



Система обмена технологической информацией ОАО «Концерн Энергоатом» с автоматизированной системой Системного оператора: особенности построения

Сергей Рычков

В предлагаемой статье представлено краткое техническое описание системы обмена технологической информацией ОАО «Концерн Энергоатом» с автоматизированной системой Системного оператора (СОТИ АССО). Описаны основные функции системы, её архитектура, принципы построения, преимущества.

Предпосылки к созданию

Необходимость автоматизации работы предприятий, особенно если речь идёт о крупных производителях или потребителях электроэнергии, сегодня ни у кого не вызывает сомнений. Очевидно, что любой серьёзный производственный цикл не может эффективно функционировать, если он не автоматизирован. Вместе с этой чисто экономической целесообразностью автоматизации существуют требования инфраструктурных организаций электроэнергетики, таких как ОАО «Администратор торговой системы» (ОАО «АТС»), ОАО «Системный оператор единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС») и других, выполнение которых необходимо для участия крупных предприятий на оптовом рынке электроэнергии и мощности (ОРЭМ). Ряд этих требований касается приведения систем телемеханики и связи в соответствие с регламентами ОРЭМ.

В начале 2007 года руководство ОАО «Концерн Энергоатом» приняло решение о создании систем телемеханики девяти атомных станций (филиалов концерна): Смоленской, Балаковс-

кой, Нововоронежской, Белоярской, Кольской, Курской, Ленинградской, Волгодонской и Калининской. К моменту начала работ все станции концерна были оснащены устаревшими системами телемеханики, не соответствовавшими требованиям, предъявляемым к участникам балансирующего рынка в части обмена технологической информацией с автоматизированной системой Системного оператора. В случае невыполнения этих требований могли быть применены штрафные санкции к концерну со стороны Администратора торговой системы.

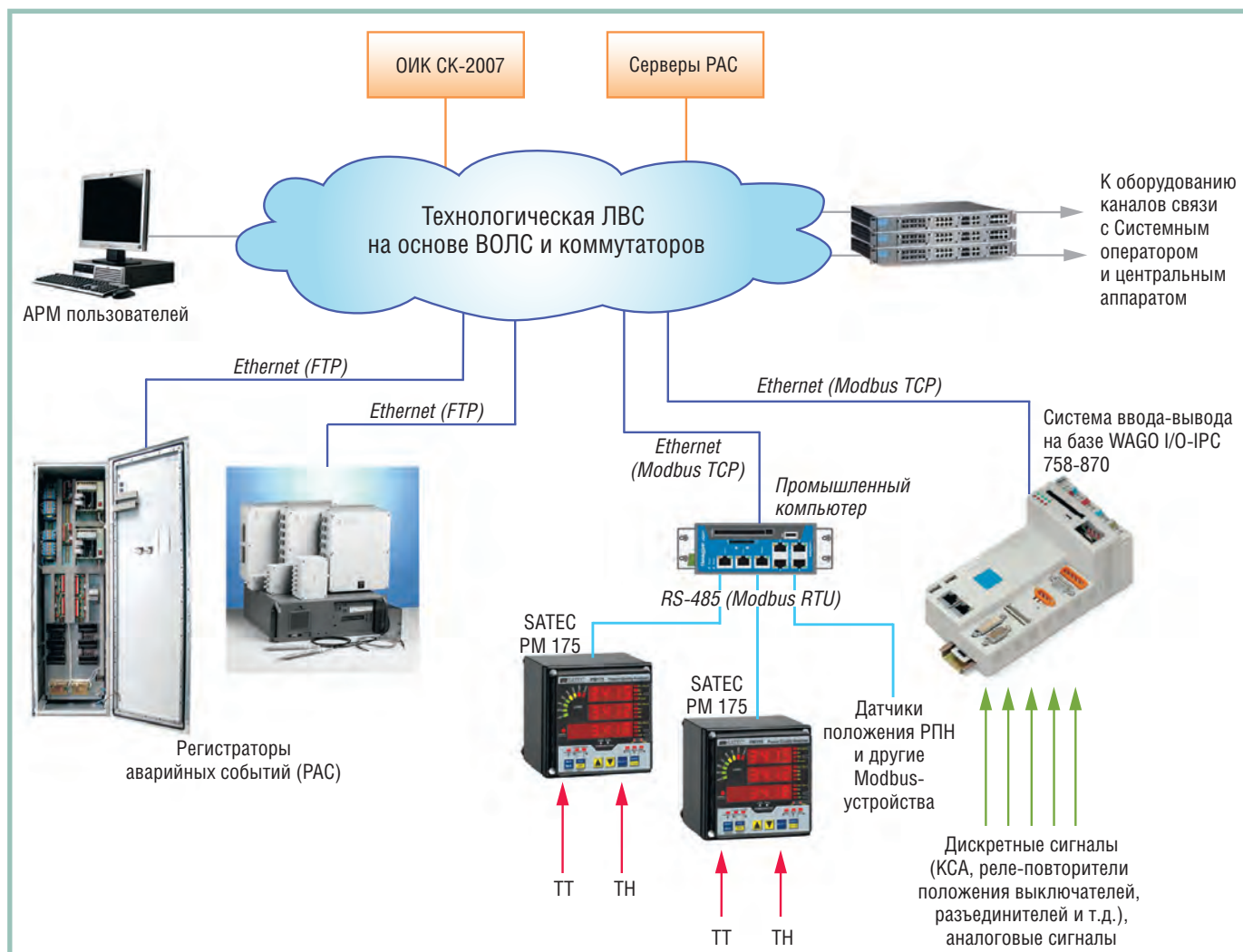
Создание системы обмена технологической информацией с автоматизированной системой Системного оператора (СОТИ АССО) было необходимо для решения ряда основных технологических, организационных и экономических задач. Первая из них, как уже было сказано, — выполнение требований ОАО «АТС» и ОАО «СО ЕЭС» к участникам рынка. Также система должна обеспечивать контроль режима работы электрической части каждой станции, его отображение для оперативного и административно-техничес-

кого персонала АЭС, передачу данных в соответствующие региональные диспетчерские управления.

В результате проведённого тендера генеральным подрядчиком на создание системы была выбрана компания ЗАО НПП «ЭнергопромСервис» (ЭНПРО).

Система предназначена для измерения параметров электрооборудования главных схем девяти атомных электростанций, сбора телемеханической информации и её передачи на диспетчерские пункты филиалов ОАО «СО ЕЭС» и в центральный аппарат ОАО «Концерн Энергоатом». Таким образом, можно говорить о создании девяти автономных систем, интегрированных на уровне центрального аппарата.

На начальном этапе проектирования системы перед разработчиками встала задача, касающаяся разработки концептуального решения, а именно: определение архитектуры системы и выбор программно-аппаратных средств (устройств телеизмерения и телесигнализации, принципов размещения оборудования, способов передачи данных). Следует отметить, что ещё на этапе предпроектного обследования было принято решение о соз-



Условные обозначения: ОИК — оперативно-информационный комплекс; РПН — регулятор напряжения силовых трансформаторов (регулирование под нагрузкой); PAC — регистратор аварийных событий; ТТ — трансформатор тока; ТН — трансформатор напряжения; КСА — контакт силовой аппаратуры.

Рис. 1. Структурная схема системы

дании в рамках проекта полноценного оперативно-информационного комплекса на каждой атомной станции с использованием современной SCADA-системы.

В настоящее время монтаж оборудования выполнен на всех станциях, и готовность системы по разным объектам составляет до 90%.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ

В общем виде основные принципы функционирования системы могут быть описаны следующим образом. Система состоит из подсистемы сбора и передачи информации нормального режима и подсистемы регистрации аварийных процессов/событий (рис. 1). Для сбора информации нормального режима в проекте предусмотрена установка на каждой атомной станции цифровых измерительных приборов SATEC PM 175, обеспечивающих измерение электрических параметров, а также установка датчиков

температуры, радиации, положения РПН (регулирование под нагрузкой — вид регулятора напряжения силовых трансформаторов) и других измерительных устройств. Помимо этого проектом предусмотрено использование контроллеров аналогового/дискретного ввода-вывода WAGO I/O, подключаемых к вспомогательным контактам либо к реле-повторителям коммутационных аппаратов (выключателей, разъединителей) и обеспечивающих сигнализацию положения коммутационных аппаратов главных схем атомных станций. Для регистрации параметров аварийного режима установлены специализированные регистраторы аварийных событий (рис. 2), обеспечивающие запись осциллограмм при возникновении аварий в электрической части АЭС. Перечисленные устройства были объединены при помощи вновь создаваемой локальной вычислительной сети (ЛВС) стандарта Ethernet, используя

шей медные и оптические кабели. Посредством ЛВС информация с измерительных приборов, устройств ввода сигналов и регистраторов аварийных событий собирается на серверах системы и с серверов передается заинтересованным пользователям как на атомных станциях, так и за их пределами, используя для этого каналы связи между станцией и филиалами Системного оператора, а также центральным аппаратом концерна. Создаваемая система охватывает главную схему (схему выдачи мощности) каждой атомной станции и в отдельных случаях первую ступень системы электроснабжения собственных нужд (сторона 6 кВ трансформаторов собственных нужд).

Сбор, обработка и передача телемеханической информации осуществляются оперативно-информационным комплексом (ОИК), представляющим собой группу серверов, работающих под управлением программного комп-



Рис. 2. Шкаф Rittal с цифровым регистратором аварийных процессов «Парма» для Смоленской АЭС

лекса СК-2007. ОИК обеспечивает опрос измерительных приборов и контроллеров по протоколу Modbus, обработку информации, её отображение на компьютерах АРМ пользователей и передачу в удалённые центры управления по протоколу МЭК 60870-5-104.

Проектом предусмотрено использование коммутаторов Cisco и Moxa, а также промышленных компьютеров ThinkCore IA-240. Коммутаторы обеспечивают функционирование технологической ЛВС, а промышленные компьютеры используются в качестве шлюза для преобразования интерфейса RS-485 в Ethernet и протокола Modbus RTU в Modbus TCP.

Создаваемые на атомных станциях ЛВС имеют топологию «звезда» или «кольцо» в зависимости от географических особенностей той или иной станции. Применяемые технические средства являются универсальными, что позволило ЭНПРО построить технологические сети обоих видов, причём для ЛВС топологии «кольцо» используется фирменная технология Moxa — TurboRing, обеспечивающая быстрое восстановление сети при выходе из строя одного из сегментов. Оборудование СОТИ АССО размещается в технологических помещениях АЭС, в том числе на релейных щитах, центральных и блочных щитах управления. По причине плотной компоновки оборудования в указанных помещениях установка новых технических средств зачастую представляла собой сложную задачу для проектирования и монтажа.

Системы ввода-вывода WAGO I/O

Благодаря обеспечиваемой гибкости построения узлов сети и максимальному удобству монтажа контроллеры WAGO I/O серии 758 (WAGO I/O-IPC 758-870) и системы удалённого ввода-вывода на их базе нашли своё применение в создаваемой СОТИ АССО.

Системы удалённого ввода-вывода WAGO I/O (рис. 3) обладают следующими достоинствами:

- широкий спектр дискретных, аналоговых и специализированных модулей ввода-вывода, позволяющих реализовать большое разнообразие необходимых в проектах систем сбора данных;
- модульность системы, позволяющая гибко конфигурировать состав и функциональность каждой отдельной точки сбора данных в соот-

ветствии с конкретными потребностями;

- наличие у отдельных моделей контроллеров двух интерфейсов Ethernet, обеспечивающих возможность построения системы опроса с резервированными каналами связи;
- использование среды разработки CoDeSys, поддерживающей пять стандартных (МЭК 61131-3) языков программирования контроллеров;
- расширенный диапазон рабочих температур оборудования WAGO, позволяющий установить его во всех необходимых помещениях без использования дополнительных средств поддержания требуемых условий эксплуатации.

Шкафы Rittal

Значительная часть оборудования системы была смонтирована в отдельных модульных шкафах Rittal (рис. 4). Об этих шкафах следует рассказать отдельно. Шкафы Rittal являются современным корпусным решением для информационных систем и обладают рядом преимуществ благодаря простоте монтажа. Наличие универсальных монтажных комплектующих, а также соблюдение принципа модульности монтажа позволяют использовать эти шкафы в проекте как оптимальные для решения поставленных перед подрядчиком задач.

Шкафы Rittal предоставляют разработчику информационных систем неограниченные возможности по наполнению и размещению. Шкафы обеспечивают доступ при монтаже оборудования со всех сторон. Благодаря высокой нагрузочной способности шкафов имеется возможность максимально плотно их укомплектовывать. Конструкция шкафов предусматривает уста-



Рис. 3. Контроллер WAGO I/O, смонтированный в шкафу Rittal, для Калининской АЭС



Рис. 4. Шкаф Rittal с датчиками телеизмерений SATES и контроллерами WAGO I/O для Ленинградской АЭС

новку их в линейку, причём такое расположение никак не влияет на удобство монтажа и пространство для прокладки кабеля. Хочется также отметить наличие системы контроля микроклимата, благодаря которой обеспечивается охлаждение чувствительной электроники в шкафах, серверов и сетевого оборудования системы. Эти шкафы также обеспечивают высокую доступность при монтаже и обслуживании оборудования. Максимально изменяемая и надёжная конструкция стойки сочетается с наличием пяти встроенных систем: энергоснабжения, охлаждения, безопасности, контроля шкафов и дистанционного управления.

В целом можно отметить, что шкафы Rittal полностью соответствовали поставленным задачам благодаря следующим своим преимуществам:

- универсальные комплектующие, позволяющие выполнить сложный монтаж шкафа или группы шкафов;
- симметричная концепция, позволяющая производить соединение шкафов в линейку;
- удобная установка компонентов системы контроля микроклимата;
- модульность, обеспечивающая гибкость компоновки разнообразных типов оборудования;
- повышенные надёжность, нагрузочная способность и износостойкость,

обеспечивающие возможность эксплуатации в различных условиях;

- современный дизайн;
- степень защиты до IP55;
- безопасность, обеспечиваемая системой замков.

ПРЕИМУЩЕСТВА СИСТЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕЁ РАЗВИТИЯ

Важно отметить, что СОТИ АССО имеет возможность развития в АСУ ТП электрической части каждой атомной электростанции концерна. На каждой АЭС создаётся технологическая локальная вычислительная сеть на базе волоконно-оптических линий связи, охватывающая все функционально важные узлы объекта автоматизации, такие как энергоблоки, распределительные устройства, щиты управления и другие. Оборудование ЛВС имеет значительный запас свободных жил оптического кабеля и резервных портов коммутаторов, что позволяет беспрепятственно наращивать информационную ёмкость системы. Например, использование технологической сети СОТИ АССО для связи устройств системы мониторинга переходных режимов позволит в ближайшей перспективе значительно снизить капитальные затраты на её создание.

СОТИ АССО позволит оперативно получать достоверную информацию о режиме работы электрооборудования главных схем АЭС, снизить трудоёмкость управления технологическими процессами, вести протокол текущих и аварийных событий, а также оптимизировать электрические режимы станций. Описанные функциональные особенности являются характерными для систем такого класса, однако применяемое программное обеспечение, аналогичное установленному в филиалах ОАО «СО ЕЭС», делает эту систему более удобной для эксплуатации персоналом атомных станций.

Особенность решения, предложенного специалистами ЭНПРО, — обеспечение оперативной информацией не только персонала АЭС и Системного оператора, но и значимых подразделений концерна — кризисного центра (КЦ) и сбытовых подразделений. Создаваемые в сбытовых подразделениях и КЦ оперативно-информационные комплексы отображают телеинформацию со всех атомных станций. Это позволяет персоналу сбытовых подразделений оперативно взаимодействовать с ОАО «АТС» и ОАО

«СО ЕЭС» по вопросам планирования и ведения электрических режимов, согласования графиков ремонта оборудования АЭС, формирования заявок на поставку электроэнергии и мощности на РСВ (рынок на сутки вперёд), отчётных данных по обороту электрической энергии и контролю информации системы коммерческого учёта электроэнергии. Для функционирования КЦ, являющегося основным информационно-управляющим элементом в системе предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях концерна, эта информация просто необходима.

Предложенное компанией ЭНПРО решение не только удовлетворило требованиям всех поставленных задач, но также обеспечило ряд преимуществ, которые получил заказчик. В первую очередь можно отметить модульность построения системы. Проблема несовместимости оборудования и программного обеспечения разных производителей остаётся актуальной для многих предприятий, эксплуатирующих АСУ. Системы, построенные на «закрытых» фирменных решениях, ставят предприятие в зависимость от конкретного производителя и его оборудования. В отличие от таких решений система СОТИ АССО построена по модульному принципу и выполнена на базе стандартного оборудования промышленного назначения, выпускаемого ведущими мировыми фирмами-производителями. Благодаря используемым в системе стандартным интерфейсам и протоколам заказчик в ходе эксплуатации получит возможность не только заменить любой модуль на аналогичный без потери функциональности и работоспособности системы, но и подключить не предусмотренные проектом устройства.

Комплекс СОТИ АССО позволит повысить надёжность энергосистемы, обеспечит полноценное взаимодействие между сбытовыми подразделениями концерна и Системным оператором, включая его филиалы — объединённые и региональные диспетчерские управления, а также позволит повысить эффективность участия ОАО «Концерн Энергоатом» на оптовом рынке электроэнергии и мощности.

Представленная в статье система планируется к передаче в опытную эксплуатацию в конце 2009 года. ●

E-mail: sergey.rychkov@mail.ru