

## Применение систем телемеханики Siemens в энергетике

(Е-принт статьи для журнала "Автоматизация и ИТ в энергетике" №1, 2009, стр. 4-9.)

*В статье представлен комплекс программно-технических средств SICAM PAS компании Siemens, предназначенный для построения систем телемеханики и диспетчерского управления в энергетике. Рассмотрены функциональные возможности комплекса и опыт его внедрения на 16 тепловых станциях ТГК-7 и 2 ГЭС Поволжья.*

### Значимость телемеханики в энергетике

Большая энергетика — это уникальная производственная отрасль. Ни одно другое производство не требует столь четкой, скоординированной и согласованной работы всех поставщиков и потребителей продукции. Когда продукцией является электроэнергия, все крупные генерирующие предприятия и конечные потребители должны быть интегрированы в единую синхронную энергетическую систему. ЕЭС России объединяет сотни электростанций на территории восьми часовых поясов, общая установленная мощность которых превышает 170 ГВт.



Задачи управления режимами работы единой энергосистемы и обеспечение ее надежного функционирования и устойчивого развития предъявляют серьезные требования к системам обмена технологической информацией, которые

в профессиональной среде принято называть системами телемеханики. Системный оператор единой энергетической системы России, осуществляющий функции диспетчерско-технологического управления, четко регламентирует основные технические и функциональные характеристики систем обмена технологической информацией для всех участников балансирующего рынка электроэнергии, см. [1, 2].

Эти требования послужили причиной массовой замены систем телемеханики электростанций, так как эксплуатировавшиеся вплоть до последнего времени отечественные системы телеметрии, созданные 20-30 лет назад, безнадежно морально устарели, были физически изношены и не подлежали модернизации [3]. Лишь 2 года назад в ФСК ЕЭС констатировали печальные факты [4]:

- 70% устройств телемеханики, передающих телеинформацию в диспетчерские центры СО ЦДУ, морально и физически устарели;
- оборудование связи в основном является аналоговым, находится в эксплуатации в среднем 20-30 лет, в значительной степени изношено (75-80%);
- состав информации о режиме и состоянии оборудования составляет 30% от минимально необходимого.

В настоящее время Системный оператор имеет полномочия дисквалификации участников оптового рынка при обнаружении технической неготовности системы обмена технологической информацией с автоматизированной системой СО. Отключение энергогенерирующего предприятия от оптового рынка электроэнергии чревато весьма ощутимыми финансовыми потерями, поэтому руководство электростанций теперь с пристальным вниманием относится к выбору систем телемеханики.

Ключевыми критериями при выборе системы телемеханики являются функциональная полнота, надежность работы оборудования и программного обеспечения, совокупная стоимость владения (цена системы и ее обслуживания). Важной характеристикой функциональных возможностей системы телемеханики является спектр поддерживаемых ею протоколов обмена данными. В Советском Союзе, а затем и в России получили распространение такие протоколы телемеханики, как АИСТ (RPT), ТМ-512, ГРАНИТ, ТМ-800, РПТ, КОМПАС, УТК-1, УТМ-7. Некоторые производители систем телемеханики поддержку этих национальных протоколов позиционируют как неоспоримое преимущество, что в наши дни уже не совсем верно. Не обсуждая технические преимущества и недостатки данных протоколов, отметим, что они не отвечают принципам открытости и стандартизации интерфейсов. Гораздо более перспективными в этом отношении являются протоколы, принятые в качестве международных стандартов: семейство МЭК 60870-5, МЭК 61850, МЭК 60870-6. Их применение в системах телеметрии гарантирует аппаратную и программную совместимость компонентов всех крупных производителей.

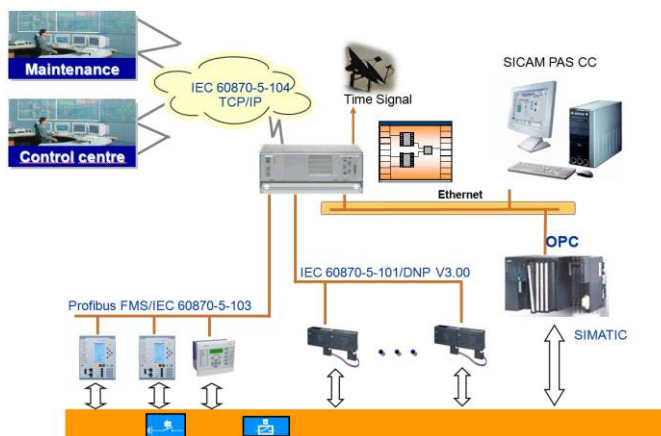
### ***SICAM PAS — разработка Siemens для систем телемеханики в энергетике***

Только часть из представленных сегодня на рынке ПТК для построения систем телемеханики способна обеспечить выполнение всех требований регламента и сделать систему диспетчерского управления эффективным инструментом поддержки и оптимизации производственного процесса. Среди таковых следует выделить SICAM PAS — разработку департамента передачи и распределения электроэнергии компании Siemens. Этот ПТК создавался с учетом всех современных международных стандартов, успешно зарекомендовал себя на мировом и отечественном рынках, полностью пригоден для эксплуатации в России.

SICAM PAS — открытая модульная цифровая система телеконтроля и телеуправления для электроэнергетики. В ней специфические для отрасли функции совмещены с гибкостью и универсальностью ПЛК и дополнены мощными коммуникационными возможностями современных средств связи.

Модульная структура аппаратуры и программного обеспечения SICAM PAS

обеспечивают высокую степень адаптируемости системы к особенностям конкретных предприятий. Заказчик имеет возможность из множества доступных компонентов выбрать только необходимые, не переплачивая за ненужную функциональность. Другим немаловажным достоинством SICAM PAS является бесшовная интеграция с любыми системами управления на базе техники SIMATIC в соответствии с исповедуемым Siemens принципом комплексной интегрированной автоматизации (Totally Integrated Automation — TIA). Это дает возможность объединения АСУ ТП и систем диспетчерского уровня управления и устранения избыточных взаимодублирующих элементов.



Ключевым аппаратным компонентом SICAM PAS является специализированная приемопередающая станция (ППС), работающая под управлением Windows XP Embedded. Станция является полностью необслуживаемой за счет отсутствия изнашивающихся и вращающихся элементов. Она имеет промышленное исполнение и характеризуется высокими показателями наработки на отказ всех компонентов, к примеру, 36 лет для центрального процессорного модуля. Число ППС может варьироваться от 1 до 6 в зависимости от сложности системы телемеханики и ее топологии. Для подключения ППС к аппаратуре станционного и диспетчерского уровней имеется широкий перечень интерфейсных компонентов, обеспечивающих связь по последовательным и TCP/IP-каналам. При необходимости система может комплектоваться аппаратными средствами приема сигналов точного времени GPS. В целях повышения надежности SICAM PAS может работать в конфигурациях с полным резервированием или с резервированием каналобразующей аппаратуры.



Программное ядро SICAM PAS реализует функции конфигурирования, отладки и диагностики системы, сбора данных и преобразования протоколов, а также является OPC-сервером. Ядро системы при необходимости может дополняться опциональными компонентами: коммуникационными драйверами для протоколов МЭК 61850, МЭК 60870-5-101/103/104, Profibus DP/FMS, Modbus, DNP 3.0, OPC-клиентом и виртуальным контроллером. Драйверы телекоммуникационных протоколов и OPC в режиме реального времени обеспечивают регистрацию измерительной информации и ее передачу на верхние уровни диспетчерского управления. Виртуальный (soft-logic) контроллер позволяет реализовать функции дорасчета данных и дает возможность дополнить или проконтролировать диспетчерское управление автоматическим.

Для организации человеко-машинного интерфейса в SICAM PAS используется полнофункциональная версия SCADA-системы SIMATIC WinCC, дополненная модулями, специально разработанными для решения задач оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Она предоставляет оперативному персоналу обширные возможности работы с системой: просмотр информации в виде индикаторов, графиков, гистограмм, текстовых сообщений, архивация данных и формирование отчетов, протоколирование действий пользователей; диагностика оборудования. SICAM PAS позволяет использовать клиент-серверные и многоэкранные варианты построения среды визуализации, а применение пакета WebNavigator дает возможность создания

“легких” клиентских приложений, ориентированных на web-интерфейс.

Следует отметить, что SICAM PAS — не единственное решение Siemens для систем телеметрии и диспетчерского управления. В зависимости от особенностей решаемой задачи SICAM PAS может дополняться или заменяться техническими и программными средствами SINAUT ST7, SICAM eRTU и SIPLUS RIC, SAT 1703:

- SINAUT ST7 — программно-технический комплекс для построения распределенных систем мониторинга и управления технологическим процессом в распределенных конфигурациях на основе станций управления SIMATIC S7, дополненных специальными программными и аппаратными компонентами. Дистанционное и автоматическое управление обеспечивается применением одной и той же аппаратуры. Поддерживаются выделенные линии (медный кабель или оптоволокно), частные радиосети, аналоговые телефонные линии, цифровые ISDN-сети, сети GSM [5].
- SICAM eRTU — модульная система телеуправления, основанная на программируемых контроллерах SIMATIC S7. Система обеспечивает высокопроизводительную обработку больших объемов данных в реальном времени, а специальные коммуникационные модули обеспечивают связь с центрами управления и интеграцию устройств уровня подстанции [6].
- SIPLUS RIC — семейство программных и аппаратных продуктов, ориентированных на построение систем телеуправления объектами, расположенными на значительных расстояниях друг от друга. В качестве базовой аппаратуры для построения таких систем находят применение программируемые контроллеры SIMATIC S7-300 и S7-400, а также компактные модули SIMATIC RIC Compact [7].
- SAT 1703 — комплекс оборудования и программного обеспечения, изначально разрабатывавшийся австралийской компанией VA Tech T&D, приобретенной концерном Siemens. Используется для автоматизации подстанций всех типов, от очень компактных систем среднего класса напряжения до очень больших систем сверхвысокого напряжения [8].

## **Измерители параметров электрической сети SENTRON PAC3200 и PAC4200**

Практическая польза, получаемая от применения систем телемеханики в энергетике, в значительной степени зависит от объема, точности и достоверности поступающей от объекта управления измерительной информации. Качество этой информации в свою очередь определяется выбором контрольно-измерительного оборудования. В системах телемеханики на нижнем уровне применяются специализированные многофункциональные приборы измерения параметров электрической сети.

Одними из лучших таких приборов по соотношению цена/функциональность являются устройства SENTRON PAC3200 [9] и PAC4200 [10].



SETRON PAC3200 представляет собой трехфазный щитовой измерительный прибор класса 0,5S для регистрации и отображения более чем 50 параметров электрической энергии, таких как напряжени, токи, мощность, работа электрического тока и частота с минимальными, максимальными и средними значениями. Он отличается особой компактностью и широкими функциональными возможностями.

Данный прибор имеет встроенный Ethernet-интерфейс (шины Modbus TCP или SEABus TCP) и разъем для модуля расширения, с помощью которого становится возможным подключение по Profibus DP и Modbus RTU.

Дополнительно в SETRON PAC3200 предусмотрен многофункциональный цифровой вход, который может использоваться, например, для регистрации импульсов счета или для контроля состояния коммутационных аппаратов и многофункциональный цифровой выход, позволяющий выдавать импульсы счета

активной или реактивной энергии, а также индицировать выход параметров за уставки.

Прибор имеет большой графический дисплей с подсветкой и кнопки для интерактивной работы и параметрирования, он поддерживает 9 языков, в том числе и русский. Степень защиты IP65 обеспечивается благодаря надежному уплотнению. В объем поставки входит программное обеспечение для комфортной и быстрой настройки приборов.

Немаловажным преимуществом прибора является относительно невысокая цена: около €400 с НДС.

PAC4200 является старшей моделью в линейке измерителей параметров электрической сети SETRON. У него повышена точность измерений (класс 0,2S), увеличено количество регистрируемых параметров (до 200), добавлена возможность разработки собственных экранных форм, встроен шлюз для интеграции в сеть Ethernet приборов с интерфейсом RS-485.

### **Практический опыт внедрения**

Одно из недавних внедрений SICAM PAS в России было выполнено на Жигулевской ГЭС в рамках проекта по разработке системы сбора и передачи информации (ССПИ) АСДУ. Жигулевская ГЭС является одной из крупнейших гидроэлектростанций в мире по мощности и выработке электроэнергии и самым первым гигантом отечественной энергетики.

ССПИ АСДУ была разработана для замены морально устаревшей и физически изношенной системы телемеханики на базе аппаратуры ТМ-512 и УТК-1. Учитывая многолетний успешный опыт применения оборудования Siemens SIMATIC на станции, новую систему телемеханики было решено реализовать на базе ПТК SICAM PAS. ССПИ АСДУ выполняет сбор информации о текущих аналоговых и дискретных параметрах и состоянии электрооборудования ГЭС, и передачу информации в оперативный измерительный комплекс СК-2003 объединенного диспетчерского управления (ОДУ) Средней Волги.

Все аналоговые электрические параметры по гидроагрегатам и присоединениям собираются непосредственно программно-аппаратными средствами ССПИ АСДУ. Часть дискретных и аналоговых параметров импортируется в цифровой виде из подсистем АСУ ТП ГЭС. Новая система телемеханики ССПИ предусматривает регистрацию более 1700 параметров телеизмерений и более 600 телесигналов.

Для регистрации электрических параметров используются измерители SIMEAS P 100, подключаемые по 4-проводной схеме с несбалансированной нагрузкой по фазам. Передача данных от измерителей параметров электрической сети и модулей распределенной периферии в ППС производится по промышленной шине Profibus DP. На физическом уровне шина Profibus организована с помощью комбинации электрических и оптоволоконных сегментов, в том числе резервированных.

Все данные, собираемые ППС, передаются в подсистему визуализации и архивации для предоставления клиентам ЛВС станции и хранения в базе данных. Для передачи данных в ОДУ Средней Волги используется протокол МЭК 60870-5-104, ориентированный на взаимодействие по ТСР/IP. Связь организована по резервированным выделенным каналам.

Вскоре после начала работ на Жигулевской ГЭС последовала разработка аналогичной системы на Саратовской ГЭС. Данная система имеет архитектуру, аналогичную ССПИ Жигулевской ГЭС, но в ней изначально реализовано полное горячее резервирование каналообразующей аппаратуры по всему тракту прохождения данных — от датчиков и измерительных преобразователей до оперативных измерительных комплексов предприятий СО ЦДУ. Для реализации такого резервирования потребовалось применение дублированной системы на базе контроллера SIMATIC S7-400N. Другими отличительными особенностями ССПИ Саратовской ГЭС являются расширенная диагностика сетевого оборудования и источников питания, а также возможность параллельной передачи информации в Саратовское региональное диспетчерское управление (РДУ) по протоколам МЭК 870-5-104 и МЭК 870-5-101.

Успешный опыт внедрения SICAM PAS на станциях Волжско-Камского каскада послужил одной из веских причин в пользу выбора данного решения при замене систем телемеханики и связи на 16 тепловых станциях Волжской ТГК в Самарской, Саратовской и Ульяновской областях. Внедренная система телемеханики и связи выполняет следующие задачи:

- измерение и сбор аналоговых параметров нормального режима работы электрической сети и силового оборудования;
- сбор данных о положениях коммутационных аппаратов;
- контроль достоверности получаемых данных;

- автоматическая синхронизация с внешним эталонным источником астрономического времени и присвоение всем измерениям меток времени с требуемой точностью;
- ведение архивов измеряемых и рассчитываемых значений;
- представление на АРМ оперативной, отчетной и ретроспективной информации;
- передача в автоматизированную систему системного оператора телемеханической информации по резервированным каналам в протоколах МЭК-870-5-104/101.



Система телемеханики реализована на базе SICAM PAS и коммуникационного оборудования Siemens и Муха. Данные о состоянии устройств противоаварийной автоматики импортируются из подсистемы регистрации аварийных событий на базе ПТК "Нева".

Период опытной эксплуатации систем показал высокую надежность оборудования и стабильность работы программного обеспечения SICAM PAS. В настоящее время все системы введены в промышленную эксплуатацию.

### **Выводы**

Системы телемеханики являются ответственной частью технического обеспечения энергогенерирующих предприятий. ПТК SICAM PAS, разработанный компанией Siemens, идеально подходит для построения систем телемеханики и соответствует современным мировым и российским стандартам. В настоящее время системы на основе SICAM PAS успешно эксплуатируются на многих российских энергогенерирующих предприятиях, в том числе на 16 тепловых станциях ТГК-7 и 2 ГЭС Поволжья.

## **Список литературы**

1. Регламент допуска к торговой системе оптового рынка (с изменениями от 30.01.2009).
2. Регламент оперативного диспетчерского управления электроэнергетическим режимом объектов управления ЕЭС России (с изменениями от 30.01.2009).
3. Шерешевский Л. А. Программно-технические средства Siemens для АСОДУ в энергетике. //Энергетика Татарстана. – 2007. – №1 (5).
4. Седунов В. Н. Потребности компаний Холдинга РАО "ЕЭС России" в оборудовании вторичных систем. Технические требования Холдинга РАО "ЕЭС России" к поставляемому оборудованию". Тезисы доклада на конференции "Реформа РАО ЕЭС России: импульс развитию электротехнической отрасли страны", 5 июня 2007.
5. [http://www.automation-drives.ru/as/products/simatic\\_net/sinaut/](http://www.automation-drives.ru/as/products/simatic_net/sinaut/)
6. [https://www.energy-portal.siemens.com/static/hq/en/products\\_solutions/1470\\_6md22.html](https://www.energy-portal.siemens.com/static/hq/en/products_solutions/1470_6md22.html)
7. [http://www.automation-drives.ru/as/download/ascat/simatic\\_net/sinaut/11\\_RIC\\_r.pdf](http://www.automation-drives.ru/as/download/ascat/simatic_net/sinaut/11_RIC_r.pdf)
8. [https://www.energy-portal.siemens.com/static/hq/en/products\\_solutions/1002624\\_kn03sat1703.html](https://www.energy-portal.siemens.com/static/hq/en/products_solutions/1002624_kn03sat1703.html)
9. [http://www.automation-drives.ru/cd/download/2/PAC\\_3200\\_2009\\_RU.pdf](http://www.automation-drives.ru/cd/download/2/PAC_3200_2009_RU.pdf)
10. [https://www.automation.siemens.com/cd/power-management-system/html\\_76/sentron\\_pac4200.htm](https://www.automation.siemens.com/cd/power-management-system/html_76/sentron_pac4200.htm)

## **Сведения об авторе**

Лев Аронович Шерешевский — к.т.н., зам. директора по технике в ООО НВФ «СМС». Телефон: (846) 269-15-20 доп. 113. E-mail: Lev.Shereshevsky@sms-automation.ru <http://www.sms-automation.ru>