



ВВЕДЕНИЕ

В начале 2008 г. CNews Analytics и CNews Conferences провели Круглый стол по теме "ИКТ в энергетике: сценарии развития" с участием представителей российских энергопредприятий, а также поставщиков ИТ и телекоммуникационных решений для отрасли. По мнению CNews Analytics, особо важными для энергетической отрасли остаются принципы концентрации основных функций в мощных внутренних ИТ-подразделениях энергокомпаний, развитие разветвленной и надежной телекоммуникационной инфраструктуры единой энергосети, внедрение комплексных инфраструктурных ИТ-решений. Нарастание ИТ-расходов наблюдается здесь устойчиво от года к году. За последние три года доля отрасли в общих ИТ-затратах в экономике увеличилась по базовым ИТ (поставка программно-аппаратных средств) в 2,6 раза, по интенсивности эксплуатации телекоммуникационной инфраструктуры в 2,2 раза (расчеты по данным Росстата). Правительство РФ планирует направить в российскую электроэнергетику до 2010 г. инвестиции объемом порядка 72 млрд. долл. США. Значительная часть этих средств будет потрачена на увеличение эффективности, безопасности и устойчивости работы энергосистемы.

Обсуждая возможные пути дальнейшей информатизации отрасли, энергетики считают необходимым равномерно распределять инвестиции в области модернизации основных фондов и информатизации. Невозможно автоматизировать хаос, указывают представители энергокомпаний, с одной стороны. И нельзя строить новые системы технологического управления на старом оборудовании — с другой. Вместе с тем автоматизация видится важной составляющей процесса реформирования отрасли и должна рассматриваться, по общему мнению, как инструмент для управления бизнесом.

В очередном номере журнала "Автоматизация в промышленности" собраны материалы по автоматизации электроэнергетики. В первой части раздела "Обсуждаем тему.." представлены статьи, посвященные вопросам автоматизации генерирующих мощностей, а во второй — затрагивающие автоматизацию потребления электроэнергии. Об актуальности и своевременности поднимаемой темы можно судить уже по активности авторов журнала.

**СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ РЕГУЛЯТОРОВ ПИТАНИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ
3-го ЭНЕРГБЛОКА БЕЛОЯРСКОЙ АЭС НА ОСНОВЕ СРЕДСТВ КОМПЛЕКСА ПАССАТ**

**В.П. Матафонов (Белоярская АЭС),
Д.В. Мякишев, С.В. Наконечный, К.А. Столяров, С.А. Столяров,
Ю.А. Тархов (ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ"),
А.П. Южаков (Белоярская АЭС)**

Представлены особенности, характеристики и состав программно-аппаратных средств комплекса ПАССАТ, которые были использованы при автоматизации регуляторов питания парогенераторов 3-го энергоблока Белоярской АЭС.

Одним из важнейших ТП на атомных электростанциях (АЭС) является процесс регулирования питания парогенераторов (ПГ). Узел питания ПГ 3-го энергоблока Белоярской АЭС (БАЭС) является частью III контура, технологическая схема которого выполнена по трехпетлевому принципу. Это один из самых напряженных и ответственных узлов не только в реакторном отделении, но и на АЭС в целом.

3-й энергоблок БАЭС был пущен в промышленную эксплуатацию в апреле 1980 г. За прошедшее время увеличились не только возможности существующих аппаратных средств регуляторов, но и потребности эксплуатирующей организации в части информативности о состоянии регуляторов питания ПГ. В тоже время эксплуатировавшиеся регулирующие программируемые микропроцессорные приборы ПРОТАР морально устарели и перестали удовлетворять требованиям современных нормативных документов, в частности, по точности измерения аналоговых сигналов, возможностям реализации алгоритмов управления и технологического контроля, эксплуатационным характеристикам.

По приведенным причинам было принято решение о разработке и внедрении регуляторов 4, 5 и 6 петли

питания ПГ 3-го энергоблока БАЭС на основе комплекса программно-аппаратных средств ПАССАТ, разработанного и производимого ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" [1].

В процессе создания комплекса ПАССАТ были не только учтены опыт предшественников и достоинства комплексов-конкурентов, но и устранены недостатки существующих аналогов. Основная задача, которую ставили перед собой разработчики комплекса, — определение оптимального состава базовых компонентов, отражающего вариативность АСУТП. В результате получился сравнительно небольшой по объему набор универсальных элементов, покрывающий практически весь спектр потребностей конечных продуктов — управляющих систем для нужд атомной энергетики.

Эта задача решалась не придумыванием "из головы", а путем открытия объективно существующих потребностей конкретных систем. Был проведен системный анализ существующих средств автоматизации, насколько они адекватны задаче создания АСУТП энергоблоков АЭС, их сильные и слабые стороны. Была сформулирована совокупность показателей качества, которыми должен обладать "правильный" комплекс средств автоматизации. И, наконец,

определена техническая политика — набор базовых стандартов, принципов и технологий, — которая позволила бы достичь заявленных показателей на единой концептуальной основе [2].

Отражением вариативности АСУТП в комплексе ПАССАТ стало его доминирующее свойство — высокая степень адаптации к проекту конкретной системы. Гибкость модульного уровня проектной ориентации отличает комплекс ПАССАТ от существующих аналогичных комплексов средств автоматизации. Применение мезонинной технологии позволяет осуществлять проектно-ориентированную компоновку модулей функциональных (МФ) с точностью до 1...2 информационных каналов (или каналов управления). Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), встроенные на каждый МФ, поддерживают "зашивку" разнообразных алгоритмов обработки сигналов и управления, адекватных задачам, которые возлагает проектант на данный модуль. Такой подход и состав базовых компонентов предоставляет возможность практически безизбыточного проектирования систем на базе средств комплекса. Вместе с тем, в состав комплекса входят необходимые средства управления избыточностью, которые позволяют создавать системы с двух-, трех- и четырехкратным резервированием и мажоритарным управлением [3].

Система автоматического регулирования питания ПГ каждой петли 3-го энергоблока БАЭС состоит из трех регуляторов: двух основных регулирующих клапанов, предназначенных для работы энергоблока в нормальном режиме, и одного вспомогательного (байпасного) регуливающего клапана, предназначенного для работы энергоблока во время останова. Управление каждым из клапанов осуществлялось системой из двух регуляторов ПРОТАР ("основной" и "горячий резерв").

Предложенное решение автоматизации регуляторов питания ПГ на основе комплекса ПАССАТ позволило расположить все регуляторы в одном компоновочном шкафу двустороннего обслуживания, включающем два контроллера, систему питания и клеммники (устройства коммутирующие), с подводом питающих и сигнальных кабелей типа КВВГнг снизу (рис. 1).

Такая компоновка программно-аппаратных средств комплекса ПАССАТ позволила обеспечить формирование 15 дискретных каналов с индивидуальной управляемой запиткой и гальванической развязкой и 12 аналоговых измерительных каналов с индивидуальной гальванической развязкой для каждой петли питания ПГ. При этом аналоговые измерительные каналы, совместно используемые несколькими регуляторами, обрабатываются для системы в целом, а не индивидуально для каждого регулятора, как в системе на основе ПРОТАР.

В системе автоматизации питания ПГ, построенной на средствах комплекса ПАССАТ, используется



Рис. 1

программная реализация алгоритмов обработки информации и функций управления, т.е. вся информация обрабатывается ПО в модулях центрального процессора контроллеров с периодом цикла, равным 100 мс. При этом проектно-компоновочные МФ используются только как устройства первичной обработки и формирования сигналов, то есть как УСО. ПО контроллеров с исходными текстами на языке С++ создано при помощи визуальных графических средств автоматизированного проектирования (САПР) комплекса ПАССАТ (рис. 2) и обеспечивает выполнение следующих, предусмотренных проектом функций:

- автоматическое регулирование с дискретными выходными сигналами;
- технологические блокировки;
- предупредительная и аварийная сигнализация;
- самодиагностика программно-аппаратных средств автоматизации;
- реализация алгоритма резервирования контроллеров на основе данных самодиагностики и взаимодиагностики ("горячий резерв");
- передача информации о состоянии технологических параметров на верхний уровень;
- дистанционное управления дискретными выходными сигналами (при проверке технологических схем);
- диагностика значений технологических параметров;
- архивирование данных о технологических параметрах (период хранения — более 1 сут.) и доступ к ним.

Поскольку длительный опыт эксплуатации регуляторов ПРОТАР при управлении питанием ПГ показал эффективность реализованных на них алгоритмов, разработка ПО контроллеров осуществлялась путем создания (или адаптации) программных функциональных элементов, аналогичных функциям ПРОТАР, и адаптации алгоритмов управления на их основе к особенностям реализации новой системы, что обеспечивалось средствами САПР комплекса ПАССАТ без каких-либо

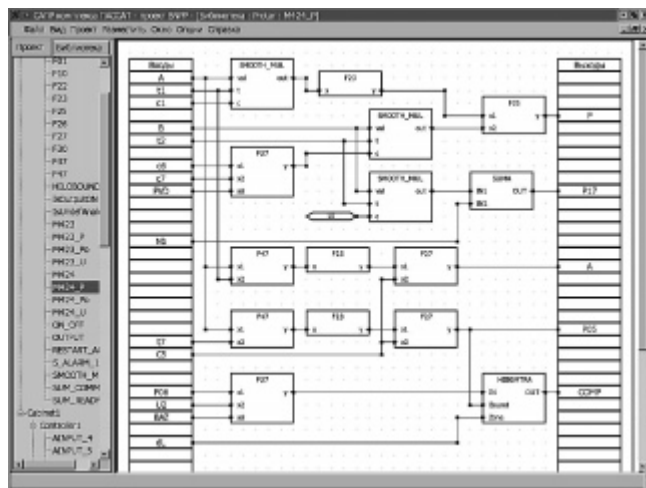


Рис. 2

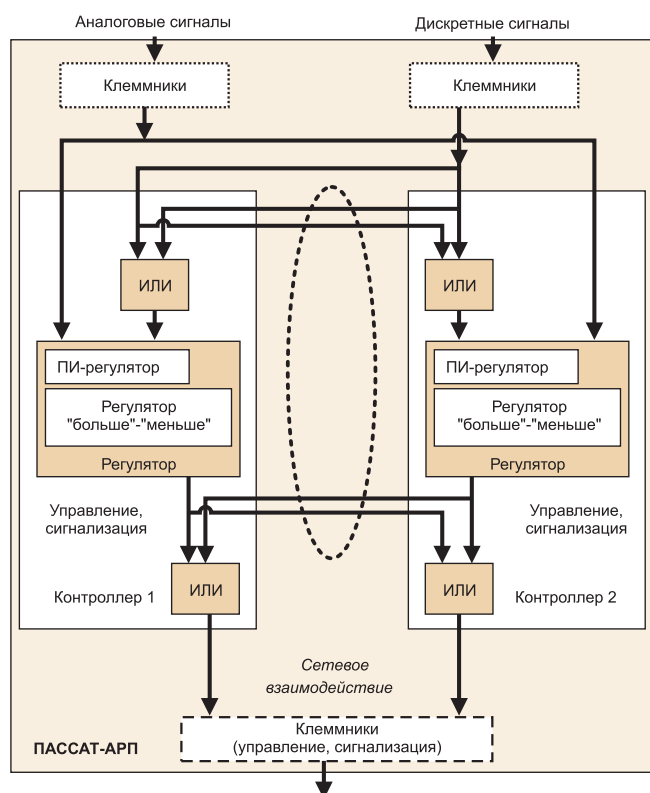


Рис. 3

значительных затруднений. Применение современных аппаратных средств позволило расширить выполняемые системой управления функции, реализация которых была ранее невозможна в виду ограниченных возможностей регуляторов ПРОТАР (например, ограничение по длине программы). Одним из таких усовершенствований стали реализации технологических ограничений по закрытию регулирующих клапанов в автоматическом режиме управления и информирование оперативного персонала о таких ограничениях.

Учитывая важность узла питания ПГ и его стабильной работы в системе, была реализована двухконтроллерная схема резервирования (рис. 3) по гибриднему принципу:

- "горячее резервирование" контроллеров на основе данных самодиагностики и взаимодиагностики аппаратных средств;
- дублирование дискретных сигналов для предотвращения отказов, выявление которых требует комплексного подхода или значительно более сложных подсистем самодиагностики (например, выход из строя канала дискретного вывода);
- для снижения вероятности отказа по общей причине ПАССАТ запитан от двух фидеров питания с установкой в нем ИБП. ИБП обеспечивает работоспособность ПАССАТ в течение 20...30 мин при пропадании электропитания.



Рис. 4

Одной из особенностей комплекса ПАССАТ, примененной при реализации проекта автоматизации системы питания ПГ, является проектно-ориентированная компоновка МФ контроллеров (рис. 4). За счет использования мезонинной технологии было разработано два типа МФ, охватывающие всю номенклатуру сигналов, использующихся для приема информации от внешних устройств (преобразователей, датчиков и т.п.) и формирования управляющих воздействий. При этом разбиение МФ на функциональные группы было осуществлено по петлевому принципу, что позволило существенно сократить вероятность групповых отказов петлевых групп регуляторов по общей причине (выхода из строя МФ). Достижение таких результатов на стандартно скомпонованных МФ привело бы к увеличению в 2...4 раза номенклатуры МФ, их числа в контроллерах и состава ЗиП.

Еще одной важной особенностью, примененной при реализации проекта, было оснащение контроллеров регистраторами событий и сигналов на основе энергонезависимого запоминающего устройства так называемого "черного ящика", который предоставляет возможность получать архивную информацию о событиях, произошедших за период регистрации, не только после останова контроллера, но и в процессе эксплуатации без влияния на работу регуляторов (рис. 5).

При проведении пусконаладочных работ и подготовке к вводу в эксплуатацию системы автоматизации регуляторов питания на основе комплекса ПАССАТ, как и при первом внедрении любого другого комплекса в новую или уже существующую технологическую систему, довольно часто возникала необходимость корректировки спроектированных ранее алгоритмов, схем управления и функций и настройки конкретных технологических параметров управления (уставок, коэффициентов и т.п.).

САПР комплекса ПАССАТ, использующаяся как при проектировании системы, так и непосредственно на объекте, при проведении пусконаладочных работ обеспечивает корректировку программно-реализованных функций обработки и управления без значительных временных затрат, связанных с перепрограммированием контроллеров, за счет гибкой

информационной структуры и развитой системы шаблонных функций. Это позволило использовать уже апробированные алгоритмы и существенно сократить время интеграции новой системы в существующие технологические схемы.

Наличие специализированных настроечных средств позволило при пусконаладочных работах и внедрении:

- быстро и эффективно проверить подключение входных/выходных сигналов новой системы;
- анализировать корректность работы компонентов системы и

Поздравляем с юбилеем!

7 августа 2008 г. исполнилось 60 лет Дмитрию Владимировичу Мякишеву — канд. техн. наук, доценту, генеральному директору-главному конструктору научно-производственного предприятия "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" (г. Пенза), которое разрабатывает, производит и внедряет средства и системы автоматизации для оснащения энергоблоков АЭС и других промышленных объектов, члену редколлегии журнала "Автоматизация в промышленности".

За годы 40-летнего трудового пути Д.В. Мякишев занимался: освоением производства, модернизацией и внедрением старших моделей ЕС ЭВМ; разработкой и внедрением АСУ специального назначения; разработкой, производством и внедрением АСУТП; преподавательской деятельностью в Пензенском государственном университете. Он автор около 70 научных работ.

По признанию самого Дмитрия Владимировича, в его сегодняшней работе нашли воплощение два юношеских увлечения: ядерная физика и ки-

бернетика. Путь юбиляра не прост, случилось в жизни всякое: круглосуточная работа, суровые морозы, бураны, палящий зной на объекте, необязательность и некомпетентность партнеров, финансовые трудности и многое другое, но юбиляр убежден, несмотря на все жизненные сложности — это его путь!

Любимый литературный герой Д.В. Мякишева — та самая лягушка из сказки А. И. Пантелеева "Две лягушки", которая, попав в горшок со сметаной, всю ночь барахталась и под утро сбила из сметаны масло и выбралась из ловушки.

Желаем юбиляру крепкого здоровья, семейного счастья, благополучия, долгих лет жизни, новых достижений и главное — никогда и ни при каких обстоятельствах не сдаваться!



осуществлять подбор и настройку параметров в масштабе РВ;

- анализировать корректность работы компонентов системы по архивированным данным о технологических параметрах и системы в целом.

По результатам разработки, поставки программно-аппаратных средств, проведения пусконаладочных работ и эксплуатации системы автоматизации регуляторов питания ПГ 3-го энергоблока БАЭС можно сделать вывод:

- средства комплекса ПАССАТ отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к компонентам ПТК сложных систем автоматизации;
- достоинства комплекса ПАССАТ проявляются не только при создании новых промышленных объектов и систем автоматизации для них [4], но и при модернизации уже существующего оборудования;
- средства комплекса ПАССАТ позволяют создавать надежные и высокоэффективные системы контроля и управления технологическими объектами ответственного назначения и обеспечивать должный уровень безопасности и культуры производства при эксплуатации промышленных объектов.

Список литературы

1. Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А. Комплекс программно-аппаратных средств автоматизации ПАССАТ — "конструктор LEGO" для разработчиков систем управления // Автоматизация в промышленности. 2004. №5.

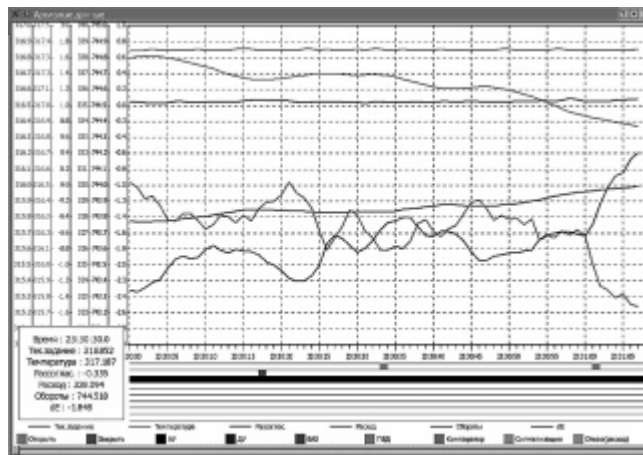


Рис. 5

2. Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А. Комплекс "ПАССАТ": пример реализации системного подхода в управлении ТП // Промышленные АСУ и контроллеры. 2004. №8.
3. Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А. Современный подход к "крупноблочному строительству" управляющих систем // Датчики и Системы. 2004. №6.
4. Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Наконечный С.В., Ханов П.В. Система управления вспомогательным оборудованием химводоочистки Нововоронежской АЭС на основе средств комплекса "ПАССАТ" // Автоматизация в промышленности. 2005. №10.

Мякишев Д.В. — канд. техн. наук, доцент, генеральный директор,
Тархов Ю.А. — технический директор, **Столяров К.А.** — директор по проектам,
Наконечный С.В. — ведущий специалист-программист, **Столяров С.А.** — ведущий специалист-программист
 ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ", **Южаков А.П.** — заместитель начальника цеха ТАИ,
Матафонов В.П. — мастер участка САР-2 цеха ТАИ Белоярской АЭС.

Контактный телефон (8412)44-76-37.
 E-mail: office@comp-sys.ru <http://www.comp-sys.ru>