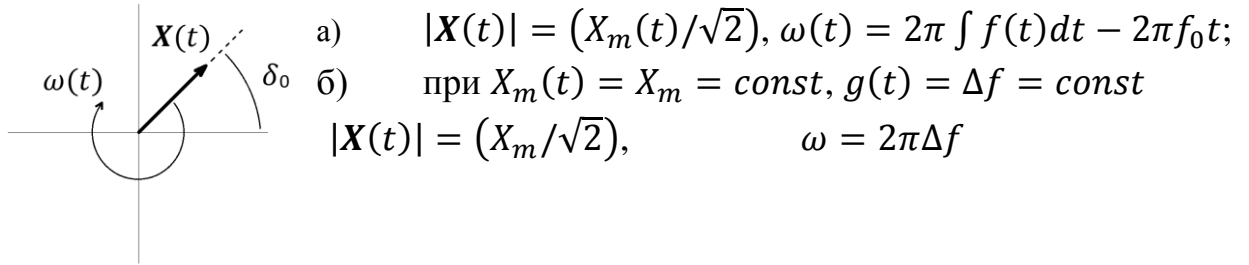


Рисунок 2. Вращение синхронизированного вектора при частоте, отличной от номинальной

Примечание.

Для случая $X_m(t) = X_m = \text{const}$, $g(t) = \Delta f = \text{const}$ синхронизированный вектор принимает вид:

$$\mathbf{X}(t) = (X_m/\sqrt{2}) \cdot \exp(i(2\pi \Delta f t + \delta_0))$$

Измерения сигнала производятся для моментов времени $\{0, T_0, 2T_0, 3T_0, \dots, nT_0, \dots\}$, где $T_0 = 1/f_0$. Соответствующие им векторные представления $\{\mathbf{X}_0, \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \mathbf{X}_3, \dots, \mathbf{X}_n, \dots\}$ изменяют свой фазовый угол в диапазоне $[-\pi, +\pi]$ равномерно с шагом $2\pi \Delta f T_0$ (рисунки 3, 4).

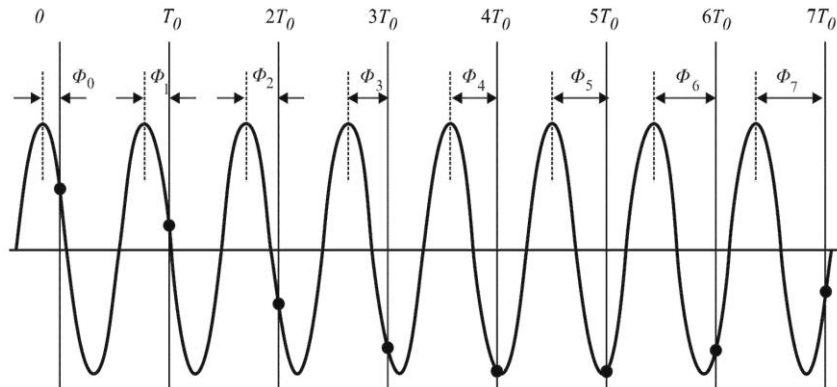


Рисунок 3. Изменение фазового угла синхронизированного вектора при $f_0 < f < 2f_0$

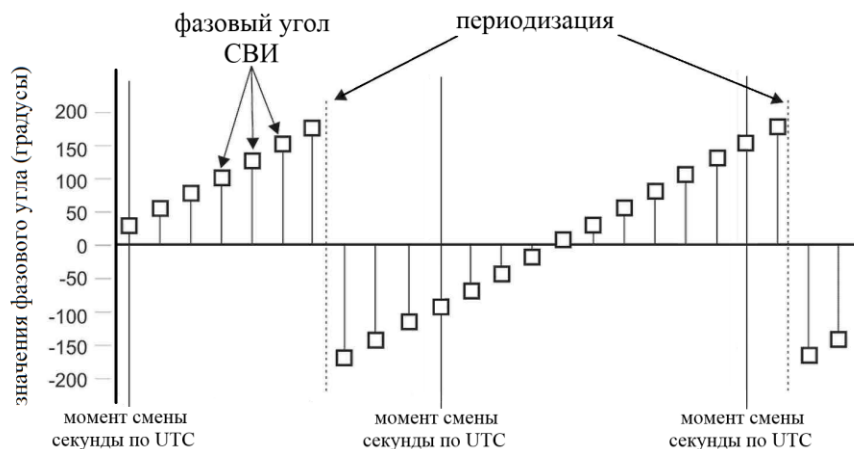


Рисунок 4. Периодизация фазового угла при $f_0 < f < 2f_0$

А.2 Принципы реализации технология синхронизированных векторных измерений

Технология СВН реализуется на основе следующих принципов:

- измерение мгновенных значений фазных токов и напряжений с дискретностью более 128 точек за период промышленной частоты, вычисление СВН от 1 и более раз на периоде промышленной частоты с привязкой к меткам единого времени с точностью 1 мкс;
- сбор и обработка в режиме реального времени данных СВН с объектов электроэнергетики в ВК СМЭР СО;
- разработка и функционирование на базе СВН расчетных алгоритмов, обеспечивающих в требуемом временном интервале визуализацию динамики изменения ПЭР, идентификацию технологических нарушений и некорректной работы энергетического оборудования, мониторинг низкочастотных колебаний с определением их параметров и уровня опасности, оценивание состояния электрического режима, определение параметров схемы замещения оборудования, диагностику неисправностей систем регулирования и т.п.

Точная синхронизация, высокая дискретизация, малое время отклика измерений, а также измерение параметров синхронизированного вектора при частоте, отличной от номинальной, предоставляют возможность определения и мониторинга динамических свойств энергосистемы как объекта управления.

А.3 Структура кадра данных С37.118.2011 и расчет пропускной способности канала передачи данных синхронизированных векторных измерений

А.3.1. Структура кадра данных С37.118.2011

Для расчета пропускной способности канала передачи данных СВИ необходимо учитывать объем передаваемых СВИ и частоту передачи данных.

Кадр С37.118.1 может быть передан в протоколах TCP/IP или UDP/IP, которые в свою очередь передаются по Ethernet Type II. При расчете пропускной способности канала передачи данных необходимо учитывать информацию всех уровней протоколов.

Для протокола UDP/IP необходимо предусматривать запас пропускной способности канала в размере 4 % от теоретического.

Для протокола TCP/IP необходимо предусматривать запас пропускной способности канала в размере 10 % от теоретического.

Структура кадра С37.118-2011 приведена в таблице.

Структура кадра С37.118-2011

Таблица А.1

п/п	Поле	Размер поля, байт		Описание
1	SYNC	2		Байты синхронизации и типа кадра
2	FRAME SIZE	2		Количество байт в кадре
3	IDCODE	2		Идентификационный код УСВИ (КСВД)
4	SOC	4		Целочисленная часть метки времени
5	FRACSEC	4		Нецелочисленная часть метки времени и описатель качества времени
6	STAT	2		Биты состояния УСВИ
7	PHASORS	4(фт) 8(пт)	x N _{СВИ}	Синхронизированные векторы в формате с фиксированной или плавающей точкой
8	FREQ	2(фт) 4(пт)		Частота в формате с фиксированной или плавающей точкой
9	DFREQ	2(фт) 4(пт)		Скорость изменения частоты в формате с фиксированной или плавающей точкой
10	ANALOG	4(фт) 8(пт)	x N _A	Аналоговые величины в формате с фиксированной или плавающей точкой
11	DIGITAL	2 x N _д		Дискретные значения
Повтор полей 6–11 по количеству PMU				
N	CHK	2		Контрольная сумма

А.3.2. Пример расчета пропускной способности канала

А.3.2.1. Заданные условия

От КСВД передаются СВИ от 4 УСВИ по протоколу UDP: 6 синхронизированных векторов и частота в формате с плавающей точкой (float).

Расчет размера кадра C37.118-2011 на прикладном уровне

Таблица А.2

п/п	Поле	Размер поля, байт	Описание
1	SYNC	2	Байты синхронизации и типа кадра
2	FRAMESIZE	2	Количество байт в кадре
3	IDCODE	2	Идентификационный код КСВД
4	SOC	4	Целочисленная часть метки времени
5	FRACSEC	4	Нецелочисленная часть метки времени и описатель качества времени
6	STAT	2	Биты состояния УСВИ
7	PHASORS	48	6 синхронизированных векторов в формате с плавающей точкой
8	FREQ	4	Частота в формате с плавающей точкой
9	DFREQ	4	Скорость изменения частоты в формате с плавающей точкой
10	STAT	2	Биты состояния УСВИ
11	PHASORS	48	6 синхронизированных векторов в формате с плавающей точкой
12	FREQ	4	Частота в формате с плавающей точкой
13	DFREQ	4	Скорость изменения частоты в формате с плавающей точкой
14	STAT	2	Биты состояния УСВИ
15	PHASORS	48	6 синхронизированных векторов в формате с плавающей точкой
16	FREQ	4	Частота в формате с плавающей точкой
17	DFREQ	4	Скорость изменения частоты в формате с плавающей точкой
18	STAT	2	Биты состояния УСВИ
19	PHASORS	48	6 синхронизированных векторов в формате с плавающей точкой
20	FREQ	4	Частота в формате с плавающей точкой
21	DFREQ	4	Скорость изменения частоты в формате с плавающей точкой
22	CHK	2	Контрольная сумма
Итого: 248 байт			

Расчет размера кадра Ethernet Type II

Таблица А.3

Протокол, информация	Количество байт
Ethernet II заголовок	14

IP	8
UDP	12
C37.118-2011	248
Ethernet II, контрольная сумма	4
Итого:	286

Для передачи кадров данных по 286 байт с частотой 50 с^{-1} требуется канал:

$286 \text{ байт} * 8 \text{ бит/байт} * 50 \text{ с}^{-1} * 104 \% = 118976 \text{ бит/с} \approx 128 \text{ кбит/с}.$

Приложение Б Требования к устройствам и программно-техническим комплексам СМПР

Б.1. Устройства синхронизированных векторных измерений

Основным назначением УСВИ является выполнение СВИ с нормированной точностью и заданной дискретизацией. УСВИ является измерительным элементом нижнего уровня ПТК СМПР объекта электроэнергетики либо отдельно функционирующим устройством, обеспечивающим передачу СВИ в вышестоящие узлы СМПР ЕЭС России, а также в АСУ ТП объектов электроэнергетики.

УСВИ может быть реализовано как отдельное устройство или как отдельная функция в многофункциональном устройстве. В зависимости от настроек и реализованных в устройстве алгоритмов, УСВИ подразделяются на следующие классы точности:

- УСВИ класса Р для применения в составе локальных систем автоматического управления или для задач, требующих минимального времени отклика УСВИ;
- УСВИ класса М для установки на присоединениях ЛЭП и генераторов с целью их применения в задачах мониторинга и задачах, допускающих время отклика УСВИ более 35 мс.

Внутренние часы УСВИ должны быть синхронизированы с сигналами точного времени, ретранслируемыми с глобальных навигационных спутниковых систем (ГЛОНАСС, GPS), с точностью не хуже 1 мкс. Первичным источником синхронизации внутренних часов УСВИ (эталонным генератором) в сети синхронизации должна являться антенна-приемник ГЛОНАСС/GPS. Архитектура построения сети синхронизации времени должна быть иерархической с первичным эталонным генератором на первом уровне иерархии и обеспечивать надежную и непрерывную передачу синхронизирующих импульсов времени (эталонных сигналов синхронизации) в УСВИ.

В состав каждого кадра УСВИ должна быть включена метка времени UTC, соответствующая времени измерения и присваиваемая с дискретностью 1 мс. Метка времени, идентифицирующая момент времени измерения синхронизированных векторов тока и напряжения, должна соответствовать середине окна наблюдения УСВИ, где окно наблюдения УСВИ является относительно малым интервалом времени, на котором производится обработка мгновенных значений тока и напряжения и расчет синхронизированных векторов тока и напряжения.

УСВИ в зависимости от места установки, заданной конфигурации и реализованного функционала в непрерывном режиме и независимо от выполнения других функций опционально выполняет измерения следующих параметров:

- синхронизированные векторы фазных напряжений (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение фазного напряжения (U_a , U_b , U_c), а

аргументом соответствующий абсолютный угол напряжения (δ_{Ua} , δ_{Ub} , δ_{Uc});

- синхронизированные векторы фазных токов (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение силы переменного тока (I_a , I_b , I_c), а аргументом соответствующий абсолютный угол тока (δ_{Ia} , δ_{Ib} , δ_{Ic});

- частота напряжения переменного тока (f_a , f_b , f_c);

и расчет параметров:

- скорость изменения частоты (df_a/dt , df_b/dt , df_c/dt);

- линейное напряжение (U_{ab} , U_{bc} , U_{ca});

- активная, реактивная и полная мощность (P , P_a , P_b , P_c , Q , Q_a , Q_b , Q_c , S , S_a , S_b , S_c);

- угол нагрузки (ϕ , ϕ_a , ϕ_b , ϕ_c);

- синхронизированный вектор напряжения прямой последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение напряжения прямой последовательности (U_1), а аргументом абсолютный угол U_1 (δ_{U1});

- синхронизированный вектор напряжения обратной последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение напряжения обратной последовательности (U_2), а аргументом абсолютный угол U_2 (δ_{U2});

- синхронизированный вектор напряжения нулевой последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение напряжения нулевой последовательности (U_0), а аргументом абсолютный угол U_0 (δ_{U0});

- синхронизированный вектор тока прямой последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение силы тока прямой последовательности (I_1), а аргументом абсолютный угол I_1 (δ_{I1});

- синхронизированный вектор тока обратной последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение силы тока обратной последовательности (I_2), а аргументом абсолютный угол I_2 (δ_{I2});

- синхронизированный вектор тока нулевой последовательности (модуль и аргумент), где модулем является действующее значение силы тока нулевой последовательности (I_0), а аргументом абсолютный угол I_0 (δ_{I0}).

При необходимости измерения параметров системы возбуждения в УСВИ или в отдельном выносном модуле, подключаемом к УСВИ по коммуникационному интерфейсу, должна быть реализована функция измерения следующих параметров:

- напряжение обмотки возбуждения генератора (U_f);

- ток обмотки возбуждения генератора (I_f).

Б.2. Требования к функционалу УСВИ

В УСВИ должны быть реализованы следующие функции:

- выполнение с установленным временем отклика измерений параметров электроэнергетического режима на определенном интервале времени с нормированной точностью в зависимости от условий работы;

- синхронизация внутренних часов УСВИ с глобальными навигационными системами с точностью не хуже 1 мкс;
- включение в каждый кадр данных метки времени, привязанной к времени UTC;
- формирование на каждом установленном интервале времени набора (кадра) данных, включающего информацию о синхронизированных векторах токов и напряжений и параметрах электроэнергетического режима в соответствии с заданной конфигурацией;
- передача с высокой частотой дискретизации данных на верхние уровни иерархии;
- формирование и периодическая передача кадров описания и конфигурации;
- формирование и периодическая передача / прием кадров управления;
- многоадресная передача данных;
- многопоточная передача данных;
- самодиагностика и установка в каждый кадр признака недостоверности данных.

В УСВИ в зависимости от модификации и проектных решений могут быть реализованы следующие дополнительные функции:

- передача данных с настраиваемой частотой дискретизации;
- передача информации о сигналах срабатывания РЗА, положения коммутационной аппаратуры в соответствии с заданной конфигурацией;
- поддержка коммуникационных протоколов TCP/IP, UDP/IP;
- настройка состава передаваемой в режиме реального времени информации;
- настройка формата передаваемых данных;
- идентификация пусковых условий и запись аварийных архивов (при реализации записи аварийных архивов в УСВИ);
- выдача команд управления на исполнительные органы;
- возможность регистрации и передачи дискретных сигналов.

Б.3. Концентраторы синхронизированных векторных данных

КСВД является отдельным элементом СМПП ЕЭС России, основными технологическими функциями которого являются прием, передача и управление данными СВИ, аналоговыми и дискретными сигналами, получаемыми от УСВИ, других КСВД и автоматизированных систем. КСВД по принадлежности к уровню иерархии подразделяются на локальные (уровень объекта), среднего уровня (корпоративные), верхнего уровня (уровень диспетчерского центра).

Основной принцип работы КСВД заключается в приеме одного или нескольких

потоков данных СВИ, аналоговых и дискретных величин, их обработке по заданному алгоритму и последующей передаче на более высокий уровень иерархии, в автоматизированную систему или приложение, функционирующее на основе СВИ.

Основными функциями КСВД является обмен (прием и передача) данными СВИ в различных режимах работы, управление данными (агрегирование и модификация данных, запись архивов в долговременную память), мониторинг функционирования работы системы на своем уровне иерархии, мониторинг выполнения своих функций.

Б.4. Требования к функционалу КСВД

В КСВД должны быть реализованы следующие функции:

- прием данных (от 1..N) УСВИ (по протоколам – IEEE C37.118-2005, IEEE C37.118.2-2011 и IEC 61850-90-5);
- пересылка данных (без выравнивания по времени и без промежуточной обработки данных);
- агрегирование принимаемых данных с выравниванием по времени;
- выравнивание принимаемых данных в соответствии с метками времени (по абсолютному или относительному времени);
- поддержка режима многоадресного вещания;
- поддержка режима передачи различных потоков данных по нескольким направлениям (по различным протоколам, с различной дискретизацией, с различными настройками и т.п.);
- обработка данных с минимальными задержками времени;
- модификация данных:
 - изменение формата данных;
 - изменение частоты дискретизации данных;
 - дорасчет данных:
 - изменение амплитуды значений в соответствии с заданными коэффициентами;
 - изменение фазы напряжений (токов);
 - расчет интегральных величин в соответствии с заданными алгоритмами;
- выборочная пересылка данных (по заданному условию);
- генерирование выходных потоков данных без прерывания передачи и перезагрузки устройства;
- управление конфигурацией;
- конфигурирование потоков данных через программный интерфейс извне;
- буферизация данных;
- доступ к архивным данным через программный интерфейс извне;
- расчет статистики и самодиагностика концентраторов (количество принятых и потерянных пакетов, количество недостоверных данных по каждому

потоку и т.п.);

- подтверждение подлинности данных (проверка данных на достоверность по ряду критериев):
 - достоверность по времени (наличие сигнала времени);
 - проверка формата сообщений (проверка в кадрах данных место расположения и размер каждого информационного поля);
- интеграция потоков данных в любых необходимых комбинациях (операции с избыточными / дублирующими данными);
- создание кольцевых линейных архивов в соответствии с заданными критериями;
- создание аварийных архивов в соответствии с заданными критериями;
- сбор информации о сигнальных ситуациях;
- обмен сообщениями с УСВИ и концентраторами;
- обеспечение информационной безопасности.

Б.5. Требования к программно-техническим комплексам объектов электроэнергетики

ПТК СМПР, устанавливаемые на объектах электроэнергетики ЕЭС России, должны соответствовать следующим требованиям:

1. Общие требования

1.1. Программно-технический комплекс системы мониторинга переходных режимов объекта электроэнергетики (далее ПТК СМПР) предназначен для регистрации СВИ и их передаче в программные комплексы объекта электроэнергетики для мониторинга режимов работы технологического оборудования и в ДЦ с целью применения в задачах оперативно-диспетчерского управления.

1.2. Решение об установке УСВИ на других присоединениях должно приниматься с учетом требований ГОСТ Р 55105-2012 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Нормы и требования» и согласовываться с ОАО «СО ЕЭС».

1.3. УСВИ в составе ПТК СМПР на электростанциях установленной мощностью 500 МВт и более устанавливаются на следующих присоединениях:

- на отходящих линиях высшего и среднего классов напряжения;
- на турбогенераторах АЭС и ТЭС мощностью 200 МВт и более;
- на гидрогенераторах мощностью 100 МВт и более;
- на генераторах единичной мощностью 60 МВт и более, входящих в состав парогазовых установок.

2. Требования к функциям ПТК СМПР и составу информации

2.1. ПТК СМПР должен функционировать в непрерывном круглосуточном режиме, осуществлять измерение и регистрацию СВИ, синхронизированных с помощью сигналов единого точного времени глобальных навигационных систем.

2.2. Точность синхронизации измерений ПТК СМПР от глобальных навигационных спутниковых систем должна быть не хуже 1 мкс.

2.3. Все зарегистрированные в ПТК СМПР параметры должны иметь метки единого астрономического времени, присваиваемые с дискретностью 1 мс.

2.4. В ПТК СМПР должен быть реализован функционал КСВД (программно или аппаратно), обеспечивающий:

- автоматический сбор СВИ в режиме реального времени;
- оптимизацию трафика при передаче данных СВИ в ДЦ в режиме реального времени (on-line) по протоколу IEEE C37.118.2 с циклом передачи данных 50 раз в секунду в согласованном с ОАО «СО ЕЭС» объеме;
- автоматическое формирование и хранение долгосрочного линейного архива с глубиной хранения не менее 180 суток в следующем составе: U_a , δ_{Ua} , U_b , δ_{Ub} , U_c , δ_{Uc} , I_a , δ_{Ia} , I_b , δ_{Ib} , I_c , δ_{Ic} , f_a , f_b , f_c ;
- передачу данных в режиме «по запросу» по протоколу ftp (НТТР) всего объема зарегистрированных параметров;
- возможность обмена технологической информацией с подсистемами АСУ ТП объекта электроэнергетики;
- обмен конфигурационной информацией с АС СИ СМПР ОАО «СО ЕЭС».

2.5. Определение характеристик работы КСВД энергообъекта (формирование кадра с передаваемой информацией, определение цикличности передачи) производится на стадии разработки проектной и рабочей документации и подлежит согласованию ОАО «СО ЕЭС».

2.6. ПТК СМПР должен включать в свой состав программно-технические средства, позволяющие проводить его конфигурирование силами местного персонала.

2.7. ПТК СМПР в целом и все виды его обеспечения должны допускать возможность наращивания технических средств и программного обеспечения при изменениях в составе объекта автоматизации, а также при увеличении числа измеряемых (передаваемых) параметров без вывода из постоянной эксплуатации развернутых компонентов.

2.8. Должны быть реализованы технические решения, обеспечивающие возможность использования данных СМПР в качестве замещающей информации в АСУ ТП объекта электроэнергетики.

3. Требования к каналам передачи данных

3.1. Для обеспечения обмена технологической информацией между ПТК СМПР и узлом АС СИ СМПР соответствующего ДЦ должны быть организованы два

независимых канала передачи данных необходимой пропускной способности, величину которой необходимо подтвердить расчетом.

3.2. При использовании существующих каналов связи необходимо обеспечить передачу данных без ухудшения качества передачи ранее организованного по ним информационного обмена технологической информацией.

4. Требования к системе обеспечения единого времени

4.1. В состав ПТК СМПР должна входить система обеспечения единого времени (далее СОЕВ), предназначенная для синхронизации часов (таймеров) всех вычислительных средств комплекса. СОЕВ должна настраиваться по сигналам точного времени глобальных навигационных спутниковых систем. СОЕВ также должна обеспечивать прием сигналов PPS от навигационных систем GPS и ГЛОНАСС и передачу этих сигналов каждому УСВИ.

4.2. В процессе синхронизации должны выполняться:

- периодическая рассылка сигналов точного времени;
- подстройка локального времени терминалов к общесистемному времени;
- контроль работоспособности устройств СОЕВ.

4.3. Режим эксплуатации УСВИ без внешней синхронизации от СОЕВ не допускается.

5. Требования к организации питания

5.1. Питание оборудования ПТК СМПР должно осуществляться от сети постоянного оперативного тока (с использованием инверторов при необходимости) либо от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

5.2. Для защиты от кратковременных перерывов питания (время переключения АВР) и защиты от сетевых помех для технических средств верхнего уровня должен быть предусмотрен источник бесперебойного питания.

5.3. Организация электропитания должна полностью исключать возможность полного выхода ПТК СМПР из строя вследствие отдельных неисправностей или ремонта элементов сети электропитания.

6. Требования к измерительным цепям тока и напряжения

6.1. Класс точности измерительных трансформаторов тока и напряжения должен быть не хуже 0,5. Измерительные трансформаторы должны соответствовать требованиям ПУЭ по классу напряжения, электродинамической и термической стойкости, климатическому исполнению, не допускается применение промежуточных трансформаторов тока. Во всех эксплуатационных режимах необходимо не допускать перегрузку измерительных трансформаторов.

6.2. При выборе типа и сечения применяемых кабелей и проводов следует руководствоваться требованиями ПУЭ (глава 3.4), а также нагрузкой вторичных цепей и условиями по падению напряжения во вторичных цепях напряжения.

6.3. Подключение УСВИ следует осуществлять:

- в цепи основной измерительной обмотки ТН через блоки/коробки испытательные (БИ/КИ) с возможностью снятия напряжения с цепей УСВИ путем извлечения крышки блока (создания видимого разрыва) и с обеспечением перевода питания цепей напряжения от разных систем шин, при соответственном переводе присоединения с одной на другую систему шин;
- к вторичным измерительным обмоткам трансформаторов тока через БИ/КИ с возможностью отключения УСВИ от цепей тока без отключения присоединения в целом или подключения контрольного прибора.

7. Требования к защите информации от несанкционированного доступа

7.1. ПО ПТК СМПР должно быть защищено от несанкционированного доступа стандартными средствами безопасности, предоставляемыми на уровне операционной системы серверов, автоматизированных рабочих мест технолога, инженерных пультов, при помощи имен и паролей на право входа в сеть и систему.

7.2. Изменения базы данных прикладного ПО должно выполняться только в режиме санкционированного доступа с регистрацией времени доступа и имени (идентификатора) пользователя, получившего такой доступ.

7.3. Права доступа и обязанности каждого пользователя ПТК СМПР на уровень приложений прикладного ПО определяются в процессе выполнения проекта в соответствии с должностными инструкциями пользователей и реализуются путем задания для каждого пользователя соответствующих уровней доступа по всем группам операций.

7.4. Оборудование ПТК СМПР, так и автоматизированные рабочие места технолога, инженерных пультов и т.д. должны быть защищены от вредоносного кода путем установки и настройки средств антивирусной защиты.

7.5. Должна быть обеспечена регистрация действий пользователей с ПО ПТК СМПР как на оборудовании ПО ПТК СМПР, так и на автоматизированных рабочих местах технолога, инженерных пультов и т.д.

8. Требования к метрологическому обеспечению

8.1. УСВИ, входящие в состав ПТК СМПР, должны быть внесены в Государственный реестр средств измерений Российской Федерации и иметь действующее свидетельство о поверке.

8.2. Метрологические характеристики ПТК СМПР должны определяться характеристиками УСВИ, входящих в состав комплекса, и влияющих на результаты и погрешности измерений. Метрологическая поверка УСВИ должна производиться в соответствии с Методикой поверки УСВИ.

9. Тестирование и самодиагностика компонентов ПТК СМПР

9.1. В ПТК СМПР должна быть реализована подсистема самодиагностики. Диагностирование системы в целом и ее отдельных компонентов должно

выполняться непрерывно и автоматически в течение всего времени работы во всех эксплуатационных режимах.

9.2. На всех уровнях ПТК СМПР должен иметь следующие встроенные функции контроля работоспособности и диагностирования неисправностей:

- автоматическую проверку работоспособности (контроль, диагностика, тестирование) и обнаружение отказов оборудования;
- визуальное отображение диагностической информации;
- сигнализацию о возникновении отказов и результатах проверок работоспособности;
- автоматическую регистрацию событий.

9.3. Диагностирование комплекса в целом и его отдельных компонентов должно выполняться автоматически в течение всего времени работы во всех эксплуатационных режимах с возможностью отображения состояния компонентов комплекса и передачи результатов диагностики по протоколу МЭК 870-5-104. В объем диагностируемых средств должны входить: УСВИ, КСВД, устройства СОЕВ, средства коммуникаций, программное обеспечение, подсистема питания. Основная диагностическая информация о состоянии комплекса должна прописываться в соответствующих log-файлах.

10. Требования к приемке ПТК СМПР

10.1. ПТК СМПР должен пройти следующие виды испытаний:

- предварительные комплексные испытания;
- опытную эксплуатацию;
- приемочные испытания.

10.2. К приемке в эксплуатацию должен быть предъявлен комплект ПТК, включающий:

- комплекс технических средств (КТС), смонтированных и соединенных в соответствии с рабочими чертежами монтажа КТС и подготовленных к эксплуатации с сервисной аппаратурой и инструментами для обслуживания;
- эксплуатационную документацию, содержащую все сведения о ПТК и системе, необходимые для освоения ПТК и обеспечения его нормальной эксплуатации;
- программное обеспечение в виде программ и сопровождающей его документации;
- техническую документацию для службы эксплуатации ПТК и перечень необходимых технических средств для оснащения этих служб;
- ЗИП, приборы и устройства для проверки работоспособности и наладки технических средств.

10.3. Проектная документация, программы по проведению испытаний ПТК СМПР и акт готовности ПТК к вводу в промышленную эксплуатацию должны быть согласованы с ОАО «СО ЕЭС».

10.4. К моменту сдачи ПТК СМПР в опытную эксплуатацию в подразделениях энергообъекта должны быть назначены специалисты, ответственные за внедрение и эксплуатацию системы. Численность, квалификация и режим работы обслуживающего персонала ПТК СМПР должны удовлетворять условию поддержания непрерывной бесперебойной работы, а также быстрому устранению неисправностей всех средств, входящих в состав ПТК СМПР.

Приложение В Описание и технические характеристики АС СИ СМПР и ВК СМПР СО

В.1. Принципы построения АС СИ СМПР

1. Система обмена СВИ должна быть распределенной и состоять из двух уровней:

- верхний уровень располагается в ГДЦ;
- нижний уровень располагается в ДЦ, в которых происходит непосредственный сбор данных с объектов электроэнергетики;

а также использовать:

- веб-сервисы и REST веб-сервисы с json-интерфейсом в качестве формата взаимодействия с внешними системами для передачи данных в режиме off-line (нормативно-справочной информации и архивных данных);
- оптимальные транспортные протоколы, обеспечивающие минимальные потери данных с учетом соблюдения допустимых временных задержек.

2. Информационный обмен в СМПР ЕЭС России организован следующим образом:

- в части off-line данных – на уровне объектов электроэнергетики производится запись архивов в объеме требований ОАО «СО ЕЭС», доступ к которым производится по запросу из узла АС СИ СМПР любого уровня иерархии;
- в части on-line данных:
 - хранение СВИ осуществляется на уровне узла АС СИ СМПР РДУ (ОДУ, ГДЦ) в соответствии с настройками системы;
 - ретрансляция СВИ на верхний уровень производится через узлы нижнего уровня АС СИ СМПР по подписке, при этом должна быть предусмотрена возможность начала и остановки передачи данных по инициативе узла-подписчика;
- между любыми узлами АС СИ СМПР предусмотрен прямой обмен данными по технологии мультисервисной сети связи;
- время обработки СВИ узлом АС СИ СМПР, в том числе с учетом накладных расходов на прием и отправку по протоколу IEEE C37.118-2011, не превышает 100 мс.

3. Система хранения СВИ обеспечивает:

- хранение собранных данных в узлах нижнего уровня АС СИ СМПР для ускорения повторного доступа;
- сжатие данных при передаче архивов;
- минимальную задержку при обработке и ретрансляции;
- использование внешних дисковых хранилищ при хранении больших объемов СВИ;
- масштабируемость и высокую доступность данных.

4. Серверная инфраструктура должна позволять развертывание необходимого количества виртуальных серверов с определенными требованиями к аппаратному обеспечению. При этом должно обеспечиваться отказоустойчивое функционирование виртуальных серверов и физических систем хранения данных. Должна быть предусмотрена возможность масштабирования аппаратных ресурсов виртуальных серверов.

Для передачи СВИ используются следующие протоколы передачи данных:

- в режиме on-line для циклической передачи данных – IEEE C37.118.2-2011;
- в режиме off-line для передачи архивных файлов – FTP и HTTP SOAP;

В.2. Требования к протоколам передачи синхронизированных векторных измерений

В качестве протокола транспортного уровня при передаче сообщений в формате IEEE C37.118.2 в сети передачи данных с IP-адресацией предусматривается использование протокола UDP и TCP.

В.3. Требования к каналам передачи данных

В качестве основных средств связи должны использоваться цифровые каналы передачи данных. Цифровые каналы связи могут организовываться в системах передачи информации, работающих по волоконно-оптическим, кабельным линиям связи с металлическими жилами, радиорелейным линиям, системам ВЧ-связи по ВЛ с цифровой обработкой сигналов, а также в комбинированных трактах на их основе.

Для передачи информации по цифровым каналам связи могут использоваться различные технологии, основанные на временном разделении каналов и пакетной коммутации.

Для организации каналов связи должна использоваться технологическая сеть субъектов электроэнергетики, а также телекоммуникационные ресурсы операторов связи.

Для передачи СВИ для задач мониторинга в качестве одного из каналов связи допускается использование спутниковых каналов, если эти каналы обеспечивают требования по надежности и времени передачи информации.

Требования к каналам передачи данных определяются индивидуально для конкретного присоединения в зависимости от количества установленных УСВИ, состава передаваемой информации и цикличности сбора данных.

Пример расчета пропускной способности канала при передаче данных по протоколу IEEE C37.118.2 приведен в приложении А.5.

В.4. Требования к защите информации от несанкционированного доступа

Защита информации от несанкционированного доступа в АС СИ СМГР осуществляется следующим образом:

- аутентификация с использованием учетных записей из Microsoft Active Directory;
- регистрация действий в журналах;
- разграничение доступа к данным по ролям;
- совместимость со средствами антивирусной защиты, применяемыми в ОАО «СО ЕЭС»;
- информационный обмен регулируется средствами межсетевого экранирования.

В.5. Перечень подсистем и назначение компонентов АС СИ СМНР

Модуль	Назначение
Подсистема хранения	
База данных реального времени (БДРВ – AHistorian)	Хранение и представление оперативной информации о значениях измерений на текущий момент времени ¹
Архив данных измерений (АДТ)	Хранение и представление архивной информации о значениях измерений за необходимый промежуток времени
Хранилище конфигурации модулей (ХКМ)	Хранение и представление информации отдельных компонентов системы
Подсистема приема-передачи данных	
Адаптер протокола С37.118 (АП С37)	Обеспечение приема потока данных по протоколу С37.118-2011
Адаптер файлового протокола (АФП)	Разбор архивных данных различных форматов
Адаптер протокола МЭК-104 (АП МЭК-104)	Обеспечение приема потока данных по протоколу МЭК-104
on-line-транспорт	Ретрансляция данных on-line, полученных из других ДЦ
Подсистема транспортного шлюзования	
Шлюз интеграции с FTP (ШИ FTP)	Обеспечение возможности получения файлов по протоколу FTP
Шлюз интеграции с	Обеспечение возможности приема и передачи данных через

1 — В более ранних версиях системы хранение измерений производится в БДРВ СК-2007. БДРВ СК-2007 обеспечивает механизм автоматической передачи данных в долгосрочное хранилище — архив данных измерений (АДТ), реализованный на базе комплекса СК-2007. Выгрузка в архив осуществляется внутренними механизмами СК-2007. В будущем планируется полностью принимать и сохранять данные в базе данных реального времени AHistorian, где структура хранения данных выполнена в виде временных серий данных по каждому телеизмерению с разбивкой на временные промежутки длительностью в 1 час. В базе данных существуют два вида индексации: каждая временная серия данных индексируется по телеизмерению, а внутри серии данные индексируются по времени.

Модуль	Назначение
КИТС (ШИ КИТС)	Корпоративную интеграционно-транспортную систему на основе IBM WebSphere MQ
Шлюз интеграции с SCADA (ШИ SCADA)	Выборочная передача оперативных данных измерений в ОИК СК-2007
Подсистема визуализации данных	
АРМ технолога	Графический интерфейс технолога для визуализации данных и управления запросами измерений
Веб-сервер	просмотр, анализ данных, их экспорт в файлы формата CSV

В.6. Архитектура вычислительного комплекса СМПР ОАО «СО ЕЭС»

Общая структурная схема развертывания СМПР ЕЭС России (ПТК СМПР, АС СИ СМПР в составе ВК СМПР СО) приведена на рисунок В.1.

Диаграмма передачи синхронизированных векторных измерений в режиме реального времени приведена на рисунок В.2.

Диаграмма передачи синхронизированных векторных измерений в режиме «по запросу» приведена на рисунок В.3.

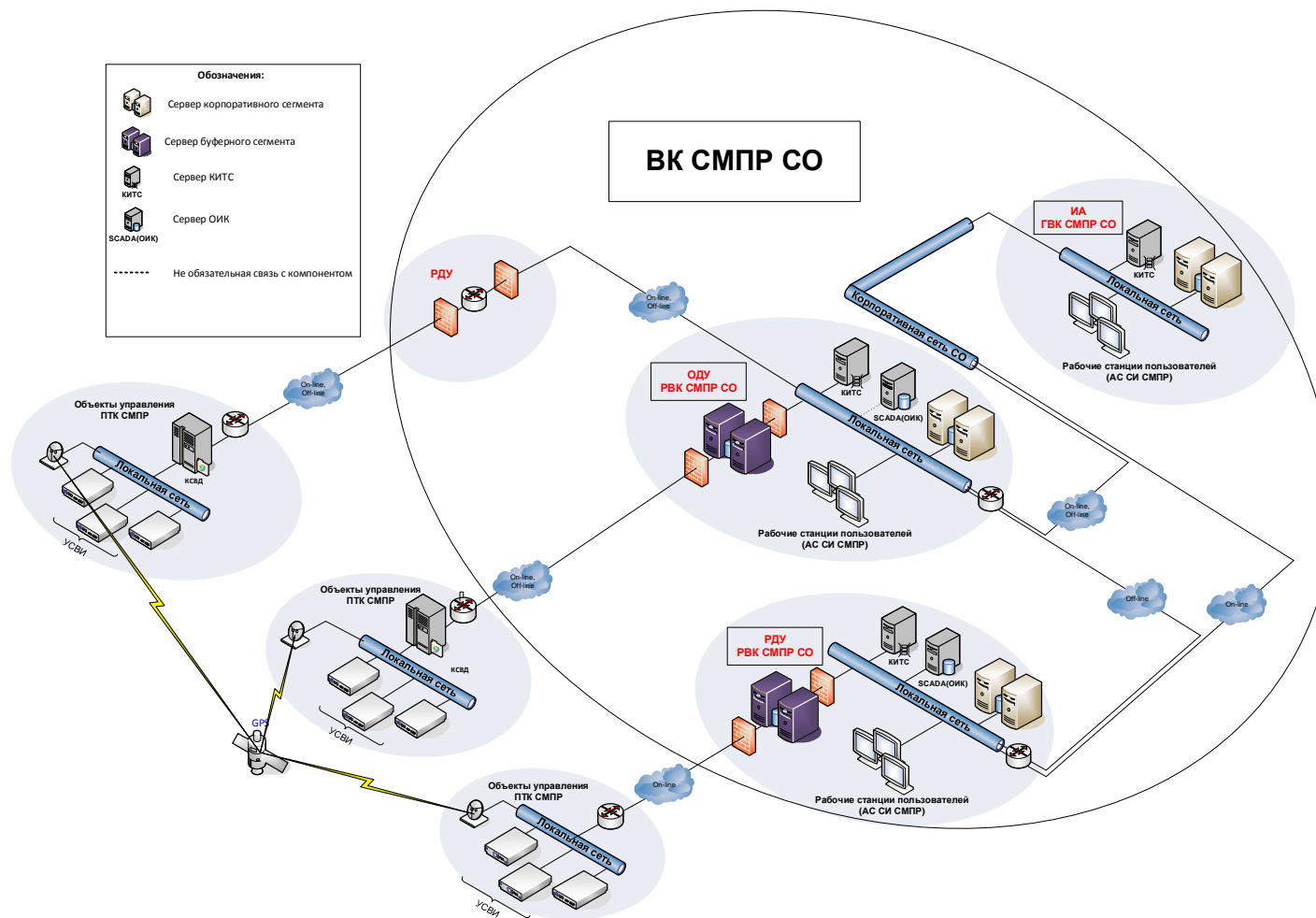


Рисунок В.1. Общая структурная схема развертывания СМПР ЕЭС России (ПТК СМПР, АС СИ СМПР в составе ВК СМПР СО)

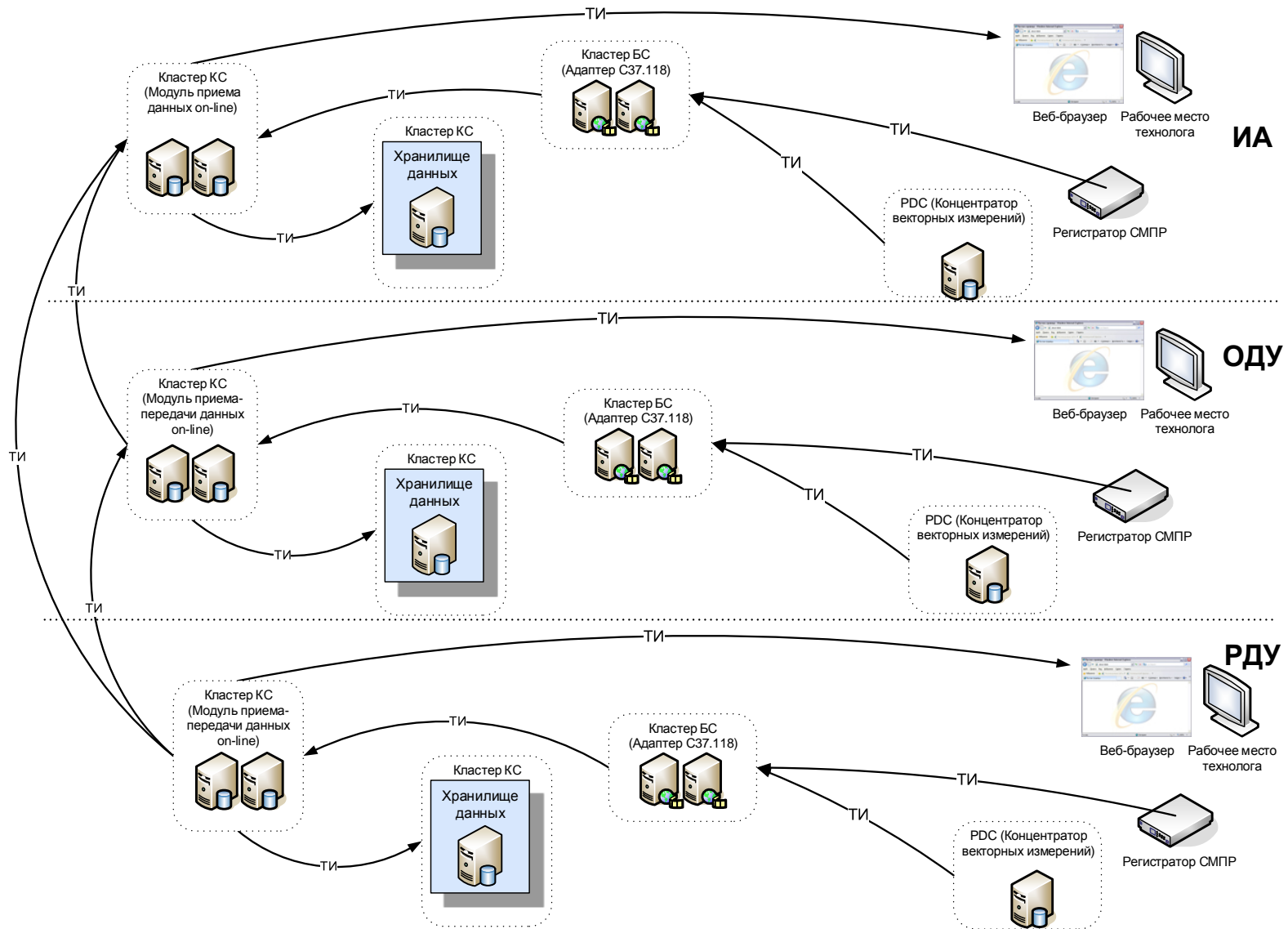


Рисунок В.2. Диаграмма передачи данных в режиме on-line

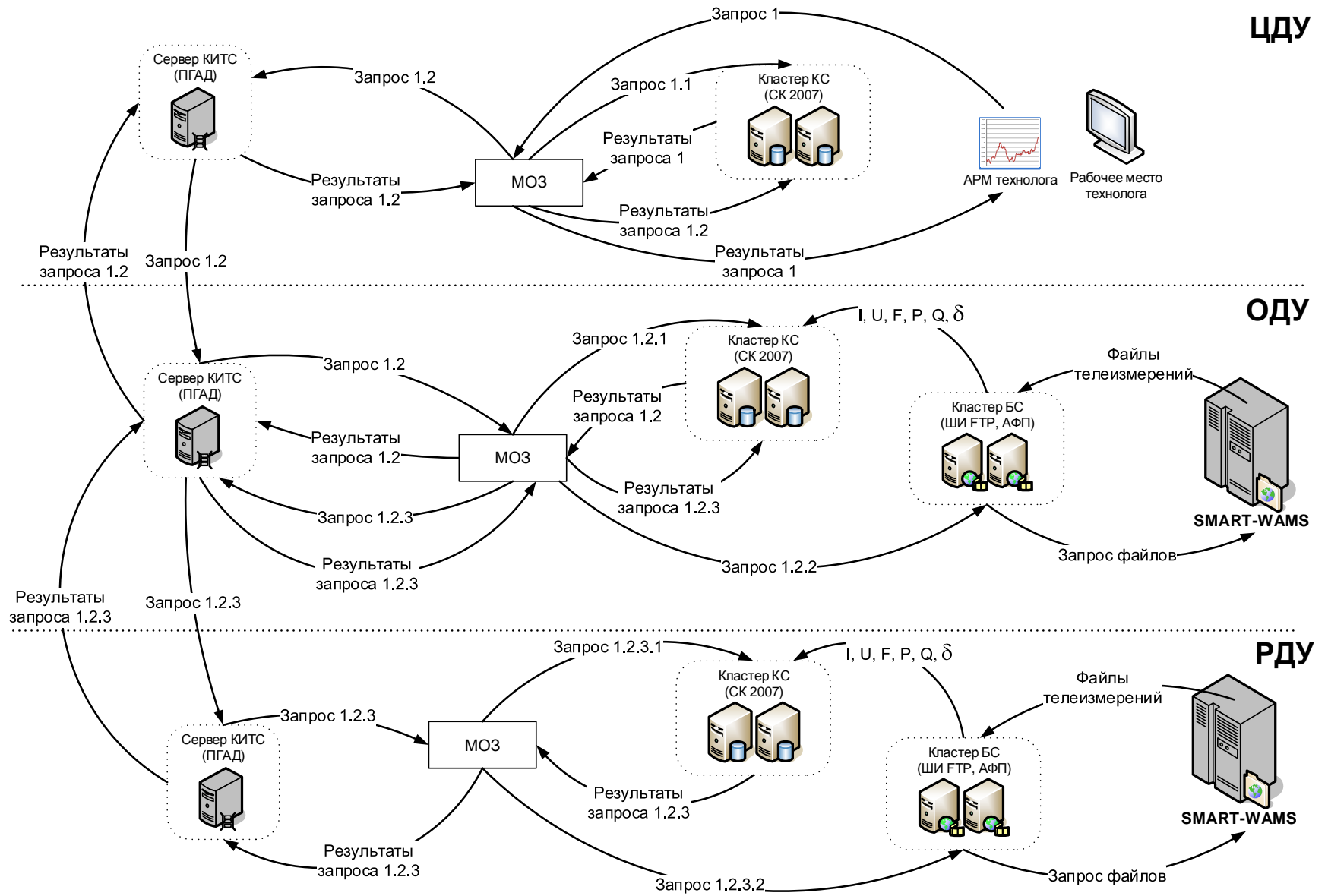
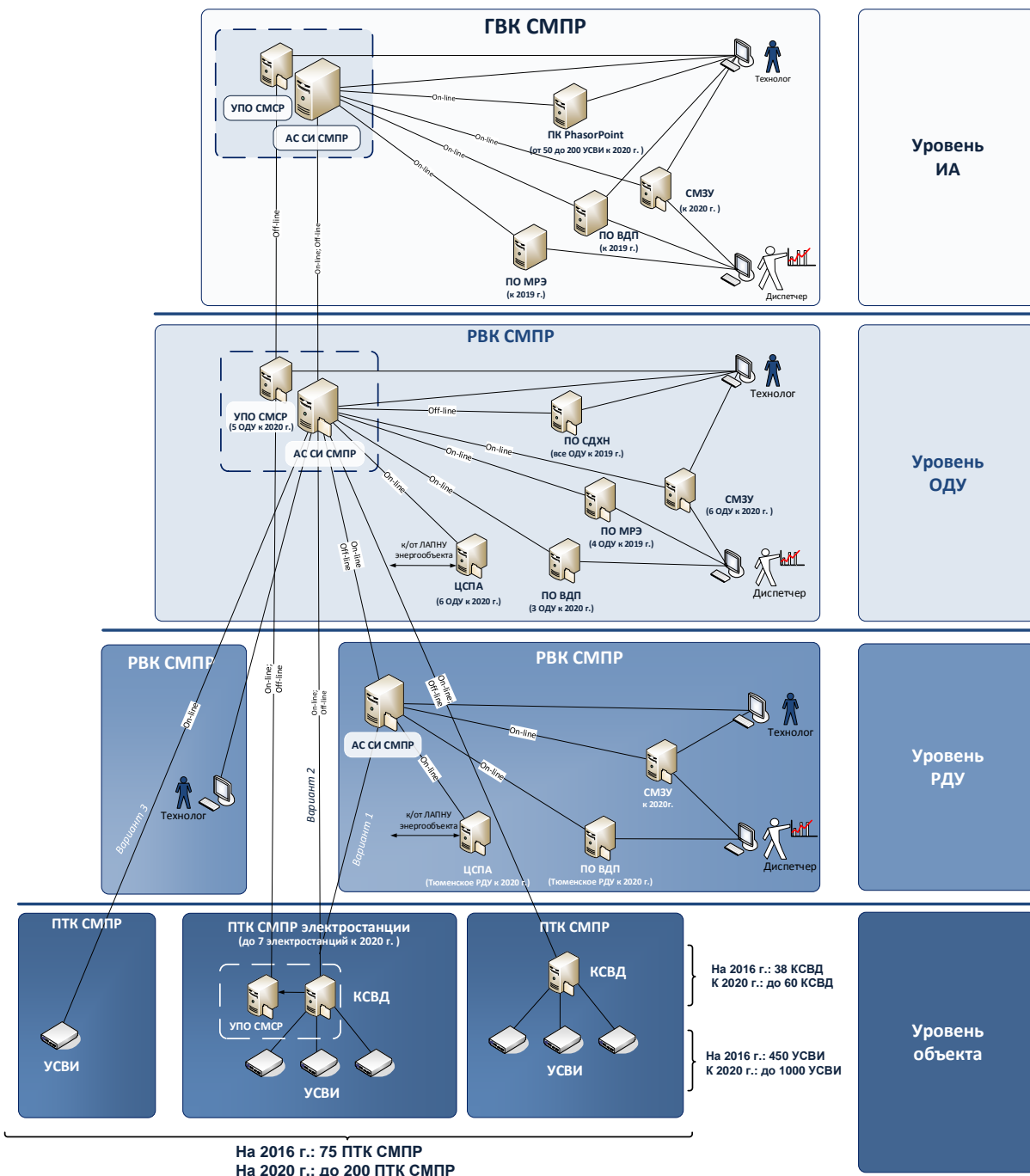


Рисунок В.3. Диаграмма передачи данных в режиме off-line

Приложение Г Целевая архитектура программно-аппаратных комплексов на базе СВИ

Целевая архитектура программного-аппаратных комплексов на базе технологии СВИ



Принятые сокращения:

ПО ВДП - Программное обеспечение «Система визуализации динамических процессов»
 ПО МРЭ - Программное обеспечение «Система мониторинга разделения энергосистемы на части»
 ПО СДХН - Программное обеспечение «Определение статической и динамической характеристик нагрузки»
 УПО СМСР – Универсальное программное обеспечение мониторинга функционирования автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) и систем возбуждения (СВ) синхронных генераторов электрических станций
 СМЗУ – система мониторинга запасов устойчивости
 ЦСПА – централизованная система противоаварийной автоматики