

нуть на будущее. Рефлексивное управление должно быть искусством мягкого управления, самоуправления и самоконтроля.

Рефлексивное управление имело место во время холодной войны между СССР и Западом, когда СССР пытался влиять на американское восприятие ядерного баланса. Цель операции – убедить Запад, что возможности советских ракет более грозны, чем фактически они были, для чего на демонстрациях 1 Мая и 7 Ноября в Москве на Красной площади показывали фальшивки межконтинентальных баллистических ракет.

Сегодня рефлексивные и информационные технологии войны более эффективны, чем ядерное оружие и другие классические виды оружия. Эффективность рефлексивного или информационного воздействия на конкурента и врага в миллион раз эффективнее, чем традиционное оружие, в том числе террор.

Сегодня суть войны с противником сводится в основном к противоборству интеллектов. Очевидно, в будущем противника надо будет побеждать нетрадиционными интеллектуальными и рефлексивными методами, а не традиционным оружием.

Метод системного (целостного) подхода в управлении. Для понимания системного подхода к управлению нужно помнить, что отдельные части (подсистемы) системы настолько сильно взаимосвязаны между собой множеством прямых и обратных связей, что из-

менение одной из них может повлечь значительное изменение в других ее частях. Поэтому часто не работает метод декомпозиции системы на отдельные части, исследование их как более простых и синтез системы из ее отдельных более простых частей. На самом деле систему надо исследовать и анализировать как целостную и нельзя осуществить декомпозицию системы на более простые части; нужно осуществить их анализ, а затем из них синтезировать систему в целом.

Список литературы

1. *Прангишвили И.В.* Системный подход и общесистемные закономерности. М.: СИНТЕГ, 2000.
2. *Прангишвили И.В.* Энтропийные и другие системные закономерности, вопросы управления сложными системами. М.: Наука, 2003.
3. *Прангишвили И.В., Иванус А.И.* Системная закономерность "золотого сечения". Системная устойчивость и гармония // Проблемы управления. 2004. № 2.
4. *Иванус А.И.* Основы гармоничного менеджмента (концепция F-технологии). М.: ИПУ РАН. 2004.
5. *Прангишвили И.В.* Труды V Международной конференции "Когнитивный анализ и управление развитием". М. 2004.
6. *Максимов В.И.* Структурно-целевой анализ развитием социально-экономических ситуаций. Труды III Международной конференции "Когнитивный анализ и управление развитием ситуации". М. 2003.
7. *Прангишвили И.В., Максимов В.И.* Разрешение проблемных ситуаций в период современной трансформации // Общество и экономика. 2001. № 11-12.

*Прангишвили Ивери Варламович — академик, директор Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН.
E-mail: prangi@ipu.ru
Контактный телефон (095) 334-89-10.*

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОПЫТ СОЗДАНИЯ ПТК НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРОВ СПА-ПС

Н.А. Чеботарев, Е.М. Раскин (ЗАО "Автоматика Э")

Топливо-энергетический комплекс и атомные электростанции являются лидерами в использовании крупномасштабных, высоконадежных АСУТП. В последнее десятилетие в этих отраслях промышленности интенсивно осуществляется переход на программно-технические средства контроля и управления. Рассмотрены средства программируемой автоматики с перестраиваемой структурой (СПА-ПС), разработанные по заданию концерна Росэнергоатом на основе технических требований, сформулированных Институтом проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. Приведены примеры их использования.

В настоящее время определилась тенденция построения систем контроля и управления на программно-технических средствах, территориально-распределенных по производственным помещениям, построенных по одно-, двух- или трехуровневой иерархии, совместимых с ПТК других производителей, поддерживающих стандартные сетевые протоколы передачи данных.

СПА-ПС обеспечивают автоматизацию нижних уровней управления ТП, в том числе и важных для безопасности, на основе применения промышленных контроллеров, в состав которых входят аппаратные модули и ПО СПА-ПС.

На этих уровнях автоматизации промышленные контроллеры автономно выполняют функции получения информации от аналоговых и дискретных датчиков, обрабатывают полученную информацию и выполняют операции автоматического и логического

управления ТП, а при возникновении аварийных ситуаций осуществляют защиту оборудования. Кроме того, в состав СПА-ПС входят программные средства, обеспечивающие создание верхнего уровня автоматизации на базе использования серийно-выпускаемых промышленных рабочих станций.

Основные архитектурные и технические решения по СПА-ПС

Для обеспечения требований, предъявляемых нормативно-технической документацией (НТД) к системам, важным для безопасности АЭС (в том числе систем класса 2У и 2Н), при создании СПА-ПС реализован комплекс взаимосвязанных архитектурных и технических решений с использованием электронной аппаратуры, ПО, методов организации вычислительного процесса и устойчивости к внешним воздействиям.

К числу наиболее важных из этих решений относятся:

- магистрально-модульная архитектура ПЛК, свободно компокуемых из контроллерных модулей обработки информации, коммуникации, связи с объектом, и использование магистрального межмодульного интерфейса МИСПА, обеспечивающего контроль достоверности информационного обмена и быстродействие;
- хранение рабочих программ контроллеров в постоянных или полупостоянных запоминающих устройствах, что делает технические устройства устойчивыми к сбоям по сетям питания; применение циклических программ "контроллерного типа" с аппаратным контролем их исполнения, что позволяет выявить и устранить последствия от сбоев в работе модулей и контроллеров;
- глубокий уровень циклически осуществляемой самодиагностики;
- контроль достоверности передаваемой и хранимой информации;
- использование собственной сертифицированной системы питания в каждом шкафу СПА-ПС, обеспечивающей защиту от проникновения помех по сети питания и возможность защиты от отказов по общим причинам и не требующей применения внешних (конструктивно обособленных) шкафов электропитания;
- использование системы температурного контроля и защиты от перегрева каждого шкафа СПА-ПС;
- контроль и защита от несанкционированного доступа к аппаратуре и ПО СПА-ПС;
- использование верифицированных базовых программных средств и языка технологического программирования для создания ПО ПЛК и ПТК;
- использование средств программного и аппаратного контроля за ходом циклически исполняемых программ и средств восстановления вычислительного процесса при сбоях, защиты от закликиваний и зависимостей с использованием короткого и длинного сторожевых таймеров;
- гибкая перестраиваемая структура технических и программных средств, обеспечивающая возможность создания ПТК с заданными требованиями по надежности, быстродействию, метрологическим характеристикам, распределенную и централизованную обработку информации;
- возможность распараллеливания и синхронизации вычислительных процессов;
- широкий набор сетевых средств, обеспечивающих возможность создания ПТК с распределенной топологией, и эффективное сопряжение СПА-ПС с системой верхнего блочного уровня (СВБУ) различных типов без использования специализированных шлюзов;
- высокие метрологические характеристики модулей ввода аналоговых сигналов;
- наличие гальванического разделения каналов, контроль линий связи и защита выходов от коротко-

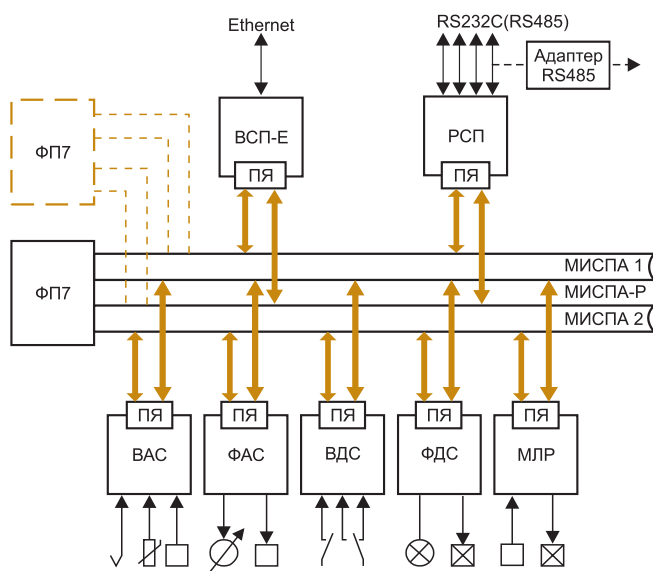
го замыкания, что обеспечивает повышенную помехозащищенность и нераспространение отказов;

- применение дублированного внутриконтроллерного интерфейса МИСПА;
- перевод выходных управляющих цепей в безопасное состояние при "катастрофических" отказах в контроллере;
- программная и аппаратная защита от помех, действующих в линиях связи и сетях питания;
- адаптированность к технологическому оборудованию, установленному на отечественных АЭС;
- применение схемных решений, обеспечивающих пониженный коэффициент нагрузки электрорадиоэлементов;
- применение современной элементной базы и конструктивов, удовлетворяющих требованиям НТД по безопасности;
- применение конструктивных решений, обеспечивающих защиту от внешних воздействий, удобство монтажа, эксплуатации и возможность модернизации ПТК, а также не требующих использования внешних (конструктивно обособленных) кроссовых шкафов.

Основные принципы построения ПЛК

В основу архитектуры технических средств ПЛК на базе СПА-ПС положен магистрально-модульный принцип компоновки модулей обработки информации, коммуникации, связи с объектом и электропитания, размещаемых в компоновочных шкафах.

Модули компонуются в контроллере с использованием магистрального межмодульного интерфейса МИСПА-Р. Архитектура современных СПА-ПС и конструктивы шкафов фирмы Rittal позволяют объединить в один контроллер до 60 одноместных модулей СПА-ПС. МИСПА-Р представляет собой дублированный параллельный интерфейс с 8-разрядной шиной данных, радиальной выборкой модуля и 13-разрядной шиной адреса "почтового ящика" модуля. Управление интерфейсом МИСПА-Р, его контроль и



диагностика осуществляются одиночным или дублированным функциональным процессором ФП7, который устанавливается на фиксированное место в шкафу. Все остальные модули могут устанавливаться в любых комбинациях и на любые места. Пример архитектуры условного контроллера с резервированным и резервированным (показан пунктиром) ФП7 приведен на рисунке.

Для выполнения требуемых функций в программируемый контроллер кроме процессора ФП могут входить другие модули: обработки (АП, ЛП), коммуникаций (верхний сетевой процессор Ethernet – ВСП-Е, радиальный сетевой процессор – РСП), связи с объектом (ввода дискретных сигналов – ВДС, формирования дискретных сигналов – ФДС, формирования аналоговых сигналов – ФАС, микропроцессорные локальные регуляторы – МЛР) и другие из состава СПА-ПС.

Обмен информацией между модулями и функциональным процессором производится через "почтовые ящики" (ПЯ) модулей, представляющих собой двухпортовые ОЗУ или регистры, доступные как для модуля, так и для ФП.

Программы, реализующие алгоритмы обработки информации и управления, записываются в постоянные или полупостоянные запоминающие устройства, размещенные в модулях обработки и системном модуле ФП47. Архитектура СПА-ПС позволяет распараллелить решение задач, каждая из которых может реализовываться автономно без обращения к общим ресурсам.

Это позволяет обеспечить требуемые характеристики по надежности, производительности и времени реакции системы.

Доступ к физической среде локальных сетей передачи данных и поддержка их протоколов осуществляется сетевыми процессорами ВСП, РСП, которые работают автономно. Их число, а следовательно и число подключаемых к контроллеру сетей, может быть произвольным, определяемым требованиями проекта.

Модули коммуникации и сетевые архитектуры, поддерживаемые в СПА-ПС

В СПА-ПС реализованы сетевые средства, необходимые для связи контроллеров СПА-ПС между собой и верхним уровнем АСУТП.

Для связи между контроллерами СПА-ПС и верхним уровнем ПТК предусмотрено использование сети Ethernet и стека протоколов TCP/IP, реализуемых с помощью модуля ВСПЕ-Р (модификация модуля ВСПЕ -верхний сетевой процессор Ethernet). Технические характеристики сети Ethernet: скорость передачи информации – 10, 100 Мбит/с; максимальное расстояние между абонентами до 5 км; тип линий связи – оптоволокно, коаксиальный кабель, витая пара.

При использовании модуля РСП имеется возможность создания радиальных сетей, использующих физический интерфейс RS-232C и протокол SLIP. Тех-

нические характеристики подобных сетей: скорость передачи информации – 19,2 Кбит/с; максимальное расстояние между абонентами – до 20 км; тип линий связи – витая пара. Совместное использование модуля RS-232C и адаптера RS-485 позволяет создавать локальные (полевые) сети с радиальной, шинной и кольцевой технологией.

Помимо перечисленных сетевых средств в составе СПА-ПС имеются средства для связи с УВК СМ-2М в действующих в сетях верхнего блочного уровня (СВБУ) "Уран" на базе модуля ВСП-60.

Модули связи с объектом

Модули связи с объектом обеспечивают прием и передачу информации от объекта. Они непосредственно принимают сигналы от аналоговых и дискретных датчиков, включая термодатчики, термометры сопротивления, дифференциально-трансформаторные датчики, сельсин-датчики, датчики с унифицированными аналоговыми выходами. При этом данные от модулей ввода выдаются в модули обработки по интерфейсу МИСПА-Р в цифровом нормализованном виде.

Выходная информация контроллеров через формирователи дискретных и аналоговых сигналов выдается на органы управления, индикации и регистрации технологического объекта управления.

Модули ввода аналоговых сигналов, ВЛР и МЛР имеют встроенные процессоры, которые осуществляют управление преобразованием, диагностику и первичную обработку входных сигналов. Такой принцип ввода позволяет разгрузить процессоры обработки данных и минимизировать длительность цикла ввода и обработки сигналов.

Конструктивные и технические возможности по компоновке шкафов СПА-ПС

В одном шкафу компоновочном (ШКП) на базе конструктивов Rittal может быть собрано от одного до трех контроллеров.

При сборке одного контроллера в одном ШКП в первом из блоков компоновочных (БК) устанавливается ФП, в остальных – расширители магистрали (РМ). Модули питания (МП) размещаются в верхней части шкафа.

Шкаф имеет возможность двухстороннего обслуживания и интерфейсную часть для подключения внешних кабелей сечением до 1,5 мм² и не требует принудительной вентиляции для охлаждения.

Анализ объема испытаний, верификации, сертификации и референтности

Средства СПА-ПС прошли полный объем приемочных испытаний, предусмотренных требованиями НТД по безопасности для объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) и Государственных стандартов.

Межведомственные приемочные испытания изделий СПА-ПС (контроллерных модулей, компоновоч-

ных шкафов и ПЛК) проведены поэтапно межведомственной приемочной комиссией в составе представителей концерна "Росэнергоатом", АЭС, ВНИИА, АЭП, РНЦ ФЭИ, ИПУ РАН, ВНИИАЭС, ГАН РФ.

В ходе испытаний подтверждено выполнение требований функционального назначения, НТД по безопасности для ОИАЭ, устойчивости к внешним воздействиям (температуры, влажности, вибрации, сейсмического воздействия), возможности выполнения системных функций в составе управляющей системы, важной для безопасности (УСВБ) (на примере представительного комплекса мажоритарной структуры, реализующего информационные и управляющие функции САОЗ). По результатам испытаний сделано заключение о возможности применения СПА-ПС в составе ПТК АСУТП АЭС, в том числе в УСВБ. В соответствии с рекомендациями, выработанными по итогам межведомственных испытаний (МВИ), проведены дополнительные испытания ПЛК СПА-ПС на электромагнитную совместимость по ГОСТ Р 50746-2000 и испытания ПО инструментального комплекса, представлены дополнительные расчетные обоснования.

В период 1997-2004 гг. на базе средств СПА-ПС были созданы, прошли приемочные испытания, введены в действие и надежно работают в условиях промышленной эксплуатации ПТК, наиболее крупными из которых являются:

- ПТК АСУТП Западно-Таркасалинского газоконденсатного месторождения Сургутгазпрома (АСУТП УКПГ) эксплуатируется с 1997 г.;

- ПТК АСУТП котлоагрегатом блока №4 Новочеркасской ГРЭС (АСУТП НЧ ГРЭС) эксплуатируется с 2001 г.;

- ПТК системы управления машиной перегрузочной (ПТК СУМП) 3-го блока Калининской АЭС (введена в промышленную эксплуатацию во 2 квартале 2004 г.);

- ПТК системы управления расширяемой части спецводоочистки (СУ РЧ СВО) Калининской АЭС.

В IV квартале 2004 г. после успешного проведения приемочных испытаний на Калининскую АЭС поставлен ПТК системы управления установкой сжигания радиоактивных отходов (ПТК СУ УС РАО). Краткие технические характеристики внедренных систем, использующих СПА-ПС, приведены в таблице.

Все перечисленные выше ПТК построены по иерархическому принципу и содержат два уровня:

- нижний уровень, реализуемый на ПЛК СПА-ПС;
- верхний уровень контроля и управления, включающий рабочие станции промышленного исполнения и прикладное ПО, полностью или частично использующее программные средства СПА-ПС.

На нижнем уровне реализуются задачи: сбора и обработки от датчиков аналоговых и дискретных сигналов технологических уставок, контроля состояния исполнительных механизмов (ИМ), формирования управляющих воздействий на приводы ИМ, запорную и регулируемую арматуру, формирования бло-

Таблица

Система	Число механизмов	Входные сигналы		Выходные сигналы		Число блокировок и защит	Число регуляторов
		Аналоговые	Дискретные	Аналоговые	Дискретные		
СУМП	9	13	101	-	32	72	-
СУ РЧ СВО	139	180	593		278	63	9
НЧ ГРЭС	212	82	448		265	18	-
СУ УС РАО	86	64	350		118	14	5
УКПГ	220	736	683	47	346	-	47

кировок и защит, обеспечивающих безопасные пределы эксплуатации технологических уставок.

Здесь также осуществляются циклический, автоматический и программно-аппаратный контроль состояния датчиков и линий связи, исправности контроллеров и достоверности информации, калибровка каналов ввода аналоговых сигналов. Встроенная диагностика программных и технических средств СПА-ПС обеспечивает нормальную работу ПТК, быстрое обнаружение неисправностей и предотвращение их последствий.

На верхнем уровне реализованы информационные функции операторского интерфейса, ведения архива, формирования отчетов и протоколов, формирования команд управления и информационного обмена со смежными системами.

Взаимодействие рабочих станций между собой, с контроллерами и внешними системами осуществляется через сеть Ethernet с использованием протоколов TCP/IP. Число ПЛК, рабочих станций и их структура определяются требованиями объектов автоматизации, в частности, их локализацией, надежностью, быстродействием, информационной емкостью, числом контуров и т.д.

Характерными примерами возможностей СПА-ПС по созданию и интеграции локальных и территориально-распределенных ПТК с различной степенью требований по надежности и быстродействию служат ПТК АСУТП Западно-Таркасалинского газоконденсатного месторождения и ПТК СУМП В-1000.

АСУТП Западно-Таркасалинским газовым промыслом

АСУТП распределенными объектами, созданная на базе СПА-ПС, реализует следующие функции:

- контроль режима работы УКПГ и состояния технологического оборудования с оперативным отображением информации;
- контроль режима и состояния технологического оборудования кустов газовых скважин;
- дистанционное управление отсечными клапанами;
- автоматическое программное регулирование: потока газа по техническим линиям по заданному расходу, расхода триэтиленгликоля (ТЭГ) на каждой технологической линии по фактическому расходу газа на линии, уровней жидкости основного (цех осушки газа) и вспомогательных (цех регенерации ТЭГ и метанола) ТП, температуры регенерации ТЭГ и метанола;

- расчет и сигнализация гидратообразования на кустах газовых скважин и входных линиях запорной арматуры (ЗПА);

- обнаружение аварийных ситуаций и выполнение соответствующих защит в автоматическом либо автоматизированном режимах;

- автоматическое документирование в ходе ТП действий системы и оператора по событиям и вывод отчета на печатающее устройство;

- формирование учетно-отчетных документов;

- отображение оперативной информации в графическом и алфавитно-цифровом виде для операторов и диспетчерской службы промысла;

- формирование и передача сообщений в АСУ вышестоящих и смежных уровней с заданным интервалом времени и по запросу;

- контроль работоспособности КТС системы и решение расчетных задач (ТЭП промысла).

Время цикла контроллеров СПА-ПС составляет 60...80 мс.

Сетевые средства позволяют реализовать взаимодействие проектируемых ПЛК между собой и с другим абонентским оборудованием по протоколу X.25, что играет решающую роль для АСУТП распределенными объектами. Для создания внутрипромысловой сети передачи данных использованы радиоканалы, каналы ТЧ и физические линии, цифровые каналы. Управляющий вычислительный комплекс АСУТП промысла через узел коммутации пакетов внутрипромысловой сети имеет выход на сеть передачи данных информационной АСУ "Сургутгазпром" по X.25.

ПТК системы управления машиной перегрузочной СУМП (Калининская АЭС)

ПТК СУМП может служить представительным образцом высоконадежных систем, используемых для ответственных применений, в данном случае систем важных для безопасности АЭС (класс 2Н по ОПБ 88/97).

ПТК СУМП предназначен для контроля и управления ТП перегрузки топлива на энергоблоках с реакторами типа ВВЭР во всех режимах эксплуатации.

ПТК создан на основе блока контроля и управления (БКУ) для замены систем управления перегрузочными машинами на эксплуатируемых энергоблоках и создания систем управления перегрузкой на строящихся энергоблоках с реакторами типа ВВЭР и

является адаптируемым к модификациям перегрузочных механизмов, комплектам электрооборудования и алгоритмам управления.

Совместно с комплектом электрооборудования (датчики, электрориводы) ПТК интегрируется в единую систему управления перегрузочной машиной, удовлетворяющую всем требованиям НТД по безопасности и конкурентоспособную с лучшими зарубежными аналогами.

ПТК СУМП обеспечивает:

- двухканальную и двухуровневую структуру с перекрестными связями, что обеспечивает выполнение принципа единичного отказа и возможность реконфигурации при перекрестных отказах в каналах;

- дифференциальный подход к реализации резервирования по функциям управления и блокировок. Блокировки формируются по принципу "один из двух", что обеспечивает повышенную устойчивость к наиболее опасным для этой функции отказам типа "несрабатывание". Команды на перемещение механизмов формируются по принципу "два из двух", что обеспечивает повышенную отказоустойчивость к наиболее опасным для этой функции отказам типа "ложное срабатывание";

- блокировку опасных перемещений вне зависимости от причины их возникновения, в том числе из-за неправильных действий оператора;

- защиту от несанкционированного доступа и самодиагностику ПТК;

- совместное движение всех технологических перегрузочных механизмов.

Время цикла контроллеров (характеризующее быстродействие) не превышает 20 мс.

Средства СПА-ПС включены в Госреестр средств измерений и имеют сертификат Госстандарта России об утверждении типа средств измерений RU.C.34.051.A № 18834, № 27835-04.

По указанию МТО ИЗИ ГАН РФ проведена экспертиза безопасности средств СПА ПС. По результатам экспертизы сделано заключение о том, что программные и технические средства СПА-ПС соответствуют требованиям НТД и могут быть рекомендованы для применения на ОИАЭ для создания управляющих систем и подсистем, важных для безопасности, включая системы класса 2 по ОПБ 88/97 (письмо МТУ ИЗИ Госатомнадзора России от 15.04.2003 № МР4-03/202).

*Чоботарев Николай Александрович — зам. директора по науке,
Раскин Евгений Михайлович — ген. директор ЗАО "Автоматика Э".*

Контактный телефон (3812) 23-66-77.

E-mail: rem@avte.omsk.info

GH1-160 – платформа для мощных, многофункциональных систем

Компания Guanghsing анонсировала выпуск новой модели серверного корпуса высотой 1U для 19" стойки. Несмотря на, казалось бы, небольшие размеры (всего 1U), он предоставляет пользователю широкие функциональные возможности. GH1-160 имеет 8 отсеков для накопителей 2,5" HDD SCSI U320

(Seagate Savvio) с поддержкой режима "горячей" замены, один отсек для Slim CD-ROM и один отсек для внутреннего накопителя 3,5" HDD. В качестве системной платы используются платы форм-фактора EATX (max 12x13"), поддерживающие работу двух процессоров Intel Xeon или процессора Pentium 4.

Http://www.icnews.ru