

## Технические средства для автоматизации объектов энергетики

Свидерский А. Г., канд. техн. наук, Херпель Х., инж., Кишкин В. Л., канд. техн. наук  
ЗАО "Интеравтоматика" - Siemens PG - ФГУП "ВНИИА им. Духова"

Задачи управления в энергетике характеризуются широким спектром требований к быстродействию, надежности, готовности, организации операторского интерфейса, к условиям эксплуатации и потребительским функциям, таким как эффективность применения, функциональность, простота обслуживания, наличие сервиса и др. Все это формирует требования к программно-техническим комплексам (ПТК) и указывается в отраслевых руководящих документах.

Многолетний опыт работы фирмы Siemens на мировом рынке, а также опыт ЗАО "Интеравтоматика" в области разработки и внедрения АСУ ТП в России показывают, что применение разумно построенных в аппаратном и программном плане

ПТК позволяет получить реальный эффект от автоматизации.

Современные ПТК дают возможность создать надежно и эффективно работающую систему в весьма короткие сроки, что крайне важно для задач модернизации. Сокращение сроков связано с применением отработанных решений (как в части ПТК, так и в части прикладных задач) с использованием ПТК, исходно разрабатываемых как система, с наличием мощных многопользовательских средств разработки и внедрения, с всесторонней допоставочной проверкой оборудования.

Всеми этим требованиям отвечают системы, базирующиеся на технике фирмы Siemens, используемые в практике ЗАО "Интеравтоматика".

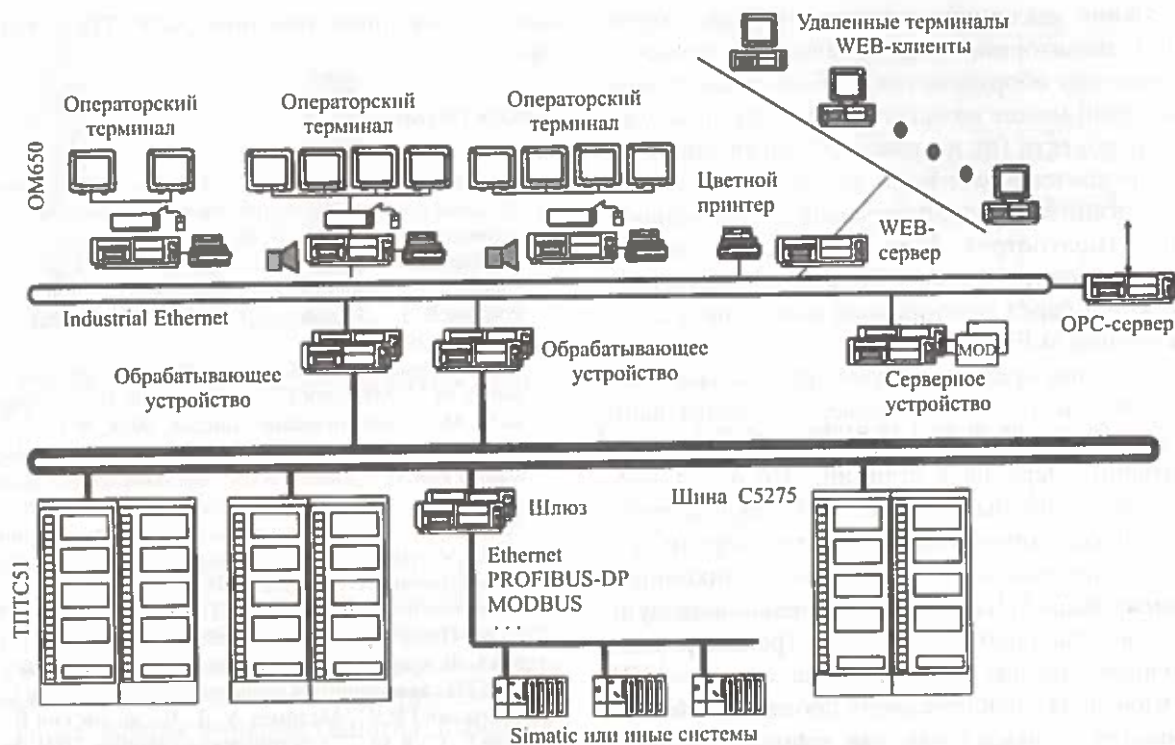


Рис. 1. Обобщенная структура Teleperm XP-R

Средства автоматизации для энергооборудования. В своем развитии микропроцессорные средства управления фирмы Siemens прошли путь от простейших систем до комплексных распределенных систем с развитыми возможностями реализации, так называемых, IT-решений.

Наиболее массовыми задачами контроля и управления на ТЭС являются задачи управления тепломеханическим оборудованием. Для их решения применяются ПТК Teleperm XP-R и Simatic PCS7 PS. Далее показано, как эта техника в комплексе со специализированной техникой применяется и для решения задач контроля и управления электротехническим оборудованием.

Торговая марка Teleperm появилась в 80-х годах XX века. Первые системы Teleperm были аналоговыми, а потом появился ПТК Teleperm-M – первая микропроцессорная система. Затем эта система, а важно подчеркнуть, что Teleperm изначально разрабатывался и развивался как система, в своем развитии прошел несколько стадий. Последний вариант системы Teleperm XP и XP-R находится сейчас в серийном производстве и активно внедряется на электростанциях в России и по всему миру.

**ПТК Teleperm XP-R**, обобщенная структура которого показана на рис. 1, выпускается в России во ВНИИА им. Духова под маркой ТПТС51 и предназначен для автоматизации крупных энергообъектов: энергоблоков, котлов, турбин и др. Комплекс имеет модульную структуру и является проектно-компоновемым. Изначально ориентированный на автоматизацию в энергетике, ПТК име-

ет очень высокие показатели надежности и готовности (порядка 0,9999...), устойчивости к воздействиям факторов окружающей среды, таких как температура, электромагнитные поля, высокочастотные излучения, механические воздействия (вибрация, удары и др.). Важной особенностью является возможность глубокой самодиагностики и диагностики объектов контроля и управления подключенных к ПТК.

В настоящее время комплекс принят в качестве базового для объектов атомной энергетики.

ПТК Teleperm XP-R (ТПТС51) представляет собой мультимикропроцессорный программно-технический комплекс распределенного управления.

Основой является система автоматизации AS220EA, которая обеспечивает принцип функциональной децентрализации. Она состоит из, так называемых, функциональных модулей. Каждый из модулей имеет собственный микропроцессор, память, каналы ввода-вывода информации и, по существу, представляет собой автономный контроллер, способный самостоятельно решать достаточно крупную технологическую задачу управления.

Для решения различных (типовых) задач имеется несколько видов модулей, которые отличаются набором каналов ввода-вывода и дополнительными функциями базового программного обеспечения.

Система AS220EA – проектно-компоновемое изделие. Она может быть в резервированном и не-

резервированном варианте. Причем, глубина резервирования задается проектировщиком АСУ ТП.

Резервирование производится по принципу "1 из 2-х – горячий резерв". Все переключения производятся автоматически, причем, все необходимое для переключения элементы расположены на модулях и для резервирования не требуется каких-либо внешних схем.

В связи с очевидной избыточностью вычислительной мощности каждый модуль помимо собственно технологической программы управления выполняет большой объем диагностических и сервисных функций, позволяющих анализировать состояние внешних цепей, периферийного оборудования, а также состояние "своего" и резервирующего его модулей.

Обмен между системами АС происходит по резервированным цифровым каналам двух типов, при этом максимальная удаленность без принятия специальных мер – 4 км.

Исходный вариант ППТС51 позволял решать весь комплекс задач управления тепломеханическим и электротехническим оборудованием, за исключением реализации электронного регулятора частоты вращения турбоустановок, функций противоаварийной автоматики (ПАА) и противоразгонной защиты.

В результате совместных усилий ЗАО "Интер-автоматика", фирмы Siemens и ВНИИА им. Духова был разработан ряд дополнительных модулей в составе Teleperm XP-R, которые позволили решить и перечисленные ранее задачи. На настоящий момент Teleperm XP-R позволяет в рамках одного ПТК, с едиными механизмами взаимодействия между элементами, едиными средствами проектирования и богатыми средствами взаимодействия с оперативным персоналом решить весь круг задач контроля и управления на современных энергоблоках, в том числе и в полном объеме задачи первичного и вторичного регулирования частоты и мощности, включая электронное регулирование частоты вращения турбины.

Применение электронных регуляторов частоты вращения не только существенно повышает качество регулирования, но и облегчает реализацию автоматизированного выполнения ряда сервисных функций по испытаниям и проверкам системы регулирования и защиты турбины, диагностике регулирования и парораспределения и др.

Выполнение функций управления турбиной на средствах, однотипных с АСУ ТП всего энергоблока, существенно упрощает реализацию следующих задач:

- регулирование частоты и мощности энергоблока;
- автоматизация пуска турбины;
- противоразгонная защита турбоагрегата.

Решение всех задач контроля и управления турбиной в рамках единого ПТК позволяет использовать единый операторский интерфейс с опти-

мальными динамическими характеристиками и единую инженерную станцию для проектирования, наладки и обслуживания всей АСУ ТП. Существенно облегчается обслуживание АСУ ТП блока, выполненной на единых технических средствах.

Наконец, есть еще одно важное организационное удобство: за обеспечение качества работы автоматики на блоке, в том числе за выполнение требований к системе регулирования частоты и мощности и за автоматизацию пуска блока, отвечает единый подрядчик, что дает заказчику уверенность в реализации всех функций регулирования частоты и мощности с обеспечением требуемых характеристик в минимально короткие сроки.

В качестве примера можно привести АСУ ТП ГТУ-110 на Ивановской ГРЭС, включающую, в частности, все задачи управления газовой турбиной (регулятор частоты, противоразгонную защиту и др.), выполненные на базе ПТК ППТС.

В России и странах СНГ Teleperm XP-R применен на многих электростанциях с блоками 800, 500, 300, 200 МВт для управления котлами и турбинами на станциях с поперечными связями, для управления ГТУ, ПГУ, решения задач САУЧМ. Практический опыт его внедрения подтверждает высокие эксплуатационные характеристики.

Верхний уровень ПТК представлен информационно-вычислительными комплексами различной производительности. Возможно масштабирование от одиночной операторской станции, решающей, однако, все задачи предоставления информации, архивирования, расчетов и др., до многомашинного комплекса с десятками рабочих мест, способного обслуживать десятки тысяч сигналов и объектов управления.

Существенной частью Teleperm XP-R является комплексная система оперативного контроля и управления, а также решения информационных задач ОМ650.

Система ОМ650 – распределенная система, проектно-компонованная от минимальной конфигурации до многомашинного комплекса. В ОМ650 используются операционная система UNIX SCO и стандартные программные компоненты motif, X-Windows и др.

Существенным отличием ОМ650 от других систем является ее высокая готовность к внедрению на объектах энергетики. Общесистемный объектный подход позволяет при проектировании пользоваться понятием объекта контроля и управления, например, задвижка, регулятор, измерение и др., на всех уровнях иерархии системы, что обеспечивает единство информации, единство представления объекта и его поведения.

Существенным достоинством системы ОМ является "встроенная" возможность предоставлять данные о состоянии типовых объектов с различным уровнем детализации. Например, "бантик"

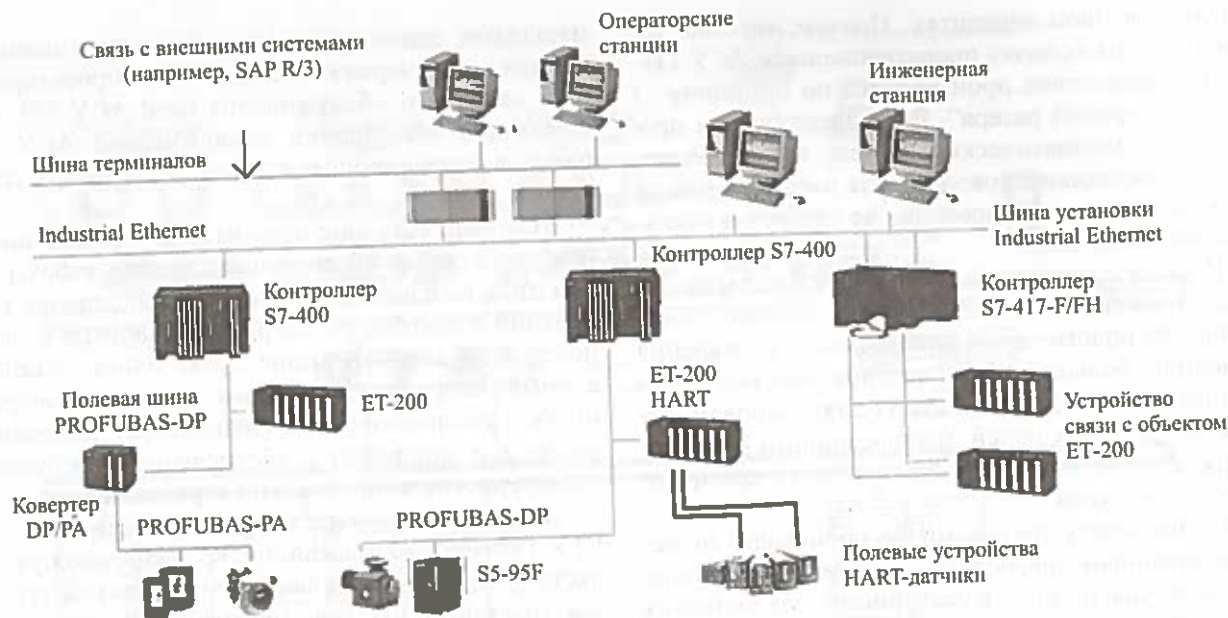


Рис. 2. Обобщенная структура PCS7 PS

клапана на мнемосхеме разворачивается в окно управления или в детальное окно управления, или в видеограмму, показывающую алгоритм формирования сигналов на входе данного объекта и др.

По отношению к обычным SCADA-системам OM650 обладает рядом свойств, крайне важных для энергетических объектов. Это – возможность построения четкой технологической иерархии, система технологической сигнализации, отслеживающая технологическую вложенность объектов сигнализации, имеющая возможность подавления и фильтрации сигналов в зависимости от ситуации, возможность быстрого перехода к источнику сигнализации и др.

Система OM позволяет программировать расчеты в графической форме путем взаимного соединения элементов так, как это делается при программировании контроллеров.

Среди новых элементов OM650, которые уже широко используются на российских объектах, следует отметить WEB-сервер и OPC-сервер. Обе эти компоненты предназначены для связи Teleperm XP-R (OM650) с внешним миром.

WEB-сервер обеспечивает возможность представлять информацию в виде кадров, определенных в OM650, на экранах компьютеров, оснащенных стандартными WEB-браузерами. При этом обеспечиваются все функции OM650 на удаленном рабочем месте. Система паролей и защит позволяет предоставить пользователям различные права. Эта компонента особенно удобна при наладочных работах для предоставления текущих данных и истории процессов в цехах ТЭС и др.

OPC-технология позволяет подсоединиться к данным (измерениями, управлениям, состояниям и др.), имеющимся в OM650, со стороны внешних систем, имеющих OPC-клиентскую часть. Это ре-

шение очень удобно для связи между системами разных производителей, а также для передачи данных в программы специальных расчетов, в АСУП и др. Причем, данные можно вставлять в офисные приложения, такие как Word, Excel, что позволяет, например, сформировать отчеты и другие документы.

Teleperm XP-R особенно эффективен при управлении большими и средними объектами со сложными разветвленными алгоритмами управления. Обладая развитыми свойствами диагностики и самодиагностики, функционально распределенной структурой и высокой надежностью и готовностью всех компонентов, Teleperm XP-R обеспечивает надежную и экономичную эксплуатацию технологического объекта при низком уровне эксплуатационных расходов.

Существенным достоинством ПТК ТПТС1 является то, что он полностью выпускается в России на государственном предприятии, обеспечен сервисом и запчастями на срок службы.

Для решения задач контроля и управления небольшими и средними объектами, для автоматизации основного и вспомогательного оборудования ТЭС применяется ПТК PCS7 PS. Этот комплекс построен на базе серийных средств Simatic S7, дополненных специализированными для нужд энергетики функциями и модулями.

Общая структура комплекса PCS7 PS (рис. 2) обладает высокой гибкостью, наличием в арсенале устройств различной производительности, степени защиты, сложности. Это позволяет строить системы, оптимально отвечающие конфигурации объекта, требованиям к надежности и функциональности. В составе ПТК имеются возможности создания отказобезопасных (fail – safe) "F"-структур, структур с высокой готовностью – "H" и "FH"-

структур. В PCS7 PS широко представлены средства операторского интерфейса: от простейших панелей, устанавливаемых по месту, до многоадресных резервированных систем структуры клиент – сервер, обслуживающих десятки рабочих мест. Крупное внедрение PCS7 PS в России намечено на Сочинской ТЭС.

Условно область применения ПТК Teleperm XP и PCS7 PS показана на рис. 3. На этом же рисунке показано развитие PCS7 PS от версии к версии.

В настоящее время ПТК PCS7 PS бурно совершенствуется, растут мощность и функциональные возможности контроллеров, развивается программное обеспечение, расширяются сферы применения.

ПТК PCS7 PS является модульной системой, вобравшей в себя достижения “мира Simatic”. В области получения данных от технологического процесса и управления приводом в настоящее время имеется широкий спектр возможностей от традиционного ввода-вывода информации до обслуживания интеллектуальных датчиков, приводов, подключенных к контроллерам через стандартные “полевые” шины PROFIBUS-DP, PA и др. Контроллерный уровень представлен контроллерами разной мощности. Важнейшими чертами этого уровня являются: высокая надежность и готовность, резервирование и формирование отказобезопасных структур (fail-safe), возможность горячей замены модулей и on-line изменение программного обеспечения.

Верхний уровень системы WinCC позволяет создавать резервированные структуры клиент – сервер, предоставляет WEB- и OPC-сервер, базируется на Windows. WinCC является одной из самых мощных SCADA-систем в настоящее время.

ПТК PCS7 PS, так же как и Teleperm, является модульной проектно-компонованной системой, поддерживающей идеологию объектного подхода, причем, библиотеки обеих систем практически идентичны и соответствуют международной и российской практике управления и представления информации на энергетических объектах.

В составе PCS7 PS применяется ряд специальных решений, одним из которых является реализация задач регулирования турбоагрегатов. Для этого в составе PCS7 PS имеются специальные модули, позволяющие прецизионно измерять частоту (по трем каналам), значения аналоговых и дискретных параметров и выдавать соответствующее управление. Модули резервируются и имеют встроенную диагностику. В целом решение обеспечивает цикл расчета (ввода, расчета и вывода информации) на уровне 0,5 – 1 мс.

Существенным элементом обеих систем является наличие мощных средств разработки и программирования. Исторически такие средства первоначально появились в Teleperm и достигли наивысшего развития в инженерной станции ES680.

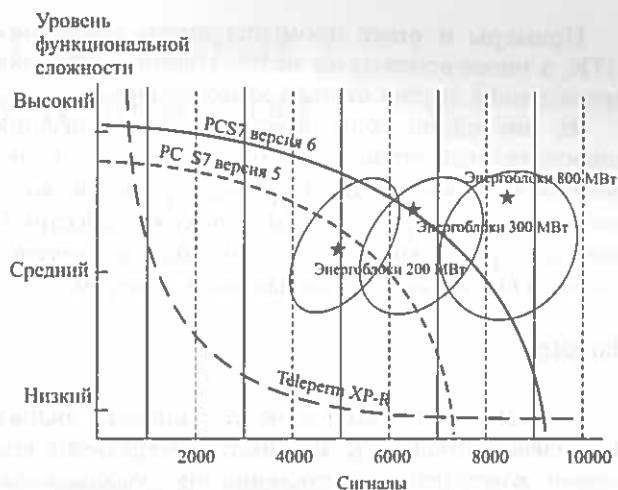


Рис. 3. Области применимости систем (условно)

PCS7 PS также имеет развитые средства разработки.

Важным свойством инженерных средств является возможность проектирования как “сверху вниз”, так и “снизу вверх”, а также единство разработки программного обеспечения контроллеров и операторских станций.

Все средства проектирования и программирования построены на базе графических языков, не требующих знаний программирования.

Управление электротехническим оборудованием электростанций может быть разделено на управление в аварийных и нормальных режимах. Для аварийных режимов имеется система релейной защиты и автоматики (РЗА) SIPROTECT. Это современные микропроцессорные модульные устройства, позволяющие реализовать все необходимые защиты оборудования и линий, провести измерение параметров нормального и аварийного режимов, провести осциллографирование аварий. Устройства SIPROTECT позволяют связать их в единую сеть и объединить с устройствами оперативного и диспетчерского управления SICAM SAS или PCS7 PS и Teleperm XP-R.

Все перечисленные ранее ПТК могут объединяться в единую систему. Причем, при необходимости возможно комбинирование отдельных устройств для достижения оптимальных показателей. Объединение происходит на базе промышленных стандартов передачи данных и сетей различного уровня иерархии, наличия необходимых шлюзов. В качестве примера можно привести АСУ ТП энергоблока № 1 Березовской ГРЭС-1, в рамках которой управление энергоблоком выполнено на Teleperm XP-R, а система управления обдувкой (поставки фирмы “Clyde Bergemann”) выполнена на Simatic S7. Обе эти части объединены и управляются как единое целое с рабочих мест оператора блока через систему OM650.

Примеры и опыт промышленного внедрения ПТК, а также аспекты их эксплуатации и развития приведены в других статьях этого номера.

За последние годы изменилась организация энергетической отрасли, РАО "ЕЭС России", конкретных электростанций. Переход к рыночным отношениям и реструктуризация электроэнергетики, вывод непрофильного бизнеса из состава электростанций выдвигают новые задачи и перед АСУ.

## Выводы

В настоящее время для российского рынка предлагается ряд ПТК, полностью решающих все задачи контроля и управления на современной электростанции.

Предлагаемые комплексы оптимизированы для решения соответствующего круга задач и могут быть объединены в единую систему.

Все ПТК ориентированы на проектный способ создания и отличаются высокой степенью завод-

ской готовности технических средств и программного обеспечения, что позволяет четко прогнозировать конечный результат внедрения, минимизировать затраты на создание конкретной АСУ ТП и сократить время наладки и ввода в эксплуатацию.

Все ПТК имеют открытую структуру, позволяющую легко объединять их между собой и с ПТК других производителей, например, при комплектной поставке последних с технологическим оборудованием. Используются стандартные интерфейсы и технологии, например, OPC.

Все комплексы прошли апробацию в России и адаптированы к российским условиям.

Опыт применения комплексов в составе действующих АСУ ТП подтверждает их эффективность, низкие затраты на сопровождение и обслуживание, высокую надежность и готовность.

Все применяемые средства имеют необходимые сертификаты.