

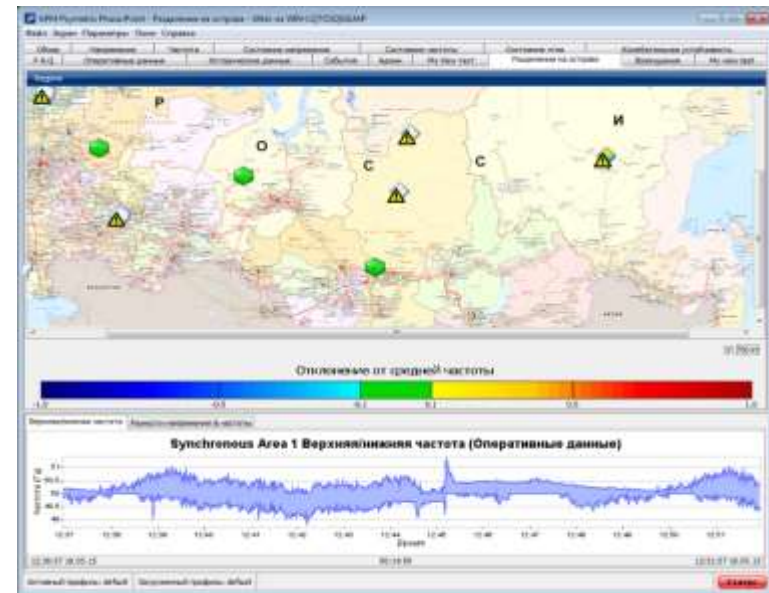
Пилотный проект внедрения программного комплекса PhasorPoint в ОАО «СО ЕЭС»



**А. А. НЕБЕРА, Н.Г. ШУБИН, П.Н. КАЗАКОВ (ЗАО «РТСофт»)
Д.Н. УТКИН (ОАО «СО ЕЭС»)
Сочи, 2015**

Пилотный проект внедрения программного комплекса **PhasorPoint** в ОАО «СО ЕЭС»

- Начало проекта – **август 2014 г.**
- Завершен этап внедрения
- Установка в ГДЦ СО ЕЭС
- Этап опытной эксплуатации
июнь - октябрь
- Прием синхронизированных векторных измерений (СВИ) от 10-и PMU



Перечень точек мониторинга

№	Наименование объекта	Присоединение
1	Ленинградская АЭС	ВЛ 750 кВ Ленинградская АЭС – Ленинградская
2	Калининская АЭС	ВЛ 750 кВ Калининская АЭС – Владимирская
3	Курская АЭС	ВЛ 750 кВ Курская АЭС – Североукраинская
4	Ростовская АЭС	ВЛ 500 кВ Ростовская АЭС – Буденновск
5	Балаковская АЭС	ВЛ 500 кВ Балаковская АЭС – Ключики
6	Рефтинская ГРЭС	ВЛ 500 кВ Рефтинская ГРЭС – Тюмень ц.1
7	Сургутская ГРЭС-2	ВЛ 500 кВ Сургутская ГРЭС-2 – Пыть-Ях
8	Кольская АЭС	ВЛ 330 кВ Кольская АЭС – Князегубская ГЭС ц. 1
9	Воткинская ГЭС	ВЛ 500 кВ Воткинская ГЭС – Вятка
10	Назаровская ГРЭС	ВЛ 500 кВ Назаровская ГРЭС – Красноярская ГЭС, ц.1

Программный комплекс PhasorPoint

Реальное время
Диспетчерский центр

Контроль
низкочастотных
колебаний

Контроль разделения и
синхронизации
энергосистемы

Анализ возмущений в
энергосистеме

Контроль угловых
ограничений

Ситуационная
осведомленность



Проверенный Масштабируемый Гибкий

Исторические данные

Анализ и планирование

off-line анализ событий

Расчет управляющих
воздействий и
Тестирование

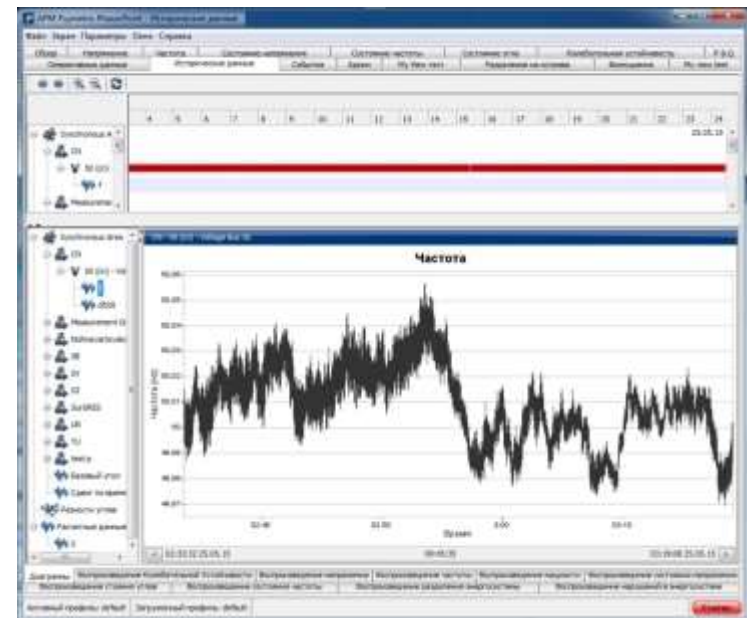
Оценка условий
колебательной
устойчивости

Подключение
возобновляемых
источников

Поддержка диспетчера

Основные задачи PhasorPoint

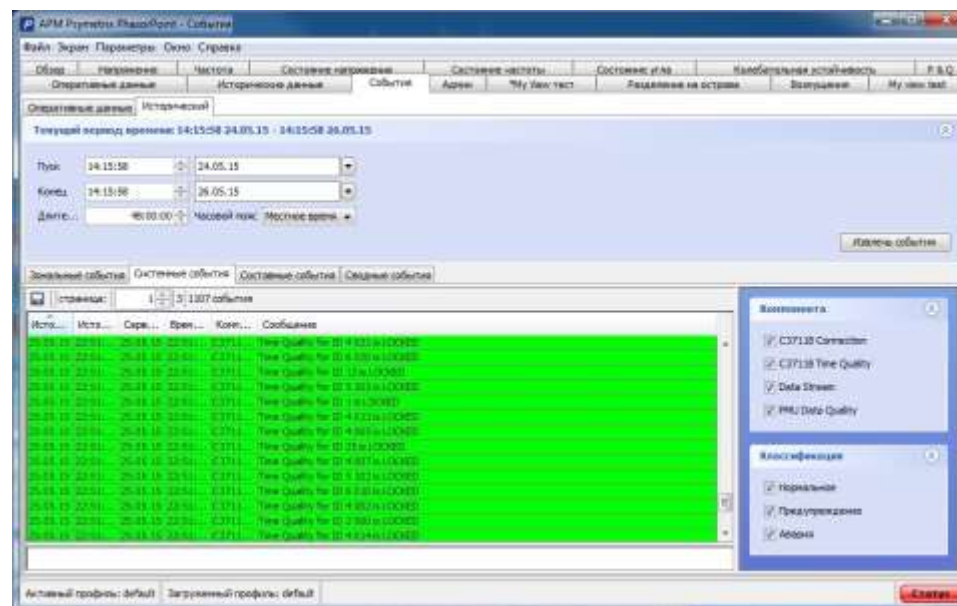
- Визуализация динамики изменения параметров электроэнергетического режима в реальном времени
- Поддержка анализа системных возмущений и аварийных ситуаций в многоуровневом графическом представлении
- Мониторинг низкочастотных колебаний (МНЧК)
- Сбор и хранение аварийных архивов



Функции PhasorPoint

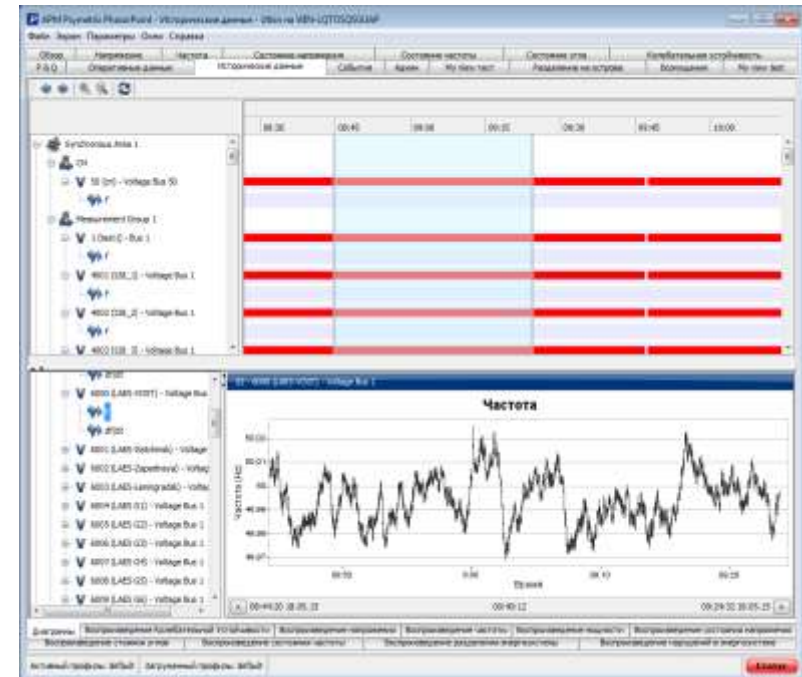
Мониторинг низкочастотных колебаний

- Контроль колебательной устойчивости энергосистемы для доминирующих мод низкочастотных колебаний
- Формирование аварийных сообщений для мод колебаний с низким демпфированием и/или колебаний большей амплитуды
- Выделение на географической подложке районов с зафиксированными типами колебаний
- «Быстрый анализ» для генерации аварийных сообщений
- Анализ длительных трендов изменений
- Онлайн-представление результатов для поддержки оперативного управления
- Ретроспективное представление данных для послеаварийного анализа, системного тестирования и статистики



Возможности расширения функционала PhasorPoint

- Определение основных путей распространения низкочастотных колебаний
- Выявление источника – инициатора колебаний
- Анализ системных возмущений
- Использование ступенчатой автоматизированной технологии настройки системных стабилизаторов



$$L(x, \lambda^h, \lambda^g, s) = F(x) + \sum_i^N \lambda_i^h h_i(x) + \sum_i^M \lambda_i^g (g_i(x) + s_i) - \mu \sum_i^M \ln(s_i)$$

Новые аналитические приложения

Новые приложения РМУ

1. Режимные пусковые органы (ПОр) для противоаварийного автоматического управления
2. Система режимной верификации достоверности телесигналов (ТС) о статусе состояния (включено/выключено) линий электропередачи
3. Аналог устройства фиксации отключения линии (ФОЛ), действующего на основе анализа режимных параметров

Режимные ПОр

ПОр ЦСПА сегодня – только дискретные события – отключения ЛЭП или Генераторов

Режимные факторы:

абсолютные значения ПЭР P , Q , I , f , U , δ , θ ;
их тренды и скорости изменения во времени
(набросы P , критические увеличения δ , θ или снижения модулей U ; чувствительности –
 $\partial U / \partial Q$ - индикатор предела по U ;
 $\partial \delta / \partial P$ - индикатор предела угловой устойчивости
или синхронизирующая мощность $\partial P / \partial \delta$ и другие
в качестве ПОр ЦСПА не используются



Режимные ПОр могли бы послужить в качестве триггеров для превентивного реагирования и не только в ЦСПА, но и в перспективных интеллектуальных комплексах ПАУ, обеспечивающих плавно-дискретный (тонкий) ВРДО при использовании технологического алгоритма оптимизации электрического режима по активной и реактивной мощности

Верификация ТС

ТС являются важным источником информации для ДЦ и ЦУС, обеспечивая основу для определения топологии моделей, на которых базируется комплекс технологий, начиная с оценивания состояния, заканчивая различными видами анализа и оптимизации

Принцип действия По факту ТС рассчитывается группа расчетных критериев. Далее на основании анализа сочетаний и динамики этих критериев, производится автоматический вывод об истинности ТС

Возможные расчетные критерии:

векторная невязка U из Законов Ома, Кирхгофа 2

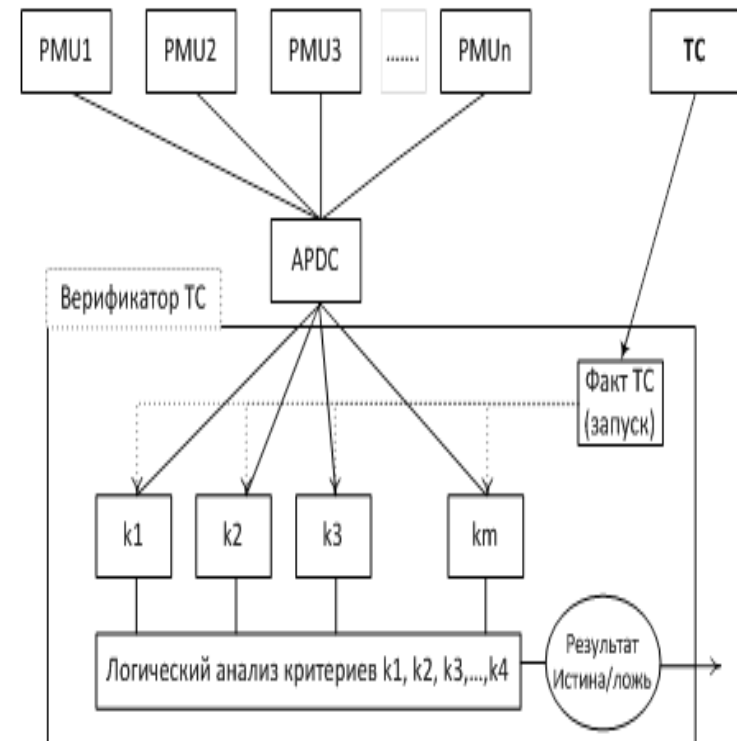
$$\dot{U}_i - \dot{U}_j - \Delta \dot{U}_{ij} = \varepsilon \dot{u}_{ij}$$

векторная невязка баланса I

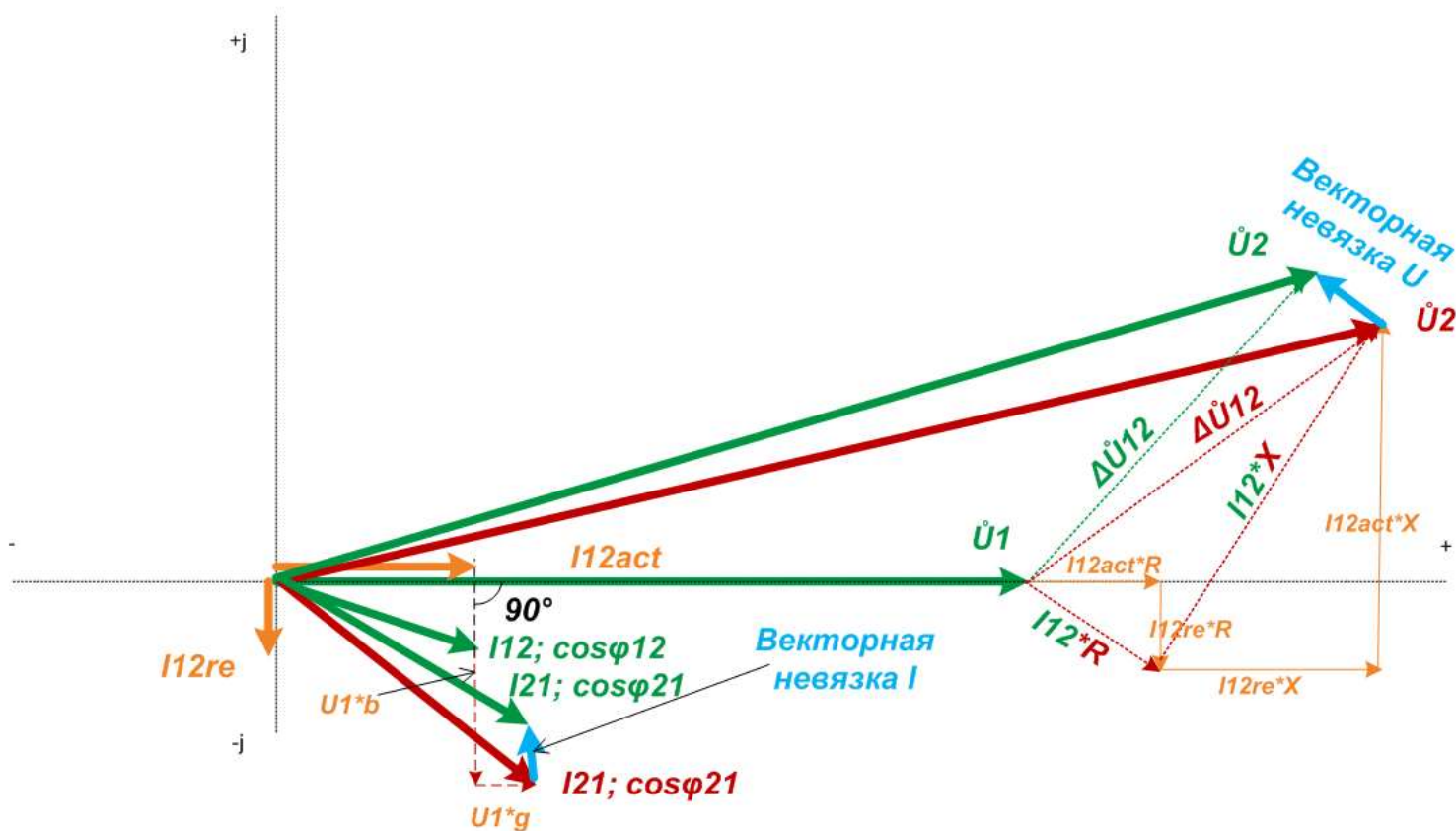
$$\dot{I}_i - \dot{I}_j \pm \Delta \dot{I}_{ij} = \varepsilon \dot{i}_{ij}$$

устойчивые статистические связи между ПЭР в параллельных или смежных связях

расчетные выражения для определения Z электрической связи



Векторные невязки



векторная невязка U из Законов Ома, Кирхгофа 2 $\dot{U}_i - \dot{U}_j - \Delta \dot{U}_{ij} = \varepsilon \dot{u}_{ij}$
 векторная невязка баланса тока $\dot{I}_i - \dot{I}_j \pm \Delta \dot{I}_{ij} = \varepsilon \dot{i}_{ij}$

Фиксация отключения линии

В настоящее время при выводе из работы устройств ФОЛ с одной из сторон ЛЭП, являющейся ПОр ЦСПА, данный ПОр полностью выводится из действия ЦСПА со всеми вытекающими последствиями в отношении ужесточения сетевых ограничений.

При наличии on-line потока СВИ с обеих концов ЛЭП возможно создать резервный ФОЛ, работающий на основе быстрого анализа динамики изменения режимных параметров. Принцип действия резервного ФОЛ аналогичен принципу действия системы верификации ТС в учетом следующих особенностей:

- резервный алгоритм ФОЛ может работать как по факту прихода сигнала срабатывания защиты, так и независимо
- необходимо обеспечить быстроедействие резервного ФОЛ не ниже 150 - 200 мс

Спасибо за внимание