

АСУТП ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ РОССИЙСКОГО ПТК "КОСМОТРОНИКА-ВЕНЕЦ"

А.С. Побожей (ЗАО "ПИК Прогресс"),
С.В. Кондратьев (ЗАО "ИК Кварц")

Рассмотрены отличительные особенности АСУТП, создаваемых на базе ПТК "Космотроника-Венец". Описаны базовые технические средства ПТК. Приведены примеры реализации отдельных узлов АСУТП, введенных в эксплуатацию на ряде крупных энергетических объектов.

ПТК "Космотроника-Венец" разработан и серийно выпускается российской компанией ЗАО "Промышленно-инновационная компания Прогресс" (Москва), основанной в 1991 г. Главное направление работ компании — разработка, производство и внедрение АСУ для промышленных объектов. Компания имеет опыт большой практической работы в энергетике, нефтегазовой промышленности и железнодорожном транспорте.

За прошедшие годы в энергетической отрасли компанией на базе ПТК "Космотроника-Венец" были выполнены несколько крупномасштабных проектов: АСУТП блоков №1, 2, 6 (800 МВт) Сургутской ГРЭС-2 и блоков №1 и 2 Нижневартовской ГРЭС; АСУТП мазутонасосного хозяйства Нижневартовской ГРЭС; АСУТП газотурбинной электростанции (ГТЭС) Игольско-Талового месторождения ОАО "Томскнефть" (4 энергоблока по 6 МВт).

В 2005 г. завершены работы по следующим проектам: АСУТП блока №4 800 МВт Сургутской ГРЭС-2; АСУТП блока №4 200 МВт Тюменской ТЭЦ-2; АСУТП подстанции "Усть-Алексеевская" 110 кВ ОАО "Вологдаэнерго".

Стратегическим партнером ЗАО "ПИК Прогресс" в области создания АСУТП является группа компаний "Союзэнергоинжиниринг", сотрудничество с которой позволяет предложить заказчику генеральный подряд на весь цикл создания АСУТП, включая:

- обследование объекта автоматизации, разработку концепции автоматизации и технического задания на АСУТП;
- разработку техно-рабочего проекта АСУТП, включая компоновку и планы размещения оборудования, чертежи архитектурно-строительной части, монтажные чертежи КИПиА и вторичной коммутации, кабельные журналы, спецификации на оборудование и материалы по всем частям проекта, рабочие сметы, сводный сметный расчет;
- разработку алгоритмического обеспечения, включая видеодиаграммы, алгоритмы технологических защит, блокировок, АВР, авторегуляторов, сигнализации, шаговых программ (ФГУ), информационно-расчетных задач;
- разработку проекта ПТК;
- заводские испытания и поставку ПТК;
- поставку "полевого" оборудования АСУТП и технологического оборудования;

- обучение персонала;
- строительные и электромонтажные работы;
- пусконаладочные работы, включая "холодную" наладку, по-узловое и комплексное апробирование, сдачу в опытную эксплуатацию, режимную наладку;
- приемо-сдаточные испытания и ввод АСУТП в промышленную эксплуатацию;
- гарантийное и послегарантийное сопровождение;
- эксплуатацию АСУТП (при необходимости).

Ведущим подразделением группы "Союзэнергоинжиниринг" в области проектирования АСУТП является Екатеринбургский филиал ЗАО "ИК Кварц".

Отличительные особенности АСУТП, создаваемых на базе ПТК "Космотроника-Венец"

Сквозное проектирование с использованием единых баз данных (БД)

Проекты АСУТП энергоблоков 800 МВт №1, №2 и №4 Сургутской ГРЭС-2, энергоблока №2 Нижневартовской ГРЭС, ГТЭС Игольско-Талового нефтяного месторождения, Тюменской ТЭЦ-2 полностью выполнены в форматах БД. Клеммные соединения во всех кроссовых шкафах ПТК, в сборках задвижек, в промежуточных соединительных коробках и шкафах, в стендах датчиков и т.п., жилы всех силовых и контрольных кабелей "полевого" уровня и кабелей ПТК — все это является информацией, представленной в виде БД соединений проекта АСУТП. Например, БД для энергоблока 800 МВт содержит более 140 000 записей.

Проектная документация является отчетами из БД, внешний вид которых полностью соответствует требованиям ГОСТов и может ничем не отличаться от "традиционной" документации, выполненной, например, в графическом редакторе AutoCAD. БД содержит не только информацию по "полевному" уровню, но и информацию по ПТК: адрес сигналов в кроссовых шкафах ПТК, номер контроллерной стойки, модуля, канала в ПТК, информацию по участию сигналов в технологических алгоритмах и на видеодиаграммах АРМ.

Таким образом, БД содержит всю информацию по каждому сигналу начиная от места его формирования (первичного измерительного преобразователя (датчика) или исполнительного механизма) до задач, в которых он используется.

Преимущества такого подхода к проектированию очевидны: увеличение скорости проектирования; значительное уменьшение числа ошибок при проектировании в связи с тем, что на несколько порядков возрастают возможности по анализу и проверке проекта; практически полное исключение ошибок на границах стыковки ПТК и оборудования "полевого" уровня; существенное облегчение монтажа и наладки АСУТП (при сопровождении монтажа и наладки АСУТП нового энергоблока 800 МВт Нижневартовской ГРЭС бумажными копиями проектной документации практически не пользовались); облегчение эксплуатации АСУТП, то есть, если требуется определить место неисправности, возможен быстрый доступ к актуальной информации по любому каналу "снизу-доверху" (на Нижневартовской ГРЭС на оперативных АРМ специалистов АСУТП установлена программа разработки ЕФ "ИК КВАРЦ", позволяющая получить любую актуальную информацию, внесенную в БД на стадии проектирования и скорректированную по результатам монтажа и наладки).

Способность к развитию

Способность к развитию, к модернизации — это, пожалуй, важнейшее требование, предъявляемое в настоящее время к современным ПТК. Комплекс, неспособный развиваться, обречен на вытеснение с рынка средств автоматизации. Темпы развития элементной базы и информационных технологий, темпы возрастания требований заказчика к многочисленным сервисным функциям, к удобству наладки и эксплуатации ПТК и АСУТП в целом таковы, что постоянная модернизация какого-либо ПТК давно уже не является признаком его недоработанности, а говорит о том, что его разработчики стремятся соответствовать современному уровню развития техники.

В этом смысле очень продуктивным является сотрудничество ЗАО "ИК КВАРЦ" и ЗАО "ПИК Прогресс". При этом ЗАО "ПИК Прогресс" выступает как организация, которая знает и понимает современный уровень и тенденции развития информационных технологий, а ЗАО "ИК КВАРЦ" — как технологическая организация, постоянно находящаяся в контакте с заказчиком и изнутри понимающая потребности как всей отрасли, так и каждого своего заказчика или партнера, как организация, занимающаяся технологическим программированием, наладкой и эксплуатацией ПТК.

По результатам ввода каждой новой АСУТП проводится анализ результатов и опыта внедрения и намечаются дальнейшие тактические и стратегические цели в развитии ПТК.

Гибкость

Одним из важнейших принципов концепции ПТК "Космотроника-Венец" является адаптация к требованиям конкретного заказчика. Создатели комплекса предусмотрели все возможности для того, чтобы разработчики АСУТП (в нашем случае ЗАО "ИК КВАРЦ") смогли самостоятельно без привлечения программистов и разработ-

чиков ПТК (ЗАО "ПИК Прогресс") создавать и изменять с помощью САПР практически любые виды и формы прикладного ПО: технологические алгоритмы защит, блокировок, авторегуляторов, шаговых программ, сигнализации, видеogramмы, виртуальные окна управления и т.п., изменять по сути интерфейс системы.

В ЗАО "ИК КВАРЦ" наработаны типовые решения, соответствующие представлениям специалистов компании о том, какой должна быть современная АСУТП и ее интерфейс. Однако иногда заказчик имеет собственное мнение на счет интерфейса системы, основанное на традициях, принятых в данной отрасли (например, в нефтяной промышленности), на традициях, сложившихся на данной электростанции, на желании создать интерфейс, похожий на интерфейс уже имеющихся на станции систем управления с тем, чтобы облегчить его освоение оперативным персоналом. В том случае, если эти "вкусовые" решения (на которые заказчик, безусловно, имеет право) не противоречат базисным принципам концепции автоматизации ЗАО "ИК КВАРЦ", то разработчики АСУТП всегда идут навстречу. Тем более, что гибкость ПТК "Космотроника-Венец" позволяет легко это делать.

Открытость, возможность стыковки с другими системами

Разработчики должны стремиться к тому, чтобы ПТК был универсальным, способным решать самые разнообразные задачи, например, по автоматизации быстротекущих электрических процессов, реализации функций противоаварийной автоматики, электрических защит и т.п. Тем не менее, для любого ПТК актуальна проблема стыковки с локальными специализированными цифровыми системами, которые по тем или иным причинам сохраняются при модернизации АСУТП или устанавливаются заново при ее создании. Актуальна и проблема передачи информации на общестанционный уровень.

ПТК "Космотроника-Венец" поддерживает принятые де-юре и де-факто стандартные протоколы обмена. Группой "Союзэнергоинжиниринг" в марте 2003 г. был заключен контракт на строительство "под ключ" и ввод в эксплуатацию ГТЭС на Игольско-Таловом нефтяном месторождении ОАО "Томскнефть". Особенностью создания АСУТП ГТЭС было то, что основное оборудование поставляется комплектно с агрегатными системами автоматического управления. При этом АСУТП ГТЭС объединяла в единое целое системы управления четырьмя газотурбинными установками ОАО "Мотор Сич" (Украина), включающие контроллеры Octagon System, и двумя газодожимными компрессорами Toromont Process Systems (Канада) на контроллерах Simatic S7-300; 14 микропроцессорных устройств электрических защит SEPAM 1000+ Schneider Electric (Франция); контроллеры ПТК "Космотроника-Венец".

Причем связь с агрегатными системами автоматизации была не только информационной, но и обеспечивала управление. Это позволило решить задачи автоматической синхронизации АСУТП ГТЭС с энергосистемой в девяти точках присоединения, группо-

вого регулирования и распределения между четырьмя энергоблоками активной и реактивной мощности, пуска электростанции "от кнопки" в соответствии с шаговыми программами, реализованными в АСУТП. Реализована задача отображения на АРМах главного щита управления ГТЭС осциллограмм электротехнических процессов каждого из 14 выключателей по 6 кВ, передаваемых из микропроцессорных устройств электрических защит SEPAM.

На Сургутской ГРЭС-2 еще до создания полномасштабных АСУТП блочного уровня существовала общестанционная информационная система. В настоящее время информация от реализованных на базе ПТК "Космотроника-Венец" АСУТП энергоблоков 800 МВт №1, №2, №4 и №6 поступает в общестанционную сеть и доступна на нескольких десятках территориально-распределенных АРМах оперативного и административно-управленческого персонала. Причем ограничений по числу передаваемых от АСУТП сигналов практически не существует. ПТК блока 800 МВт обрабатывает более 10 000 входных/выходных сигналов от "полевого" оборудования. Все они, а также любые необходимые внутренние расчетные сигналы ПТК доступны к просмотру на видеogramмах общестанционной информационной системы.

Кроме того, на Сургутской ГРЭС-2 обеспечивается интеграция в состав АСУТП аппаратуры вибродиагностики и виброконтроля, аппаратуры розжига горелок и АРЧМ.

Использование высокоскоростной сети

В ПТК "Космотроника-Венец" используется сеть Ethernet со скоростью обмена информацией 100 Мбит/с и 1 Гбит/с. Благодаря этому отсутствуют проблемы, вызванные ограниченной пропускной способностью цифровых линий связи и присущие полевым шинам. Из-за чего появляется необходимость ограничения обмена между нижним и верхним уровнем ПТК путем ограничения перечня передаваемых сигналов, увеличения циклов передачи сигналов и т.п. Отсутствие таких проблем позволяет на порядок расширить многочисленные сервисные функции, в том числе представление на верхнем уровне структурных схем алгоритмов с возможностью отображения на них в РВ значений аналоговых и дискретных сигналов в каждой точке алгоритма до и после каждого элемента схемы; регистрацию и архивирование на верхнем уровне действительно всех сигналов и, как следствие, существенное расширение возможностей для анализа отключений технологического оборудования, аварийных ситуаций и т.п.

Даже в самых критических ситуациях на энергоблоках 800 МВт степень загрузки сети ПТК "Космотроника-Венец" не превышает 7...8 %.

Высокий уровень сервисных функций

Современный ПТК должен обеспечивать многочисленные сервисные функции, повышающие удобство и качество проектирования, наладки и эксплуа-

тации ПТК. Ниже описываются лишь некоторые из таких возможностей ПТК "Космотроника-Венец".

1. Отображение на технологических видеogramмах многочисленной служебной информации: адресов сигнала в кроссовом шкафу, контроллерной стойке, единиц измерения, диапазонов измерения, уставок технологической сигнализации.

Имеется возможность просмотра состояния любого канала, в т.ч. состояния выходных ключей модулей УСО для дискретных сигналов, значений аналоговых сигналов не только в технологических единицах, но и в единицах электрического сигнала от первичного измерительного преобразователя (мА, мВ, Ом). Причем информация доступна "с двух сторон": с помощью традиционных технологических видеogramм через виртуальные окна информационных сигналов и объектов управления и с помощью специальных служебных видеogramм комплекса технических средств, на которых представлены все контроллерные стойки и информация о состоянии каждого входного/выходного канала всех модулей УСО каждой из контроллерных стоек.

2. На технологических видеogramмах по каждому параметру доступна информация о его участии в алгоритмах. Можно тут же вызвать алгоритм, в котором сигнал принимает участие (впрочем, также можно вызвать вообще любой реализованный в системе алгоритм), увидеть его структурную схему и реальное значение всех аналоговых и дискретных сигналов в каждой точке алгоритма до и после каждого элемента схемы. Такая возможность предоставляется "бесплатно" автоматически. Как только алгоритм создан и загружен в контроллеры на нижний уровень ПТК, он тут же становится доступным к просмотру на верхнем уровне ПТК на технологических АРМах. Это на порядок облегчает наладку технологических алгоритмов и анализ их работы при эксплуатации АСУТП, позволяет обойтись без привлечения программистов или разработчиков ПТК.

3. Возможность имитации сигналов в любых точках алгоритмов после вызова структурной схемы алгоритма. Имитация возможна с любого АРМ, имеющегося в комплексе. Естественно, на каждом АРМ настраиваются права доступа к функциям просмотра алгоритмов и имитации. Эта сервисная возможность является очень удобной, когда наладкой алгоритмов одновременно занимаются специалисты разных направлений.

4. Наличие таких функций, как "видеомагнитофон" (помимо традиционных способов ретроспективного анализа технологических ситуаций с помощью таблиц параметров, протоколов и графиков, строящихся на основе архивных данных). Программа "видеомагнитофон" позволяет, задав анализируемый интервал времени, просматривать на любой из созданных для технологических АРМов видеogramмах ход ТП. Причем для анализа можно одновременно вызвать любое неограниченное число видеogramм. Таким образом, можно наблюдать то, что видел (или мог видеть) оператор-технолог в ходе развития любой технологической ситуации в сколь угодно далеком прошлом. Просмотр возможен

как в ручном пошаговом режиме от изменения к изменению (аналог покадрового просмотра с помощью видеоманитофона), так и в непрерывном автоматическом режиме с задаваемой скоростью просмотра.

5. Возможность создания шаговых программ, позволяющих на работающем блоке автоматически осуществлять проверку технологических защит путем перевода защиты в имитационный режим (не путем вывода накладки) без выдачи команд на исполнительные механизмы, но с проверкой прохождения команд вплоть до модуля УСО.

6. Возможность создания программ для расширенного анализа архивных данных. С одной стороны, возможности современных ПТК позволяют регистрировать и архивировать изменение всех сигналов, имеющихся в системе, с другой — для использования этого гигантского объема накопленной информации требуются программы, предоставляющие мощные средства для ее анализа.

Для проведения анализа архивных данных специалистами "ИК Кварц" разработана программа анализа действия технологических защит с существенно расширенными функциями (по отношению к традиционным средствам) и программа-анализатор архивных данных.

Возможность стендовой отладки технологических алгоритмов

То, что контроллеры нижнего уровня ПТК "Космотроника-Венец" имеют РС-совместимую архитектуру открывает большие возможности для отладки проектируемых алгоритмов на имитаторе и/или кросс-средствах. В "ИК КВАРЦ" создан отладочный стенд, на котором до установки на объекте проходят проверку все создаваемые алгоритмы по всем проектам АСУТП. Стенд состоит из обычного персонального компьютера-имитатора нижнего уровня ПТК (контроллерных стоек) и нескольких ПК, представляющих собой фрагмент верхнего уровня ПТК "Космотроника-Венец": сервер, три АРМ операторов-технологов и служебное рабочее место для загрузки ПО на "нижний уровень".

На компьютере-имитаторе нижнего уровня ПТК установлено базовое ПО, полностью аналогичное ПО контроллеров, и специальное ПО, позволяющее имитировать контроллерные стойки. В этот же компьютер "загружаются" технологические алгоритмы конкретного проекта АСУТП, созданные с помощью САПР. Причем делается это точно так же и теми же стандартными программными средствами, что и при "загрузке" прикладного ПО в реальные контроллеры.

На компьютерах "верхнего уровня" устанавливается ОС Windows-2000, базовое ПО разработки "ПИК Прогресс", полностью соответствующее ПО верхнего уровня, устанавливаемому на любом объекте внедрения ПТК "Космотроника-Венец", и прикладное технологическое обеспечение разработки "ИК КВАРЦ" для конкретного проекта АСУТП (БД и технологические видеодиаграммы).

Таким образом, на стенде в "ИК КВАРЦ" возможна загрузка и проверка всех технологических алгоритмов в

режиме, ничем не отличающемся от загрузки в реальный ПТК и "холодной" наладки алгоритмов на объекте.

Более того, как правило, в "ИК КВАРЦ" с помощью САПР создаются имитаторы всех исполнительных органов (для блока 800 МВт — около 1000 ед.), что позволяет на стенде проверить правильность "привязки" и управления с видеодиаграмм всех задвижек, клапанов, двигателей и т.п. путем подачи дистанционных команд через виртуальные окна управления на открытие/закрытие, включение/отключение. Это позволяет выявить ошибки проектирования еще до выезда на объект внедрения.

Без привлечения научных организаций также с помощью САПР созданы модели отдельных технологических узлов энергоблока 800 МВт, позволяющие проверять не только на отсутствие внутренних ошибок, но и на адекватность ТП, алгоритмы отдельных шаговых программ и регуляторов. Таким образом, на стенде в "ИК КВАРЦ", например, можно увидеть весь процесс автоматизированной растопки котла блока 800 МВт с помощью шаговых программ.

Возможность создания тренажеров для обучения персонала

В настоящее время в "ИК КВАРЦ" в сотрудничестве со специализированными научными организациями и "ПИК Прогресс" ведется работа по созданию тренажера энергоблока 800 МВт. Математическая модель блока отработана на тренажере энергоблока 800 МВт, введенного в эксплуатацию специалистами ПИК "Прогресс" в 2004 г. на Пермской ГРЭС.

Структурные решения следующие: математическая модель энергоблока будет установлена на отдельном ПК, связанном по локальной сети с аналогом стенда, существующим в ЕФ "ИК КВАРЦ". Преимущества такого решения по сравнению с традиционными тренажерами состоят в том, что не требуется имитировать интерфейс системы управления и работу алгоритмов управления энергоблока. Так как алгоритмы, видеодиаграммы, интерфейсы системы управления будут соответствовать реальной системе управления конкретного энергоблока 800 МВт, то при изменении алгоритмов или видеодиаграмм на реальном блоке эти изменения легко переносятся на тренажер, так как это по сути одно и то же.

Высокий уровень надежности комплекса

ПТК "Космотроника-Венец" обеспечивает непрерывную бесперебойную работу АСУТП в течение 24 ч в сутки даже при отдельных отказах оборудования и сбоях ПО. Это достигается комплексом архитектурных, программных, технических и производственных мероприятий.

В архитектурной части отказоустойчивость достигается резервированием АРМ и контроллеров нижнего уровня, а также 100% резервированием сетевых магистралей и сетевого оборудования, с помощью которых промышленные контроллеры и компьютеры АРМ объединяются в единый комплекс. В модулях УСО используется двухканальная структура, при которой в каждом

УСО имеется два дублирующих канала приема и выдачи сигналов. Кроме того, в наиболее ответственных местах, например, для технологических защит, дополнительно целиком дублируются контроллерные станции, т.е. на одну функцию используются четыре контроллера и два двухканальных УСО. Все источники электропитания контроллерных станций зарезервированы. Компьютерное и сетевое оборудование питаются от ИБП.

Программное обеспечение ПТК базируется на ОС, проверенных в условиях энергетических АСУТП и отработанных поставщиком. Это ОС Windows 2000 (на верхнем уровне) и ОС РВ QNX (на нижнем уровне в промышленных контроллерах). В отличие от нередко используемых в промышленных контроллерах ОС офисного назначения (например, MS DOS) многозадачная ОС РВ позволяет сохранять работоспособность ПО и контроллера даже при сбоях и ошибках в отдельных задачах за счет их независимости. ПТК "Космотроника-Венец" в отличие от большинства как отечественных, так и импортных ПТК обладает уникальным программным комплексом обеспечения отказоустойчивости, реконфигурации, диагностики, мониторинга как аппаратных, так и программных средств. Программный комплекс неоднократно проверен и отработан на крупных энергетических объектах.

Все каналы ввода/вывода УСО имеют гальваническую развязку и удовлетворяют требованиям МЭК по устойчивости к внешним помехам.

Модули УСО обеспечивают контроль изоляции проводов от дискретных датчиков, контроль обрыва проводов, идущих на исполнительные механизмы, и контроль протекания тока через выходные ключи УСО. В модулях УСО осуществляется контроль всех встроенных источников питания, а в шкафах — контроль всех источников питания и входных питающих напряжений. Модули УСО аналоговых сигналов обеспечивают программную коррекцию их метрологических характеристик и не требуют ручной подстройки по мере старения элементов.

Электропитание стоек нижнего уровня осуществляется по резервируемой схеме от сетей переменного напряжения и/или постоянного напряжения 220В. Система электропитания стоек построена по двухступенчатой схеме, при которой сначала идет преобразование в 24В, а затем в необходимые внутрисоечные напряжения. Такая организация системы электропитания обеспечивает гарантированную защиту от любых помех по первичной сети.

Для подключения полевых кабелей используются высоконадежные клеммные соединители фирмы WAGO, обладающие высочайшими эксплуатационными параметрами.

Электропитание датчиков типа Сапфир и Метран, установленных на основном оборудовании, осуществляется от специально разработанной для этого системы электропитания. Каждый датчик запитывается от индивидуального гальванически развязанного источника. В каждом источнике имеется встроенная система диагностики, контролирующее выходное напряже-

ние и утечки на землю в соединительных проводах. Диагностическая информация передается в ПТК.

Вся аппаратура изготавливается в соответствии с международным стандартом качества ISO9001/2000 на современном импортном оборудовании с гарантированным качеством изготовления и соблюдением технологических режимов. Все модули проходят термотренировку и прогон в широком диапазоне температур. В комплексе используются комплектующие только проверенных поставщиков (зарекомендовавшие себя в течение нескольких лет). Конструктивно аппаратура нижнего уровня выполнена в шкафах фирмы Schroff с уровнем защиты IP54 или IP65 для работы в полевых условиях.

ПТК зарегистрирован в Госреестре средств измерения, имеет сертификат соответствия, разрешение Госгортехнадзора, экспертное заключение РАО "ЕЭС России", сертификат соответствия системы сертификации в электроэнергетике "ЭНСЕРТИКО".

Использование современных технических средств

В аппаратуре нижнего уровня используются промышленные контроллеры фирмы Octagon Systems -microPC и новейшая разработка фирмы Fastwel — промышленный PC-совместимый контроллер СР686Е (300 МГц).

В ПТК используются интеллектуальные модули УСО, обеспечивающие прием и выдачу всей номенклатуры сигналов, используемой на современных энергообъектах. В каждом УСО находятся два взаиморезервирующих однокристалльных контроллера. Использование интеллектуальных УСО в отличие от систем, в которых все функции опроса в стойке возлагаются на один единственный центральный контроллер, позволяет:

- разгрузить центральный контроллер от рутинных операций циклического опроса датчиков, фильтрации, предварительной обработки и передавать в центральный контроллер только существенную информацию;
- сделать любой сигнал инициативным, работающим по прерыванию;
- программировать режимы работы УСО (период опроса, режимы фильтрации и т.п.);
- проводить самодиагностику УСО, что повышает общую надежность системы;
- при использовании системы единого времени (СЕВ) обеспечить синхронный опрос всех входных сигналов в комплексе в единые моменты времени, привязанные к единой секундной метке;
- обеспечить привязку входной информации от датчиков ко времени с точностью ≤ 1 мс;
- проводить автоматическую программную коррекцию метрологических характеристик измерительных каналов с целью устранения уходов точностных характеристик в результате старения элементов.

Контроллерные станции и компьютеры объединяются в единую систему посредством дублированной локальной сети стандарта Ethernet (100МГц/1ГГц), использующей современные сетевые коммутаторы, и в качестве сетевых магистралей оптоволоконные кабели и витую пару.

Система единого времени

В составе ПТК поставляется высокоточная СЕВ с возможностью синхронизации от спутниковых навигационных систем, обеспечивающая точность привязки сигналов ко времени – 1 мс. Основу СЕВ составляет плата генератора сигналов времени (ГСВ), устанавливаемая в слот материнской платы MicroPC. Плата имеет вход синхронизации от спутниковой навигационной системы GPS. Точность ГСВ при автономной работе не хуже $\pm 3,6 \times 10^{-8}$ (уход времени ≤ 1 с за 320 дней). Раздача секундных меток в комплексе осуществляется по выделенной магистрали (интерфейс RS-485, магистраль – витая пара или оптоволокно). Кроме того, плата ГСВ имеет выходы для раздачи секундной метки внутри стойки на интеллектуальные УСО и в виде прерывания в MicroPC. Обеспечивается возможность резервирования СЕВ и взаимной синхронизации полуккомплектов.

Удобство и простота обслуживания

Техническое и программное обеспечение ПТК построено таким образом, чтобы максимально упростить обслуживание и ремонт комплекса:

- комплекс содержит программные и аппаратные средства для диагностики в штатном режиме работы ПТК всех аппаратных модулей;
- все блоки из состава стоек нижнего уровня обеспечивают горячую замену без вывода стойки из работы (выключения ее питания и перезагрузки);
- проверка блоков производится на специализированной КПА в автоматическом режиме;
- на аппаратуре КПА могут быть проверены метрологические характеристики аналоговых блоков и при необходимости подстроены на программном уровне.

Предоставление потребителю высокоуровневых технологических САПР

Отличительной особенностью ПТК "Космотроника-Венец" является то, что в состав поставки входит:

- технологическая САПР, позволяющая заказчику и технологическим организациям самостоятельно проектировать (мнемосхемы, БД, алгоритмы и т.п.), модернизировать и отлаживать АСУТП на уровне технологического языка (не требующего знания программирования) и без участия поставщика ПТК. Более того, САПР позволяет проектировать и вводить в комплекс новые технологические модули и создавать алгоритмические модели технологического оборудования;
- готовые, настраиваемые на технологическом уровне подсистемы и типовые рабочие места.

Существенным достоинством SCADA-системы и САПР являются их доступность и простота освоения по сравнению с западными аналогами, при использовании которых квалифицированное проектирование в большинстве случаев доступно только специалистам фирм-поставщиков АСУТП. Характерным примером, подтверждающим этот факт, является то, что АСУТП 1-ого и 2-ого блоков Нижневартовской

ГРЭС была полностью спроектирована силами технологического персонала станции без привлечения специализированных технологических организаций.

Потребителям поставляется полный комплект документации, достаточный для самостоятельного освоения и проектирования АСУТП. В режиме горячей линии обеспечиваются консультации и оперативное решение текущих вопросов. Система является открытой для ее расширения и внесения дополнительных возможностей, необходимых потребителю.

Мощные средства разработки, отладки, сопровождения и модернизации технологического обеспечения

Для обеспечения разработки технологических алгоритмов и их отладки (до появления оборудования ПТК и подключения реальных датчиков и исполнительных механизмов), а также для дальнейшего сопровождения действующих АСУТП и отработки навыков работы с комплексом у персонала заказчика и разработчиков технологического обеспечения используется отладочно-моделирующий стенд. Для создания полнофункционального стенда достаточно 2...3 ПК. На ПК моделируются подсистемы верхнего (оперативный дисплей, сигнальный дисплей, сервер оперативной БД) и нижнего (стойки контроллеров) уровня. Мощные отладочные средства, в том числе полная имитация любых входов/выходов и настроек технологических модулей и элементов схем, существенно сокращают дальнейший процесс внедрения спроектированного технологического обеспечения на объекте.

На стенде, организованном на Сургутской ГРЭС-2, менее чем за один месяц было проведено обучение оперативного и ремонтного персонала станции (около 150 чел.). Круглосуточная работа стенда в соединении с отладочными программами, имитирующими работу исполнительных механизмов и датчиков, позволили существенно сократить время адаптации персонала к системе.

Основным преимуществом системы является, по словам технологов, полная прозрачность действий по проектированию, загрузке и отладке алгоритмов. На любом из этих этапов технологи без участия программистов или разработчиков комплекса самостоятельно проектируют алгоритмы, пополняют библиотеку модулей и элементов, загружают алгоритмы в комплекс и отлаживают их как на остановленном комплексе, так и на работающем. Возможность имитации значений любых элементов и настроек алгоритма значительно ускоряет и облегчает процесс наладки.

Любой алгоритм можно загружать в комплекс в режиме РВ на штатно работающей АСУТП. Нет необходимости останавливать контроллеры для перезагрузки после добавления новых алгоритмов. Возможно оперативное удаление и добавление отдельных заданий вплоть до полной модификации ПО отдельного контроллера нижнего уровня в штатном режиме работы. Между задачами, выполняющимися в разных контроллерах, связи устанавливаются автоматически.

**Технические средства
ПТК "Космотроника-Венец"**

Аппаратура верхнего уровня выполняет функции автоматического и автоматизированного управления ТП, а также функции отображения состояния оборудования станции и аппаратуры АСУТП. Аппаратура верхнего уровня реализуется на базе ПК в промышленном и/или обычном исполнении (по требованию заказчика) с процессором Pentium 4, LCD-мониторами 20, 17 или 15 дюймов. Для оперативных рабочих мест, работающих в непрерывном режиме, когда недопустим их вывод в ремонт, устанавливаются два и более взаиморезервируемых ПК на одно рабочее место.

Все оперативные рабочие места и архивные компьютеры питаются от источников бесперебойного питания (ИБП). Типовое время работы от ИБП – 30 минут.

Верхний и нижний уровни комплекса объединены резервируемой сетью типа Ethernet (100МГц/1ГГц). Для крупных объектов поставляется система отображения коллективного пользования (мнемощит), выполненная на базе прожекторных проекционных экранов, которые компонуются из отдельных проекционных кубов. Размер одного куба производства фирмы Вагсо – 1×0,75 м. Преимуществом прожекторных экранов является возможность работы в условиях повышенной освещенности в помещении и возможность стыковки экранов практически без зазоров, что позволяет увеличивать общую площадь экрана до любых размеров.

На рис. 1 показан общий вид БЩУ 6-го блока Сургутской ГРЭС-2 с рабочими местами, мнемощитом из 10 проекционных кубов и аварийно-резервными пультами. На рис. 2 представлен БЩУ 1-го блока Нижневартовской ГРЭС.

Для управления оборудованием собственных нужд и оборудованием открытого распределительного устройства (ОРУ) поставляются щиты электрика (рис. 3) или пульта электрика. Для управления в аварийных ситуациях поставляются пульта аварийного управления. Аппаратура контроллерных станций размещается в шкафах. На рис. 4 показан шкаф кон-



Рис. 1



Рис. 2

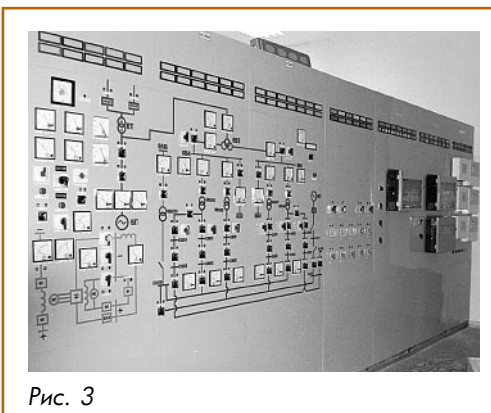


Рис. 3



Рис. 4

троллерной станции (КС) и кросс-шкаф.

Каждая стойка содержит в своем составе два промышленных контроллера – основной и резервный, которые имеют возможность обмена информацией с контроллерами других стоек и с аппаратурой верхнего уровня по сетевой магистрали типа Ethernet, а через соответствующие УСО подключаются к оборудованию станции.

Блоки УСО предназначены для электрофизической стыковки и обеспечения необходимой гальванической изоляции аппаратуры ПТК от датчиков и исполнительных механизмов станции, а интеллектуальные УСО – для автоматического опроса датчиков и предварительной обработки и оцифровки сигналов.

Модули УСО обеспечивают прием и коммутацию следующих сигналов:

- напряжений и токов ($\pm 5\text{mA}$; $\pm 20\text{mA}$; $\pm 1\text{V}$; $\pm 5\text{V}$; с возможностью программного изменения рабочего диапазона в одном блоке, дифференциальные входы, по-канальной гальванической развязка);
- сигналы от датчиков термосопротивлений типов 50П, 100П, 50М и 100М;
- сигналы от датчиков термомпар типов ХА, ХК;
- входные дискретные сигналы = 24В или ~48В;
- входные дискретные сигналы типа "сухой контакт" (питание контактов осуществляется от источников питания, устанавливаемых в КС);
- входные дискретные сигналы ~220В;
- выходные дискретные сигналы = 60В/1,5А; = 220В/ 1,0А; ~280В/1,0А;
- выходные унифицированные токовые сигналы (0...5mA, 4...20mA);
- сигналы от трансформаторов тока и напряжения (~5А, 100В, 50Гц) с обеспечением осциллографирования аварийных процессов с периодом опроса 0,55 мс.

На рис. 5 представлены примеры конструктивного исполнения модулей УСО.

В составе ПТК "Космотроника-Венец" поставляются интеллектуальные УСО для ввода дискретных и аналоговых сигналов со встроенными однокристальными

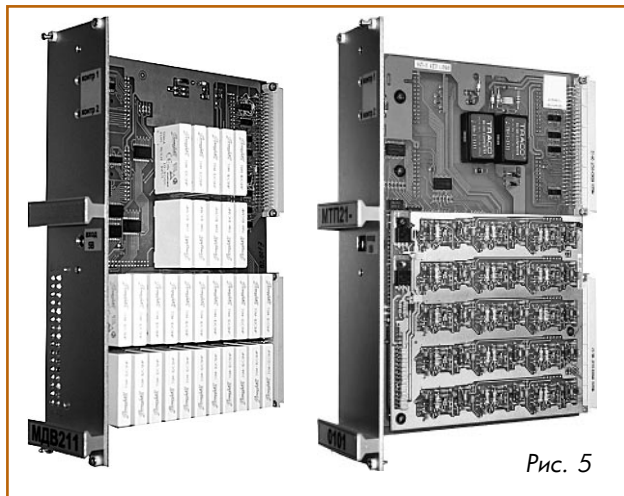


Рис. 5



Рис. 6

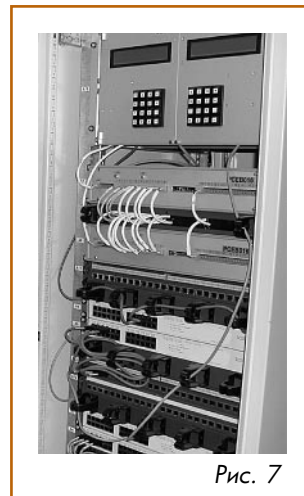


Рис. 7

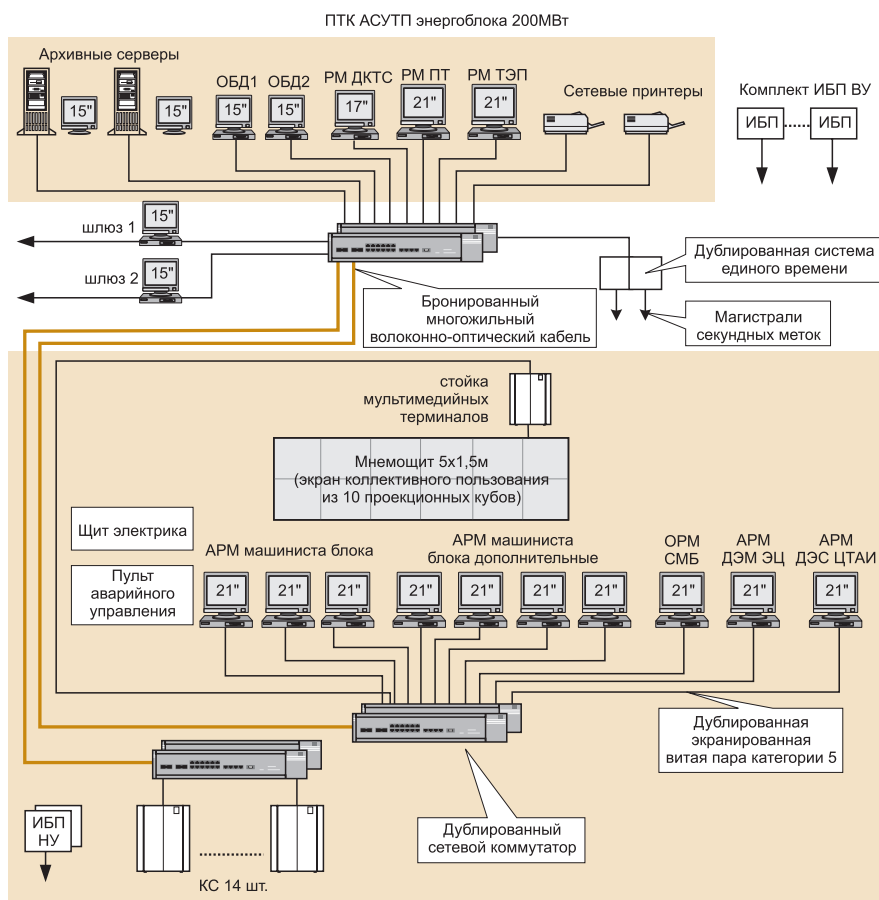


Рис. 8

микропроцессорами. В блок УСО с помощью разъемов может быть установлен один или два микроконтроллера (рис. 6) в зависимости от схемы резервирования.

Система единого времени предназначена для хранения, счета и раздачи в подсистемы АСУТП кода текущего времени. ПТК "Космотроника-Венец" позволяет строить СЕВ двумя способами (возможно использование обоих вариантов одновременно). В первом варианте раздача времени осуществляется по магистрали ЛВС.

Код текущего времени выдается раз в секунду и одновременно выполняет функцию секундной метки. Получаемая при этом точность привязки информации ко времени составляет 5...10 мс.

В большинстве АСУТП, как правило, требующих более высокой точности (≤ 1 мс) временной синхронизации системы, используется аппаратный блок генератора сигналов времени (ГСВ), обеспечивающий раздачу кода времени по магистрали на основе коаксиального кабеля, витой пары или ВОЛС. В целях повышения надежности возможна установка двух блоков ГСВ в один или разные контроллеры. При этом предусмотрена возможность их взаимной синхронизации.

Блок имеет вход для коррекции по внешним сигналам точного времени. Сигналы точного времени поступают от приемника спутниковой навигационной системы GPS, при этом обеспечивается точность установки времени 1 мкс. Применение спутниковой системы синхронизации системного времени особенно эффективно, когда необходимо иметь единое время на различных объектах энергосистемы, разнесенных на десятки и сотни километров.

Рис. 7. Дублированная система с двумя множителями сигналов СЕВ.

Рис. 8 представлен пример структуры АСУТП для крупномасштабного объекта (энергоблок 200 МВт). Для упрощения второй комплект сетевых магистралей на рисунке не показан.

*Побожей Александр Сергеевич — заместитель ген. директор ЗАО "ПИК Прогресс",
Кондратьев Сергей Валерьевич — директор департамента ЗАО "ИК Кварц".
Контактный телефон/факс (495) 365-52-70. [Http://www.pikprogress.ru](http://www.pikprogress.ru)*