



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

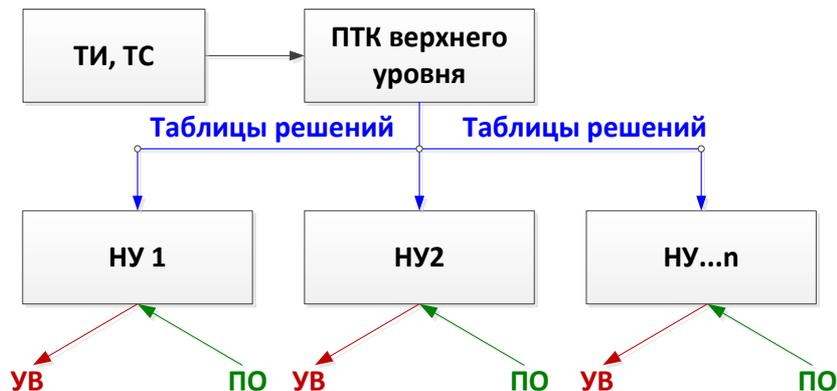
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Централизованные комплексы ПА



Общие сведения о ЦСПА

- В отличие от локальных комплексов ПА централизованные системы противоаварийной автоматики (ЦСПА) осуществляют расчёты режимов и устойчивости по принципу «I-ДО» (т.е. в реальном времени);
- Основной режим работы ЛАПНУ – **низовое устройство** ЦСПА;
- Внедрение **ЦСПА** позволяет повысить точность расчётов, сократить избыточность УВ, а также расширить область допустимых режимов работы ЭЭС;
- В настоящее время комплексы **ЦСПА** находятся в промышленной эксплуатации в ОЭС Урала, Сибири, Востока, Средней Волги и Юга.



- **Основные проблемы** – плохая наблюдаемость сети, качество ТИ и недостаточность каналов ПА;
- **Современные алгоритмы ЦСПА** позволяют учесть возникновение недопустимых токовых перегрузок элементов сети и динамическую составляющую переходных процессов.



Цели и задачи ЦСПА нового поколения

Основная цель разработки ЦСПА нового поколения – повышение точности и сокращение избыточности управляющих воздействий (снижение ущерба) и расширение области допустимых режимов работы энергосистемы при ограниченном объеме УВ.

Задачи:

- Разработка универсальных алгоритмов расчета УВ по условиям статической и динамической устойчивости с учетом:
 - нормативных запасов устойчивости по активной мощности и напряжению и ограничений по токовой загрузке элементов сети;
 - динамической составляющей аварийных процессов, обусловленной как короткими замыканиями, так и действиями линейной автоматики для локализации аварийного возмущения (АПВ) на базе;
 - подробных (общепринятых) моделей основных элементов и средств регулирования и автоматики энергосистем.
- При этом должны быть расширены наборы:
 - УВ (отключение генераторов, отключение нагрузки, импульсная разгрузка турбин, длительная разгрузка турбин, электрическое торможение генераторов и др.);
 - аварийных возмущений (отключение линии, короткое замыкание, повторное включение линии, отключение фазы линии с последующим повторным включением, отключение генераторов, отключение/подключение нагрузок) с произвольной временной последовательностью совершения событий.



Функционал действующих на сегодняшний день ЦСПА

- **выбор УВ** – только по условиям допустимости ПАР;
- **прогноз послеаварийного режима** (с учетом изменения частоты) – по линеаризованным уравнениям потокораспределения только активной мощности (в предположении постоянства модулей узловых напряжений);
- **анализ устойчивости** – по так называемым узловым моделям – эквивалентным схемам всего района управления для конкретного, центрального, узла. Тем самым анализ устойчивости сводится к определению существования прогнозируемого режима в узловых моделях и вычислительно является заменой совместного решения нелинейных уравнений установившегося режима расчетной схемы несовместным решением уравнений режима для узловых моделей.



Особенности ЦСПА нового поколения

- В разработанном алгоритме расчета УВ, в отличие от алгоритма действующих ЦСПА, **используется классическая динамическая и статическая модели энергосистем.**
- Кроме того, **изменен подход к формированию расчетной схемы и режима энергосистемы**, контролируемой ЦСПА. В действующих ЦСПА оценивание режима и расчет УВ выполняется в одной и той же эквивалентной расчетной схеме. В разработанном алгоритме оценивание режима ведется в Полной схеме, по которой диспетчер ведет режим, а расчет УВ, для обеспечения быстродействия – в эквивалентной схеме. При этом эквивалентирование выполняется таким образом, чтобы вектора напряжений в узлах, не подлежащих исключению, в точности совпадали с таковыми в Полной схеме. Использование суточного графика генерации и потребления восполняет недостающие ТИ и делает оценивание режима более точным.

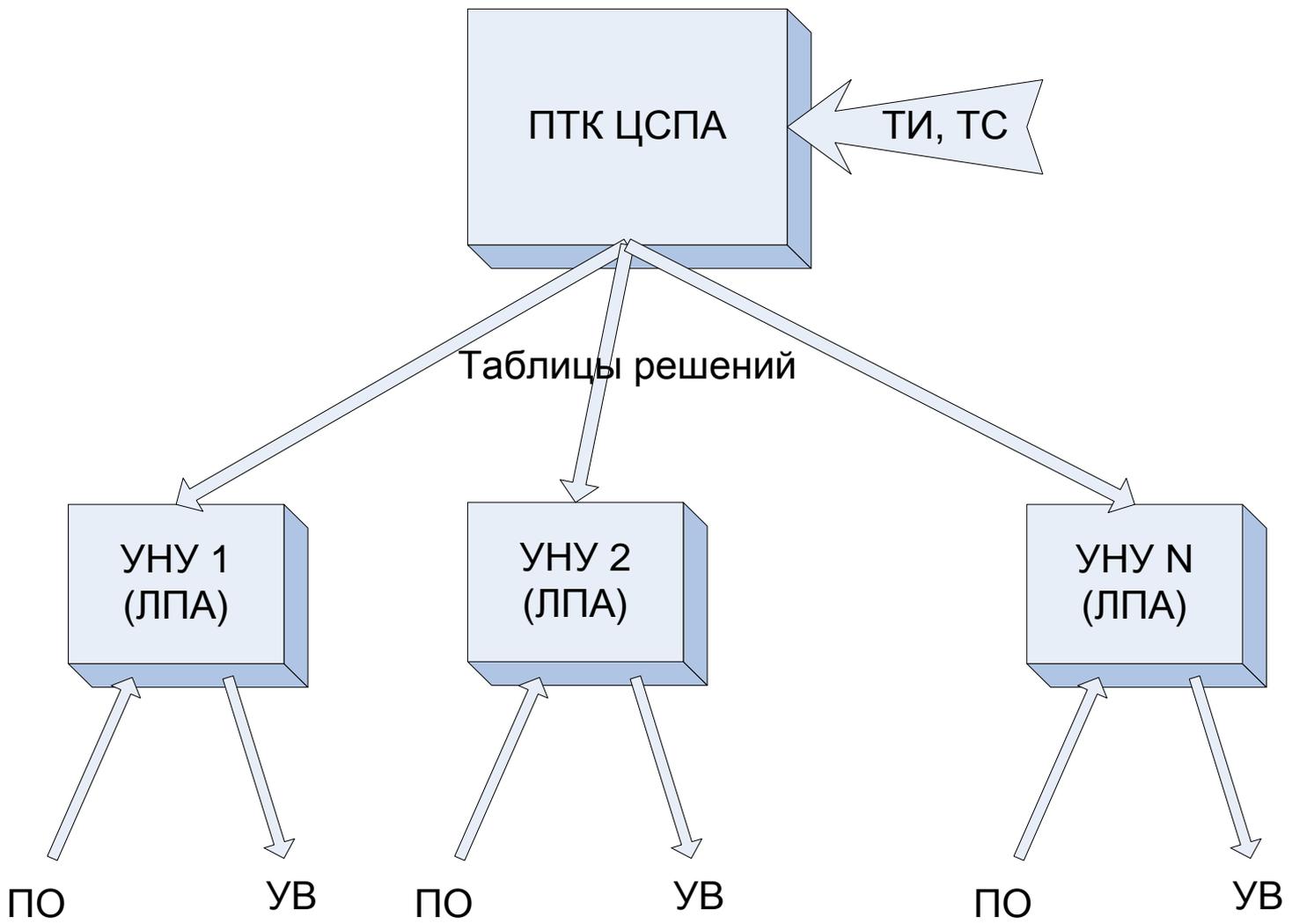


Уникальные особенности ЦСПА 3 поколения

- Выбор УВ по условию обеспечения динамической устойчивости
- Уникальный метод динамического моделирования смежных районов энергосистем



Структура ЦСПА





Основные функции комплекса

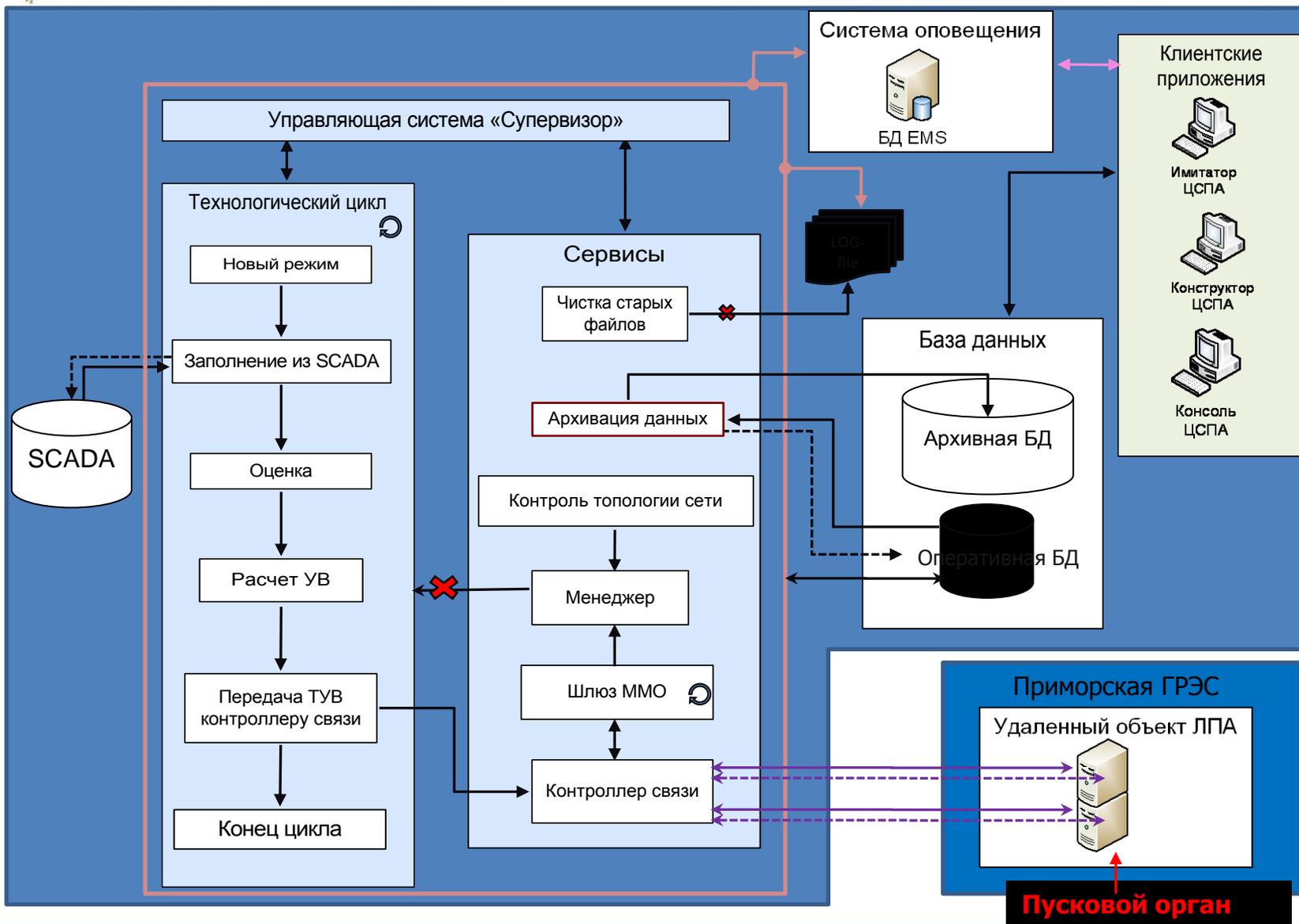
- Расчет ТУВ
- Передача ТУВ на низовое устройство ПА
- Прием информации от низовых устройств ПА (в частности, о срабатывании пусковых органов и УВ)

Инфраструктурные функции комплекса

- Организация технологического цикла расчета УВ
- Мониторинг работы всех процессов комплекса
- Управление процессами комплекса
- Оповещение пользователей о нарушениях в работе комплекса
- Предоставление пользователю инструмента для ведения нормативно-справочной информации
- Предоставление пользователю имитатора для проведения аналитических или отладочных работ



Комплекс ЦСПА





Модели

Генераторы	<p>Полными уравнениями с АРВ и СВ без моделей турбин. Возможно задание E за X. В дальнейшем – модели турбин (упрощенные) с АР</p>
Нагрузки	<p>Статическими характеристиками и синхронными двигателями. В дальнейшем для ограниченного числа нагрузок – асинхронный двигатель + шунт.</p>
Аварийные возмущения	<p>Изменение (отключение) генераторов, изменение нагрузок, включение/отключение шунтов в узлах (КЗ), отключение ветвей. В дальнейшем – все, что потребуется</p>
УВ	<p>Изменение генераторов, отключение генераторов, изменение нагрузок, электрическое торможение. Учет запаздывания на ввод УВ. В дальнейшем – импульсная разгрузка</p>



Основные задачи разработки алгоритма расчета УВ по условиям обеспечения устойчивости в ПАР

- **Определение опасного сечения по статике (ОСстат).**

В отличие от динамики, до сих пор нет общепризнанного подхода к определению ОСстат. Анализ существующего положения дел приводит к необходимости разработки своего алгоритма определения ОСстат.

- Известны промышленные программы расчета УР ЭЭС с использованием метода Ньютона. Но нет ни одной программы в России, которая позволяла бы рассчитывать УР с учетом изменения частоты в ПАР.

Отсюда **задача разработки эффективного алгоритма расчета установившихся режимов ЭЭС с учетом изменения частоты в ПАР.**

- Известно, что предельные режимы во многом определяются вектором изменения режима (ВИР). В настоящей версии алгоритма применяется используемый в действующих ЦСПА **ВИР по возмущению**. О достоинствах и недостатках этого метода сказано ниже.

- Знание аварийно допустимого перетока в ОСстат и расчетного значения в ПАР позволяют определить величину разгрузки ОСстат, но при этом, аналогично динамической фазе, возникает **задача разработки алгоритма распределения УВ по частям ЭЭС, разделяемых ОСстат, и по отдельным объектам этих частей.**



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ