

01 – 04 июня 2015 г., Сочи

«Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем»



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

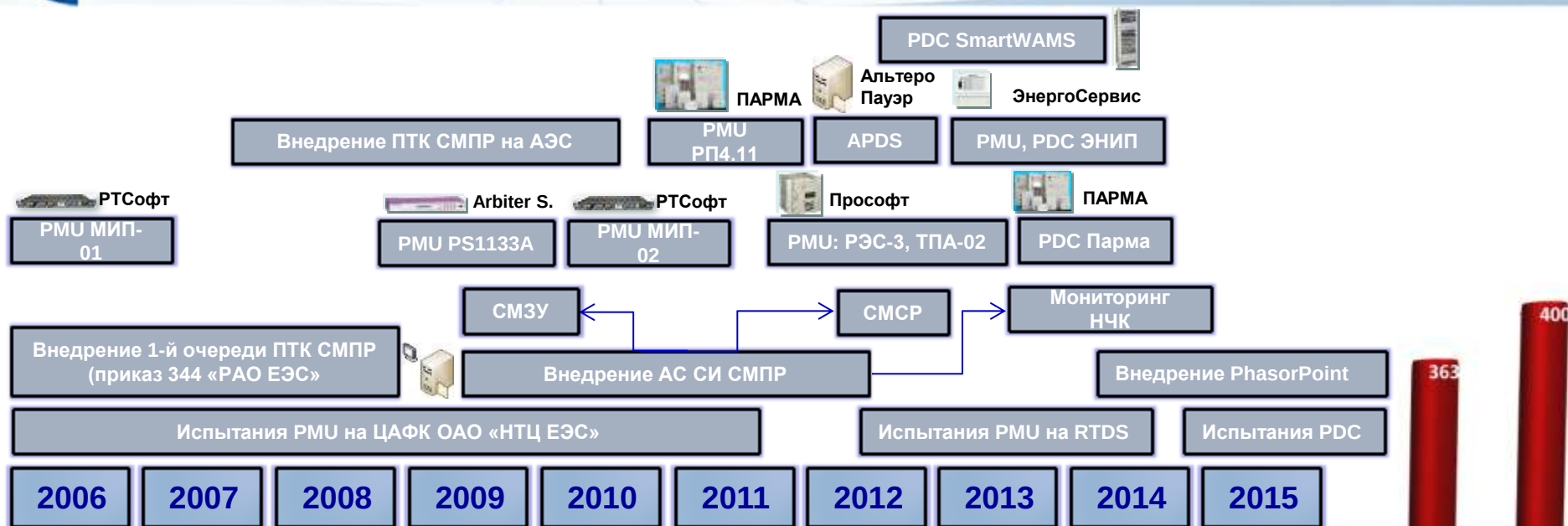
Внедрение ПТК СМПР на объектах электроэнергетики в ЕЭС России

Дубинин Дмитрий Михайлович, ОАО «СО ЕЭС»



Разработка и внедрение ПО, развитие аппаратных средств СМПР

2



по состоянию на июнь 2015 года:

- ПТК СМПР на 69 объектах электроэнергетики;
- 400 PMU;
- 28 PDC (на объектах), 8 PDC (в ДЦ).





Требования нормативной документации по внедрению и функционированию СМПР в ЕЭС России

3

НТД

Регламентируются:

Национальный стандарт РФ 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»

Требования к организации мониторинга переходных режимов в энергосистемах для задач противоаварийного управления

Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 55438-2013 «Релейная защита и автоматика. Взаимодействие субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при создании (модернизации) и организации эксплуатации. Общие требования»

Порядок взаимодействия субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии по организации эксплуатации комплексов РЗА, созданию новых или модернизации существующих комплексов РЗА

ПРИКАЗ Минэнерго РФ от 07.08.2008 N 20 (ред. от 09.12.2008) «Об утверждении перечня предоставляемой субъектами электроэнергетики информации, форм и порядка ее представления»

Порядок и форма предоставления отчетной информации (записи архивов системы мониторинга переходных режимов) в ОАО «СО ЕЭС»

Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (стадия согласования)

Требования к архитектуре СМПР в ЕЭС России, критерии установки на объектах электроэнергетики, режиму работы комплексов.

Схема и программа развития ЕЭС России на 7-летний период (ежегодно утверждается приказом Минэнерго)

Создание программно-технических комплексов СМПР и расширение существующих комплексов на объектах электроэнергетики

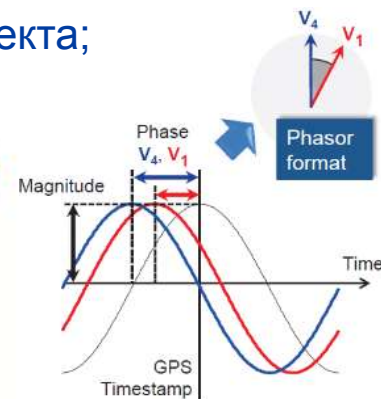
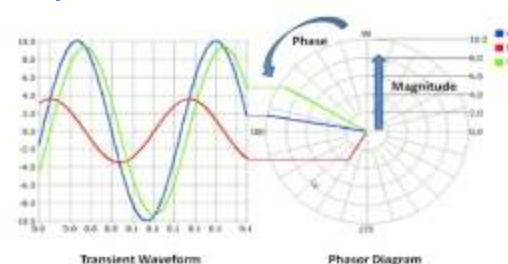
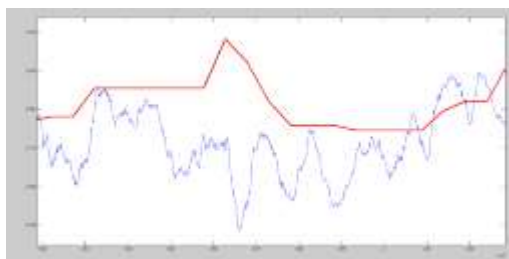
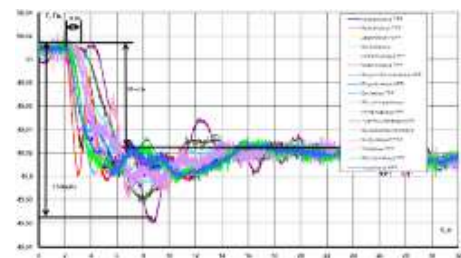


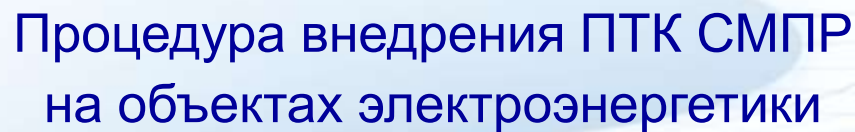
Критерии установки регистраторов СМПР на объектах электроэнергетики

4

Векторные измерительные преобразователи в составе ПТК СМПР энергообъекта устанавливаются:

- на подстанциях напряжением 500 кВ и более:
 - на всех отходящих линиях высшего напряжения.
- на электростанциях установленной мощностью 500 МВт и более:
 - на всех отходящих линиях высшего класса напряжения;
 - на гидроагрегатах мощностью 100 МВт и выше;
 - на турбогенераторах АЭС и ТЭС мощностью 200 МВт и более;
 - на генераторах ПГУ при общей мощности ПГУ 200 МВт и более.
- на межгосударственных линиях электропередачи классом напряжения 220 кВ и выше;
- при мониторинге перетоков активной мощности в контролируемых сечениях, токовой нагрузки ЛЭП, напряжений в узлах электрической сети по требованию ОАО «СО ЕЭС»
 - на отходящих линиях среднего класса напряжения энергообъекта;
 - на высшей стороне автотрансформаторов.



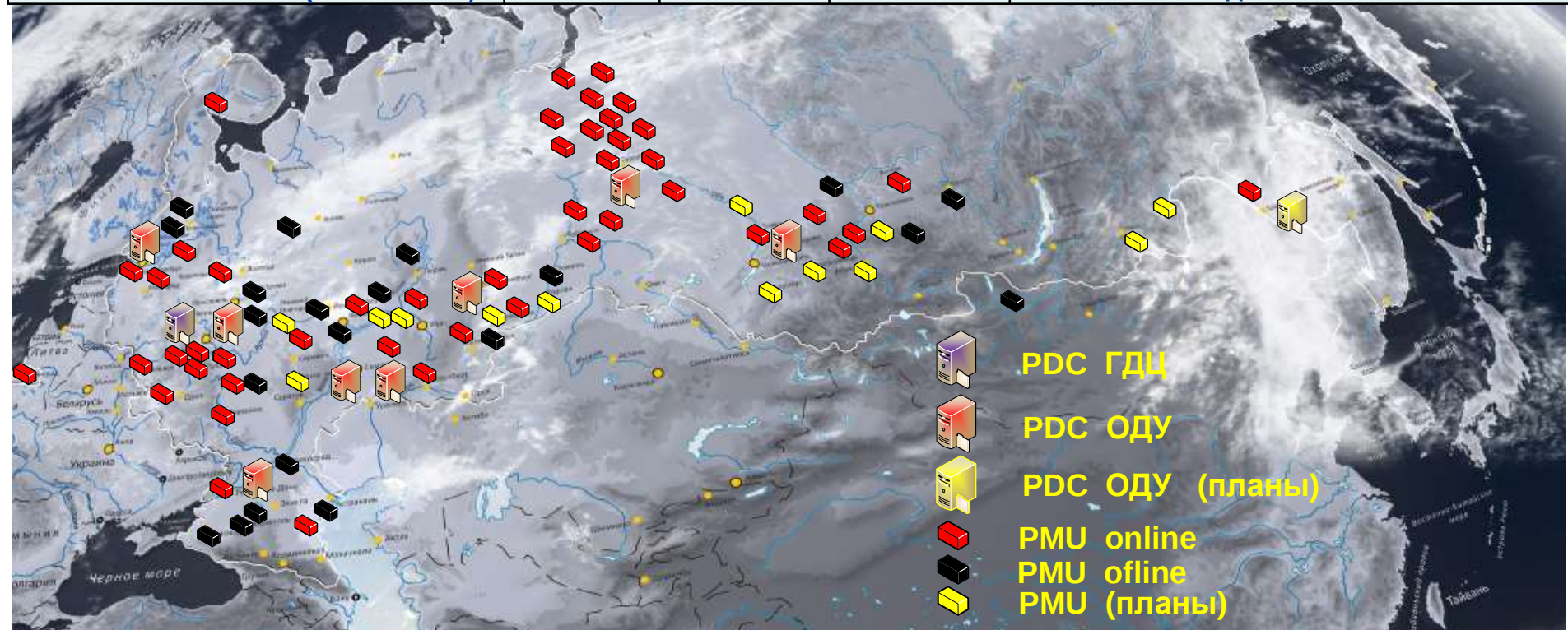


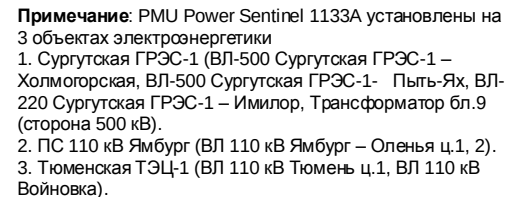
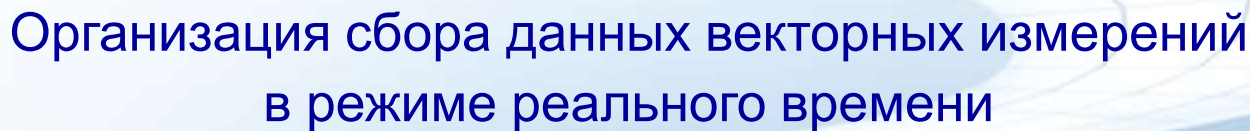


Внедрение PMU на объектах электроэнергетики

6

Операционная зона	ЭО	PMU	ЭО (on-line)	перспективы ввода комплексов до 2020 г.
ОЗ ОДУ Северо-Запада	9	67	6	до 20 ЭО
ОЗ ОДУ Сибири	9	54	4	до 40 ЭО
ОЗ ОДУ Средней Волги	6	19	2	до 10 ЭО
ОЗ ОДУ Урала	25	123	16	до 60 ЭО
ОЗ ОДУ Центра	12	93	9	до 30 ЭО
ОЗ ОДУ Юга	7	40	1	до 30 ЭО
ОЗ ОДУ Востока	1	4	1	до 10 ЭО
ВСЕГО в ЕЭС России (июнь 2015 г)	69	400	39	до 200 ЭО







Планы ОАО «СО ЕЭС» по разработке Стандартов в области СМПР

8

УСВИ.
Нормы и
требования

IEEE
C37.118.1

IEEE
C37.242

КВД.
Нормы и
требования

IEEE
C37.244

IEEE
C37.118.2

Система мониторинга переходных режимов
ЕЭС России. Нормы и требования.

ТН (РТ)



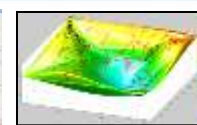
ТТ (СТ)



вторичные цепи



приложения



Super PDC



LAN

Коммуникационные
стандарты:

IEEE C37.118.2
IEC 61850-90-5
ICCP

WAN

стандарты PDC:
IEEE C37.244

local PDC



local PDC



LAN



ГЛОНАСС
(GPS)

стандарты по ИСС:

IEEE 1588 PTP
IEEE C37.238
IRIG 200-04

PMU



стандарты PMU:

IEEE C37.118.1
IEEE C37.242



Планы ОАО «СО ЕЭС» по разработке Стандартов в области СМПР

9

УСВИ.
Нормы и
требования

IEEE
C37.118.1

IEEE
C37.242

Должны быть включены требования:

- к функционалу и классам точности PMU;
- к меткам времени синхронизированных векторных измерений;
- к точности синхронизации времени;
- к идентификации PMU в составе СМПР ЕЭС России;
- к правилам фиксации достоверности измерений по различным критериям;
- к точности регистрации параметров и диапазонам их измерения;
- к характеристикам PMU в стационарных и переходных режимах;
- к динамическим характеристикам PMU (время отклика, время задержки измерений, время задержки выдачи результатов);
- к дискретизации измерений, скорости и дискретности выдачи данных;
- к методам оценки выполняемых измерений в стационарных и переходных режимах;
- к типам и форматам передачи данных в режиме реального времени;
- к функциям самодиагностики PMU;
- к функциям программного обеспечения PMU;
- к источникам синхронизации времени, их точности, интерфейсам подключения;
- к сопроводительной документации;
- к метрологической аттестации и сертификации PMU;

Приложения:

- Программа и методика сертификационных испытаний PMU.

ТН (РТ)



ТТ (СТ)



вторичные цепи



приложения



Super PDC

LAN

Коммуникационные стандарты:

IEEE C37.118.2
IEC 61850-90-5
ICCP

WAN

стандарты PDC:
IEEE C37.244

local PDC

local PDC

LAN



ГЛОНАСС (GPS)

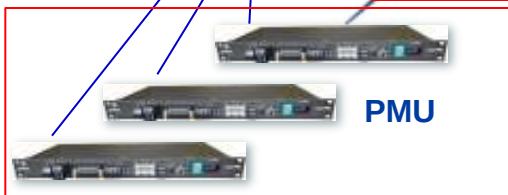
стандарты по ИСС:

IEEE 1588 PTP
IEEE C37.238
IRIG 200-04

стандарты PMU:

IEEE C37.118.1
IEEE C37.242

PMU





Планы ОАО «СО ЕЭС» по разработке Стандартов в области СМПР

10

Концентраторы
ВД. Нормы и
требования

IEEE
C37.244

IEEE
C37.118.2

приложения



Super PDC



LAN

Коммуникационные
стандарты:

IEEE C37.118.2
IEC 61850-90-5
ICCP

WAN

стандарты PDC:
IEEE C37.244

local PDC

local PDC



LAN



стандарты по ИСС:

IEEE 1588 PTP
IEEE C37.238
IRIG 200-04

стандарты PMU:

IEEE C37.118.1
IEEE C37.242

PMU



ТН (РТ)

ТТ (СТ)



вторичные цепи



Должны быть включены требования:

- к режиму работы и к идентификации PDC в составе СМПР ЕЭС России;
- к структуре файловых архивов;
- к типам, содержанию и назначению сообщений;
- к типам и форматам приема/передачи данных в режиме реального времени;
- к обмену данными и настройкам автоматического обмена данными;
- к правилам хранения данных на PDC различного иерархического уровня;
- к функциям концентратора векторных данных:
 - к сбору и передаче данных (дискретизация, многоадресность и т.п.);
 - к дорасчету, агрегированию и проверке достоверности данных;
 - преобразование протоколов передачи данных;
 - изменению дискретности приема/передачи данных и конфигурированию;
 - к идентификации сигнальных ситуаций, дублированию записи данных;
- к задержкам передачи данных на различных уровнях;
- к ПО концентраторов и функциям самодиагностики PDC;
- к аппаратному обеспечению и интерфейсам взаимодействия;
- к обеспечению надежности, резервированию и кибербезопасности;
- к пользовательскому интерфейсу и сопроводительной документации;
- к взаимодействию с АС СИ СМПР диспетчерских центров;

Приложение: Программа и методика испытаний функциональности концентраторов векторных данных и функциональной совместимости с PMU различных производителей.



Планы ОАО «СО ЕЭС» по разработке Стандартов в области СМПР

11

Система мониторинга переходных режимов ЕЭС России. Нормы и требования.

Должны быть включены требования:

- к режиму работы ПТК СМПР объекта электроэнергетики;
- к составу параметров, регистрируемых на объекте электроэнергетики;
- к организации хранения и предоставления доступа к данным на различных уровнях;
- к правилам регистрации аварий;
- к интеграции в АСУ ТП объекта электроэнергетики;
- к обеспечению данными различных приложений (состав информации, дискретизация и допустимая величина задержки доставки данных);
- к организации каналов связи;
- к протоколам обмена информацией на объекте (АСУ ТП) и с ДЦ;
- к системе обеспечения единого времени (архитектура, принципы, правила);
- к организации электропитания ПТК СМПР объекта электроэнергетики;
- к измерительным цепям ТТ/ТН, классу точности ТТ/ТН;
- к надежности ПТК СМПР объекта электроэнергетики;
- к защите информации от несанкционированного доступа;
- к функциям самодиагностики ПТК СМПР объекта электроэнергетики;
- к сопроводительной документации и организации ввода ПТК СМПР в эксплуатацию;
- к организации эксплуатации (диспетчерское ведение, мониторинг работы) и технического обслуживания во время эксплуатации (процедуры, документация), взаимодействие субъектов э/э.

ТН (РТ)



ТТ (СТ)



вторичные цепи



приложения



Super PDC



WAN

LAN

Коммуникационные стандарты:

IEEE C37.118.2
IEC 61850-90-5
ICCP

стандарты PDC:
IEEE C37.244

local PDC

local PDC

LAN



PMU



стандарты по ИСС:

IEEE 1588 PTP
IEEE C37.238
IRIG 200-04

стандарты PMU:

IEEE C37.118.1
IEEE C37.242



Требования к входной информации для различных задач

12

№ п.п.	ЗАДАЧИ	класс (М / Р)	цикличность сбора данных	параметры	критерий сбора данных
режим OFF-LINE – приложения с применением архивных данных					
1.	Пост-аварийный анализ	М, Р	50 Гц	f, U_1, I, P, Q, δ	при небалансах от 500 МВт
2.	Исследование динамических характеристик ЕЭС	Р	50 Гц	f, U, I, P, Q, δ	
3.	Верификация расчетных моделей	М, Р	10..50 Гц	f, U, I, P, Q, δ	
4.	Визуализация динамики изменения ПЭР	Р	50 Гц	$U_1, f, U, I, P, Q, \delta$	непрерывный
5.	Определение параметров схем замещения линий	М	1 Гц	f, U, I, P, Q, δ	периодически
режим ON-LINE – приложения, функционирующие в режиме реального времени					
6.	Мониторинг устойчивости по напряжению	М, Р	1..10 Гц	f, U_1, I, P, Q, δ	непрерывный
7.	Расчет максимально-допустимых перетоков	М	10..50 Гц	U_1, U, P, Q, δ	непрерывный
8.	Мониторинг перетоков в контролируемых сечениях	М	10..50 Гц	U_1, U, P, Q, δ	непрерывный
9.	Управление по углу (напряжению, реактивной мощности)	Р	1..50 Гц	$U_1, U, I, P, Q, \delta, \delta_{ген}$	непрерывный
10.	Мониторинг НЧК, параметров колебаний	М	50 Гц..100 Гц	f, U, P, Q, δ	непрерывный
11.	Оценивание состояния	М	1..50 Гц	f, U, P, δ	непрерывный
12.	Контроль корректности работы АРВ и СВ	М	1..50 Гц	$U_1, f, U, I, P, Q, \delta, I_{возб.}, U_{возб.}$	непрерывный
13.	Контроль корректности регулирования частоты	М	1..50 Гц	f	непрерывный
14.	Восстановление энергосистемы (islanding)	М	1..50 Гц	U_1, f, U, P, δ	непрерывный
15.	Задачи управления (экспорт данных в ЦСПА, АРЧМ)	Р	1..50 Гц	f, U, I, P, Q, δ	непрерывный
16.	Обмен данными с EMS-приложениями	М	1..10 Гц	f, U, I, P, Q, δ	непрерывный
17.	Системы ПА	Р	1..50..400 Гц	в зависимости от алгоритма	непрерывный



Планы ОАО «СО ЕЭС» по разработке Стандартов в области СМПР

13

текущий статус:

разработка проектов Стандартов:

1. Устройства синхронизированных векторных измерений в ЕЭС России. Нормы и требования.
2. Концентраторы векторных данных в ЕЭС России. Нормы и требования.
3. Система мониторинга переходных режимов ЕЭС России. Нормы и требования.

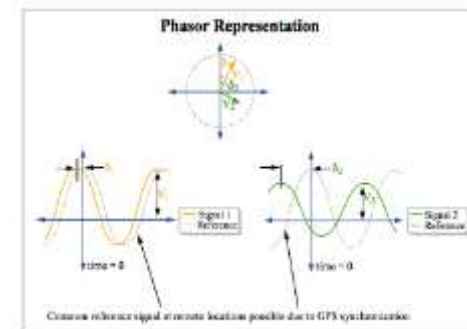
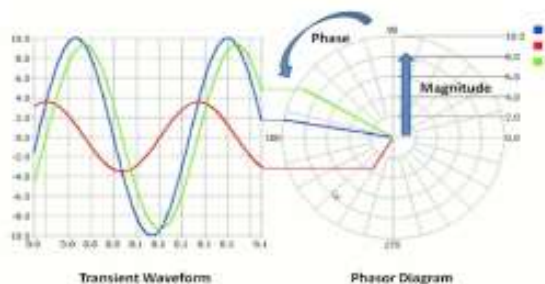
2015 / 2016

2016 / 2017

2017 / 2018

Обсуждение и согласование Стандартов с собственниками и производителями

Выпуск Стандартов организации ОАО «СО ЕЭС»

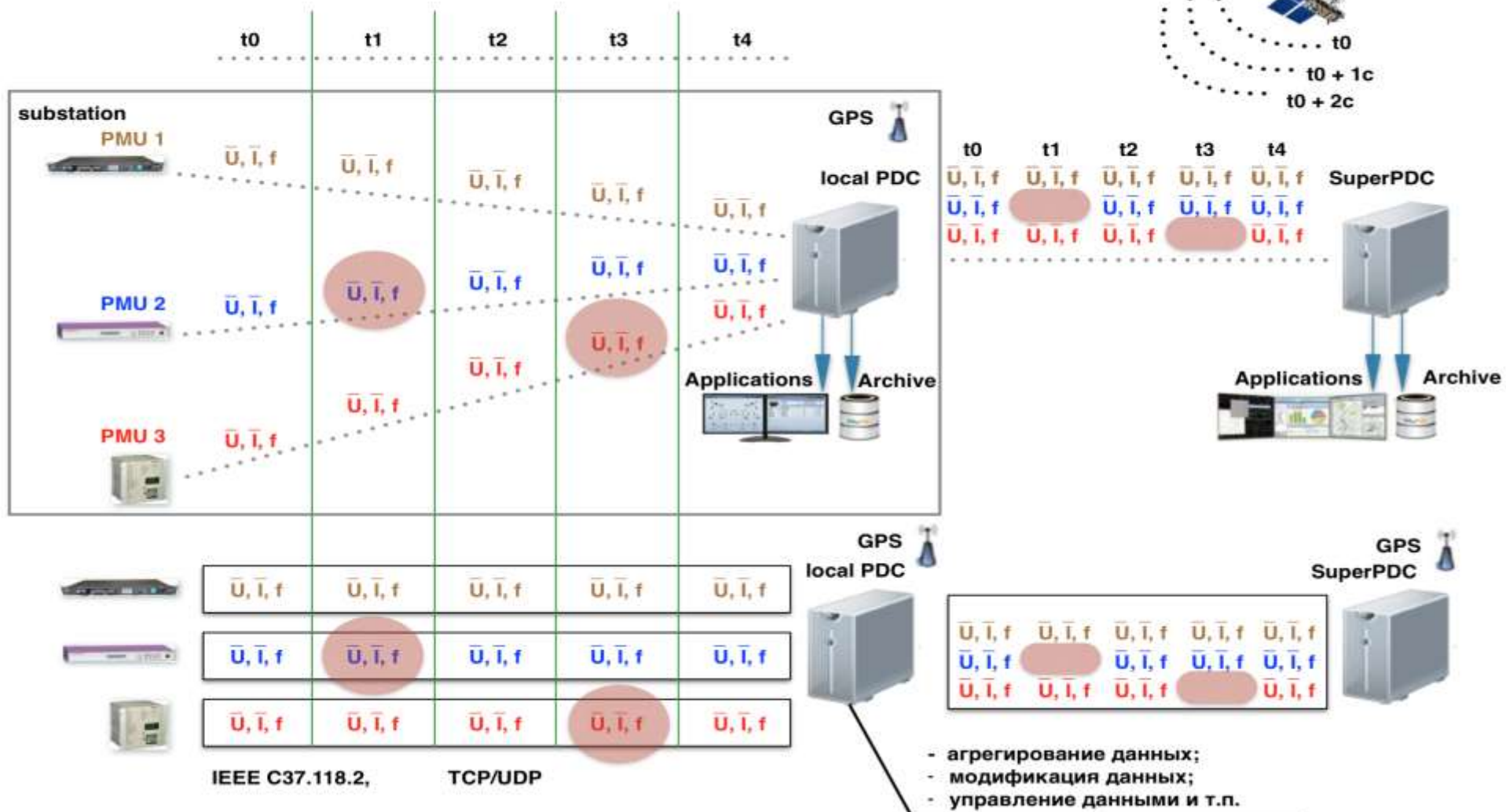




Функциональность PDC

14

Назначение PDC - повышение эффективности функционирования СМНР как единой системы, управление потоками данных.





Функциональность PDC

15

Функции PDC
зависят от уровня
иерархии

- управление конфигурацией информации PMU - запрос конфигурации;
- мониторинг наличия потоков данных от PMU;
- мониторинг задержек потоков данных от PMU;
- мониторинг наличия потоков данных от PDC нижнего уровня иерархии;
- мониторинг задержек потоков данных от PDC нижнего уровня иерархии;
- проверка целостности и достоверности данных (требование С37.118);
- управление задержанными данными и пропущенными данными;
- управление потоками данных от PMU;
- буферизация данных.

- соответствие требованиям к уровням:
 - Т отклика;
 - Т обработки;
- проверка переполнения буфера

$$T_{\text{отклика}} = T_{\text{ожидания}} + T_{\text{обработки}}$$

T ожидания

T обработки

t0	t1	t2	t3	t4
$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$
$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$
$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$	$\bar{U}, \bar{I}, f$

IEEE C37.118.2,

TCP/UDP



- без выравнивания по t
- по относительному t
- по абсолютному t

- запись линейных архивов:
 - хранение - 14..60 дней;
 - вектора U_a, U_b, U_c ;
 - вектора I_a, I_b, I_c ;
 - $f, df/dt$;
- запись аварийных архивов:
 - хранение - 50 аварий/прис.;
 - при $U < 0.85 \cdot U_{ном.}$;
 - при $U > 0.85 \cdot U_{ном.}$;
 - при $df/dt > 0.1$ Гц и т.д.

- без модификации данных;
- с модификацией данных:
 - изменение формата данных;
 - изменение частоты дискретизации данных;
 - дорасчет данных:
 - изменение амплитуды значений;
 - изменение фазы напряжений (токов);
 - расчет интегральных величин.

- режим многоадресного вещания;
- поддержка функции выборочной пересылки данных;
- генерирование потоков в любом составе данных.





Основные задачи на 2015-2016 гг.:

- разработка Стандартов в области технологии векторной регистрации параметров электроэнергетического режима;
- проведение испытаний функциональности PDC;
- проведение испытаний информационного обмена между PMU и PDC;
- разработка протокола передачи данных между PDC объектов и АС СИ СМГР для повышения эффективности передачи данных и оптимизации использования пропускной способности каналов передачи данных;
- решение вопросов сертификации PMU и PDC.



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Сайт ЕЭС России

50,000

[О компании](#) [Деятельность](#) [Филиалы](#) [Новости](#) [Контакты и реквизиты](#)

ЕЭС России

www.so-ups.ru

Оперативная информация о работе ЕЭС России

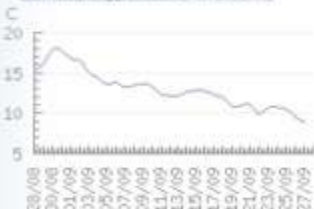


Индикаторы ЕЭС

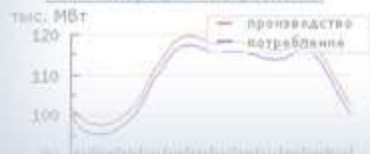
Частота в ЕЭС России



Температура в ЕЭС России



План генерации и потребления



Новости Системного оператора

25.08.2011 16:37
Рязанское РДУ приняло участие в тренировке по ликвидации аварий в региональной энергосистеме

Спасибо за внимание

23.09.2011 14:16
Системный оператор провел натурные испытания Единой энергосистемы России. Цель испытаний – проверка фактического действия систем параллельного регулирования генерирующего оборудования, фактического ввода услуг по нормированному параллельному регулированию частоты на территории ЕЭС России, определение фактических характеристик ЕЭС России и энергосистем стран участниц параллельной работы ЕЭС России.

22.08.2011 11:16
Курское РДУ приняло участие в ликвидации условного нарушения электроснабжения потребителей города Курска и Курской области

22 сентября в рамках подготовки к проведению осенне-зимнего периода 2011/2012 г. состоялась первая конференция руководителей энергетических компаний, входящих в состав ЕЭС России, на которой были рассмотрены вопросы, связанные с подготовкой к зиме, а также вопросы, связанные с работой ЕЭС России.

15.08.2011 11:16
Ввод в эксплуатацию новых объектов ЕЭС России повышает надежность

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ САЙТ
КОНКУРЕНТНОГО
ОТБОРА МОЩНОСТИ

САЙТ
БАЛАНСИРУЮЩЕГО РЫНКА

ВАКАНСИИ

РАСКРЫТИЕ
ИНФОРМАЦИИ

ПОДПИСКА НА НОВОСТИ

МИНЭНЕРГО РОССИИ

+1 3

Дубинин Дмитрий Михайлович

Контактная информация:

dubinin@so-ups.ru, (495) 627-84-14