



Комплекс ПАССАТ: от централизованного управления объектами к распределенному

Д.В. Мякишев, Ю.А. Тархов, Н.Н. Учайкин (ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ")

Рассматривается развитие комплекса ПАССАТ в направлении создания АСУТП с распределенной архитектурой.

Ключевые слова: распределенное, централизованное управление, автоматическое регулирование, электронный модуль, мезонин, одноплатный компьютер, проектно-компонованное изделие.

В сфере управления ТП в настоящее время наблюдается тенденция перехода от централизованных (ЦСУ) к распределенным системам управления (PCY). Известно, что характерными доминирующими признаками PCY являются распределенная (физически) система ввода/вывода сигналов и децентрализованная (выполняемая по месту) обработка данных. Существуют три предпосылки к превалированию PCY в современном мире АСУТП.

1. Любая PCY "по построению" более надежна и отказоустойчива, нежели ЦСУ, из-за отсутствия или, по крайней мере, минимума так называемых "узких мест". Другими словами, PCY в меньшей степени, чем ЦСУ подвержена отказам по общей причине¹. Конечно, и в PCY неизбежно присутствие общих для всей системы аппаратных и программных компонентов, но эффект "кошмарной смерти" в большинстве случаев сведен к нулю.

2. Реализация PCY обходится дешевле, чем реализация ЦСУ аналогичного назначения. Чтобы достичь необходимого уровня надежности и отказоустойчивости, разработчик системы с архитектурой централизованного управления вынужден прибегать к дуб-

лированию (резервированию) большинства ее элементов, что естественно приводит к удорожанию системы. В PCY же при необходимости дублируются только общесистемные элементы, которых, как уже говорилось, немного.

3. Перманентная микро- и миниатюризация радиоэлектронных компонентов, в первую очередь, процессоров, снижение их цены и потребляемой электрической мощности с одновременным увеличением мощности вычислительной делают возможной и целесообразной децентрализованную обработку данных, реализацию алгоритмов управления по месту применения.

Комплекс ПАССАТ создавался как своеобразный конструктор LEGO для разработчиков АСУТП [1]. В семилетнем "жизненном цикле" комплекса четко прослеживаются три этапа развития составляющих его программно-аппаратных средств, каждый из которых характеризуется своими философией и техническими решениями.

Первый этап. Первоначально комплекс был "заточен" под создание систем централизованного управления с классической архитектурой. Основным элементом таких систем являлся контроллер, построенный на базе крейта стандарта "Евромеханика" (19", 6U) и объединительной магистрали VMEbus. В контроллер устанавливаются: модуль центрального процессора (МЦП); определенные проектом по типу и числу функциональные модули (МФ); модули переходные (МП), блок питания (БП). Схематично архитектура контроллера представлена на рис. 1.

Сигналы от датчиков физических величин о состоянии технологического объекта управления (ТОУ) по кабелям поступают на входы контроллера через МП и далее передаются на входы соответствующего МФ.

Каждый сигнальный вход МФ связан с одним из мезонинов ввода/вывода. Мезонин осуществляет предварительную обработку сигнала, преобразовывая его в цифровую форму.

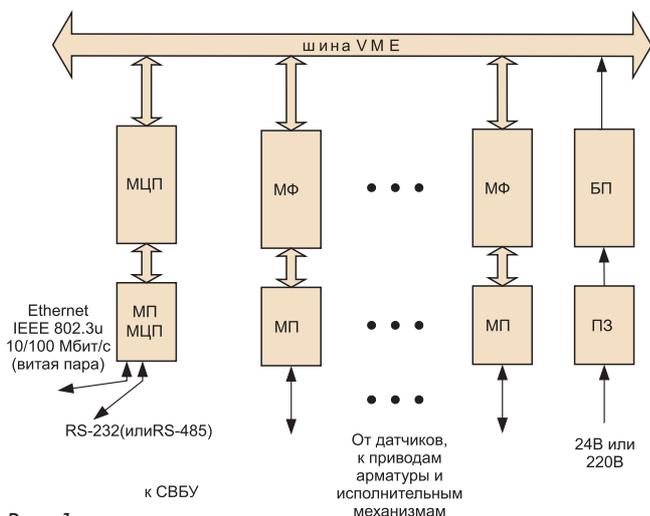


Рис. 1

¹ Отказы по общей причине – отказы систем (элементов) возникающие вследствие одного отказа или ошибки персонала, внешнего или внутреннего воздействия, или иной внутренней причины. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций ОПБ-88/97НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97).

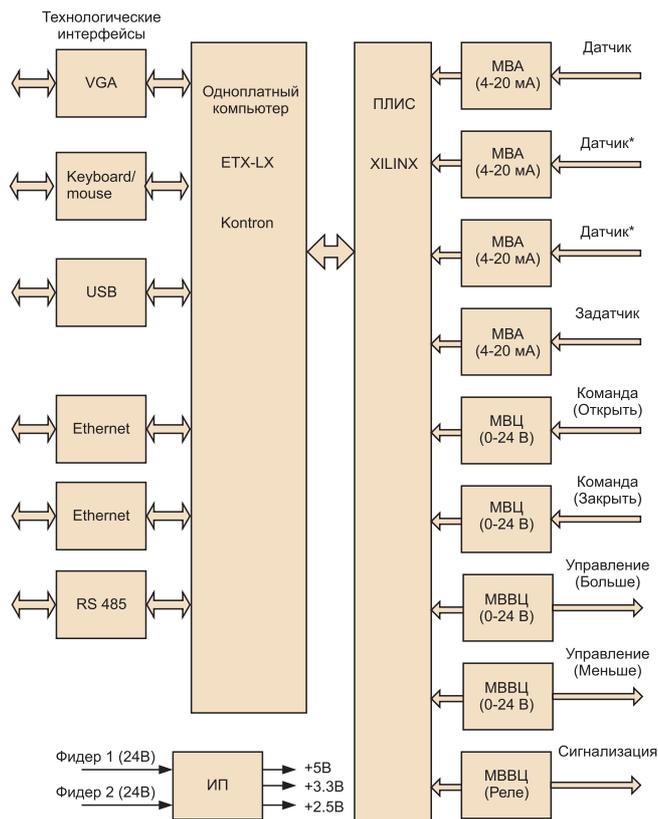


Рис. 2

Далее сигнал поступает на вход программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), на которой реализованы алгоритмы обработки и формирования сигналов МФ. ПЛИС обеспечивает промежуточное хранение значений сигналов и их передачу по интерфейсу VME в МЦП.

МЦП под управлением ПО осуществляет опрос всех МФ, входящих в состав контроллера, обработку полученных данных. По результатам обработки технологических параметров в соответствии с алгоритмами системы ПО формирует управляющие воздействия – команды исполнительным механизмам объекта управления, которые в цифровом виде передаются по шине VME на соответствующий МФ, где поступают в ПЛИС. Через схему, реализованную в ПЛИС, образующую канал вывода, код команды передается на мезонин вывода. Мезонин преобразует полученный код в форму соответствующего сигнала, который через контакты разъема МФ, МП и сигнальный кабель передается на исполнительные механизмы ТОО. Таким образом, замыкается цикл управления.

В контроллере ПО МЦП обеспечивает смысловую обработку технологических переменных и реализацию алгоритмов управления. МФ играют роль устройств сопряжения.

На базе данного контроллера в 2004-2009 гг. предприятием были разработаны, изготовлены, поставлены и внедрены такие изделия, как ПАССАТ-ХВО [2], ПАССАТ-ЖАТ, ПАССАТ-ИПУ [3], ПАССАТ-АРП [4], ПАССАТ-АХК [5]. В большинстве этих систем применено дублирование контроллеров.

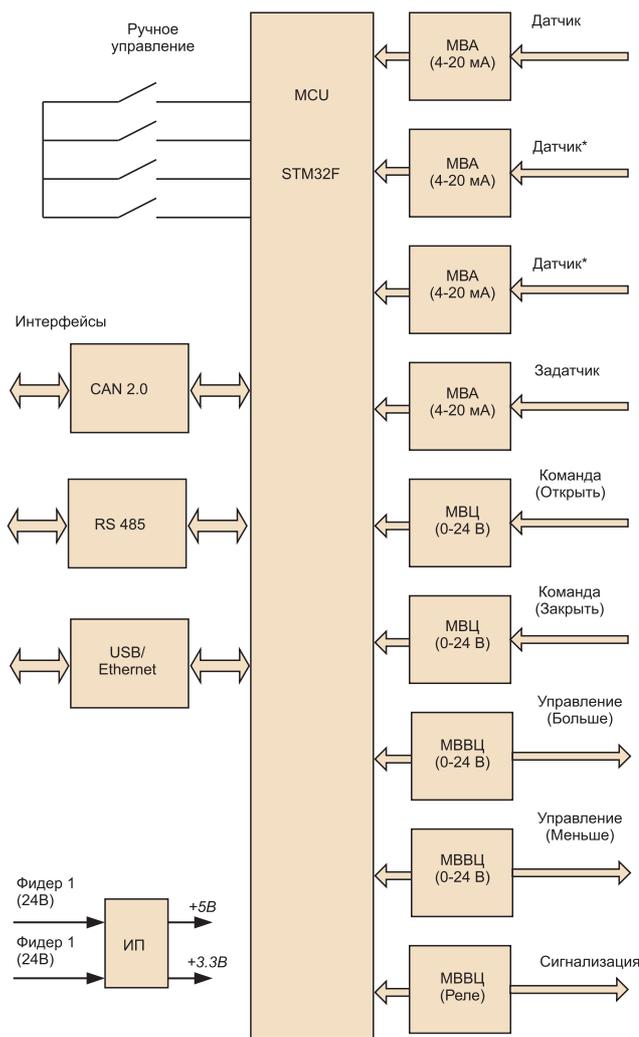


Рис. 3

Второй этап. В феврале 2009 г. цех ТАИ Белоярской АЭС поставил перед НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ" задачу создания систем автоматического регулирования клапанов турбины. При этом требовалось, чтобы каждый клапан управлялся некоторой автономной единицей оборудования, которая может быть в любой момент изъята из системы, перепрограммирована и вновь включена в работу. Функционирование остальных компонентов системы прерываться не должно. В рамках данного проекта специалистами предприятия был разработан, испытан и изготовлен новый электронный блок автоматического регулирования (БАР), предназначенный для автоматического управления отдельной единицей технологического оборудования, такой как клапан, задвижка, насос и т.п. [6].

Отличительной особенностью БАР от аналогичных изделий является возможность его проектной компоновки, "тонкой настройки" под конкретный объект автоматизации. Конструктивно блок соответствует ГОСТ 28601.3-90 (МЭК-297-3). БАР со встроенным блоком питания устанавливается в крейт по направляющим. Подключение сигнальных цепей, соединяющих блок с объектом регулирования, осу-

ществляется с помощью кабелей и устройства коммутирующего.

На передней панели БАР расположены элементы ручного управления (кнопки), элементы индикации (светодиоды) и разъемы для подключения интерфейсов. Входные/выходные сигналы БАР, а также электропитание подаются на разъемы, установленные с задней стороны БАР.

БАР является функционально законченным проектно-компоновым изделием, в состав которого входят: модуль базовый регулятора (МБР), мезонины аналогового ввода/вывода и дискретного (цифрового) ввода/вывода, мезонины интерфейсные из состава комплекса ПАССАТ, ПО. Упрощенная структурно-функциональная схема БАР приведена на рис. 2.

В каждом конкретном применении состав мезонинов блока зависит от принимаемых и выдаваемых блоком сигналов, определяемых проектом системы авторегулирования. Всего на МБР может быть установлено до 21 мезонина различных типов. Каждый мезонин обеспечивает прием или выдачу 1...3 сигналов. Устройство управления мезонинами реализовано на ПЛИС Spartan 3, которая конфигурируется с помощью специального файла "прошивки". Таким образом, обеспечивается проектная компоновка БАР, организация работы с той номенклатурой входных/выходных сигналов, которые предусмотрены проектом.

Другим проектно-ориентированным компонентом БАР является его ПО, устанавливаемое на одноплатный компьютер ETX-LX, входящий в состав МБР. Калибровочные коэффициенты измерительных каналов БАР и другие параметры хранятся в энергонезависимом запоминающем устройстве (ЭНЗУ), также устанавливаемом на МБР. При применении БАР в упомянутой системе автоматического регулирования клапанов турбины ПАССАТ АРКТ были скомпонованы и изготовлены три варианта: БАР-0, БАР-1 и БАР-2.

Функционирование БАР выполняется по классическому алгоритму авторегулирования, задачей которого является поддержание состояния объекта управления в соответствии с установленными параметрами задающего устройства (задатчика). Состояние объекта управления оценивается при помощи датчика. На основе данных датчика и задатчика производится вычисление сигнала рассогласования, который затем используется в формировании сигналов управления.

Программное обеспечение БАР реализовано на основе UNIX-подобной ОС на языке C++ и выполняет следующие функции:

- прием и обработку сигналов от датчика, задатчика, датчика положения регулирующего органа исполнительного механизма;
- прием управляющих сигналов и команд;

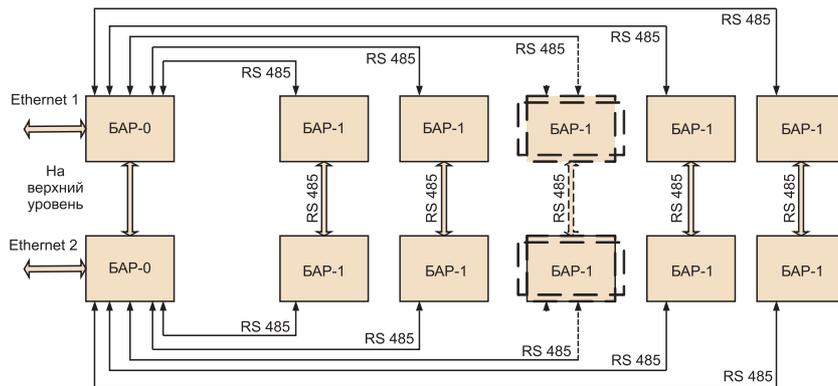


Рис. 4

- авторегулирование по пропорциональному (П), интегральному (И), дифференциальному (Д) законам или их сочетанию в соответствии с проектом;
- выдачу команд управления на исполнительный механизм и сигналов технологической сигнализации;
- диагностику технических и программных средств;
- обмен информацией по цифровым каналам связи;
- архивирование информации о состоянии объекта управления и режиме работы БАР.

На энергоблоке №3 Белоярской АЭС БАР установлены в шкаф из состава комплекса ПАССАТ, в который также установлены коммутирующее устройство и подсистема электропитания [7]. В совокупности шкаф и вышеуказанные средства обеспечивают "жизнеспособность" блоков автоматического регулирования в части защиты от внешних воздействующих факторов, бесперебойного электропитания, коммутации необходимых сигналов, взаимодействия по цифровым каналам связи.

Третий этап. Строго говоря, упомянутая выше система автоматического регулирования на базе БАР является не совсем распределенной. В ней имеют место децентрализованная обработка данных и управление, однако система ввода/вывода сигналов сосредоточена в одном месте. Желание иметь средство для создания "чистых" РСУ, а также стремление к сокращению издержек и улучшению эксплуатационных характеристик привели разработчиков к необходимости модернизации БАР. Новый блок, который "оригинально" назван БАР-М, разрабатывается на основе микроконтроллера с RISC-архитектурой типа ARM. На рис. 3 приведена упрощенная структурно-функциональная схема БАР-М.

В качестве ядра БАР-М был выбран микроконтроллер STM32 производства компании STMicroelectronics. Микроконтроллеры этой серии в настоящее время становятся "новым стандартом" 32-битных МК. STM32 – это микроконтроллер, построенный на ядре ARM Cortex-M3. Данное ядро имеет много преимуществ. Высокая производительность при низком потреблении, характерном для ядер ARM, делают данный микроконтроллер практически идеальным для создания РСУ.

Микроконтроллер имеет достаточное число контактов для подключения аналоговых и дискретных гальванически развязанных каналов ввода/вывода, что позволило отказаться от использования ПЛИС.

Несмотря на наличие встроенного АЦП, аналоговые каналы реализованы на базе мезонинов аналогового ввода из состава комплекса ПАССАТ, что дает возможность обеспечить основную приведенную погрешность 0,1 %. Питание БАР-М осуществляется от встроенного блока питания по двум независимым фидерам, который обеспечивает необходимую сетку напряжений. Диапазон входных напряжений 9...36 В.

Программное обеспечение БАР-М обеспечивает выполнение всех алгоритмов управления, реализованных в БАР.

Микроконтроллер имеет встроенные интерфейсы, которые позволяют организовать взаимодействие БАР-М с другими компонентами системы по интерфейсам RS-485, USB и Ethernet (используя встроенный переходник USB – Ethernet).

БАР и БАР-М являются функционально законченными изделиями, что позволяет использовать их для создания РСУ. Располагаясь непосредственно у объекта управления, они позволяют существенно сократить расходы на соединительные кабели. Наличие у БАР и БАР-М сетевых интерфейсов позволяет создавать различные по уровню сложности и надежности архитектуры системы (соединение по шине, радиальные соединения, соединения типа "двойная звезда" и т.д.).

В качестве примера на рис. 4 приведена структура ПТК на базе модулей БАР, разработанная для Белоярской АЭС.

РСУ, построенные на основе БАР и БАР-М, способны решать задачи автоматического управления и

мониторинга в самых разных областях промышленности, транспорта, энергетики.

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.
2. *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" // Там же. 2005. №10.
3. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Бидный И.Я. и др.* Система управления и диагностики импульсно-предохранительным устройством компенсатора давления (ИПУ КД) на базе средств комплекса "ПАССАТ" // Там же. 2006. №8.
4. *Матафонов В.П., Мякишев Д.В., Наконечный С.В., Столяров К.А. и др.* Система автоматизации регуляторов питания парогенераторов 3-го энергоблока Белоярской АЭС на основе средств комплекса ПАССАТ // Там же. 2008. №8.
5. *Артемьев А.С., Бабкин Д.Н., Бусырев В.Л., Доронин С.И. и др.* Система автоматического химического контроля энергоблока №3 Ленинградской АЭС // Там же. 2009. №38.
6. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Учайкин Н.Н. и др.* Блок автоматического регулирования из состава комплекса ПАССАТ // Автоматизация & ИТ в энергетике. 2010. №11.
7. *Мякишев Д.В., Тархов Ю.А., Столяров К.А., Учайкин Н.Н. и др.* Аппаратура автоматического регулирования клапанов турбины на основе средств комплекса ПАССАТ. // Автоматизация в промышленности. 2011. №2.

Мякишев Дмитрий Владимирович – канд. техн. наук, доцент, генеральный директор, главный конструктор,
Тархов Юрий Андреевич – заместитель генерального директора- главного конструктора,
Учайкин Николай Николаевич – зам. главного конструктора по проектам
ООО НПП "КОМПЛЕКСЫ и СИСТЕМЫ".

Контактные телефоны/факсы: (8412) 44-76-37, 95-75-65, 95-59-98.

E-mail: office@comp-sys.ru <http://www.comp-sys.ru>

AutoCAD Civil 3D внедрен в НИИ ПРИИ "Севзапинжтехнология" без остановки рабочих процессов

Инженерно-консалтинговая компания ПСС (Санкт-Петербург) завершила внедрение программного комплекса AutoCAD Civil 3D в ООО "Проектно-изыскательский институт "Севзапинжтехнология". Особенностью проекта стала настройка и адаптация решения для нужд заказчика без остановки рабочих процессов параллельно обучению персонала.

Выбор в пользу данного решения и консалтинга компании ПСС был сделан по нескольким причинам. Прежде всего AutoCAD Civil 3D обладает уникальными возможностями по формированию рельефа, откосов и вычисления различного рода объемов земляных работ, что оптимально подходило для нужд "Севзапинжтехнология".

Важным стал и тот факт, что специалисты компании ПСС в минимальные сроки разработали индивидуальный учебный курс, который позволил провести обучение параллельно созданию первых рабочих проектов в AutoCAD Civil 3D. В итоге освоение и внедрение про-

граммного комплекса AutoCAD Civil 3D было проведено в кратчайшие сроки.

В результате в рекордные сроки (от момента закупки ПО до момента выполнения проекта прошло чуть больше 2-х недель) удалось не только освоить AutoCAD Civil 3D, но и выполнить текущие проекты. В ходе внедрения программного комплекса и обучения персонала были выполнены проект причала по отгрузке шунгита, расположенный на левом берегу Каргубы Онежского озера, и проект площадки грузового причала по отгрузке щебня с карьера "Лижемское".

В ООО "Проектно-изыскательский институт "Севзапинжтехнология" отмечают, что внедрение AutoCAD Civil 3D позволило облегчить внесение изменений в создаваемые проекты и достичь наглядности полученных проектных данных, а также повысить производительность труда проектировщиков. Мощные возможности визуализации позволяют заказчикам и партнерам на ранних этапах работы узнать, как проект будет выглядеть после завершения.

<http://www.pss.spb.ru>