

**Более 100 успешных внедрений
АСУ ТП в энергетике**

АСУ ТП для объектов теплоэнергетики

- котлоагрегаты
- турбоагрегаты
- энергоблоки ТЭС
- котельные
- объекты теплосетей
- ЭЧСР паровых турбин

АСУ ТП электрической части ТЭС

- АСУ ТП распределительных устройств
- АСДУ собственных нужд
- серверы РЗА
- микропроцессорные шкафы ОБР

Модульные Системы Торнадо

630090, Новосибирск, а/я 709, ул. Инженерная 4а,
т/ф (383) 363-38-00, info@tornado.nsk.ru
<http://www.tornado.su>, <http://мст.рф>

Опыт создания АСУ ТП на базе ПТК «Торнадо-N» (часть 1)



Новосибирская компания «Модульные Системы Торнадо» успешно разработала и апробировала программно-технический комплекс «Торнадо-N», на основе которого возможно создание современных распределенных автоматизированных систем управления технологическими процессами с общим количеством каналов контроля и управления от нескольких десятков до нескольких десятков тысяч. В первой части статьи сравнивается организация ПТК «Торнадо-N» с организацией традиционных программно-технических комплексов для АСУ ТП.

ЗАО «Модульные Системы Торнадо», г. Новосибирск

Введение

На базе разработанного компанией «Модульные Системы Торнадо» программно-технического комплекса (ПТК) «Торнадо-N» успешно построены автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) на энергоблоках ряда крупных объектов теплоэнергетики в России. Эти работы выполнены в рамках технологической платформы «Интеллектуальная энергетическая система России», главная цель которой — формирование высокоэффективной, экологически чистой, надежной и безопасной энергетической системы нашей страны на основе внедрения интеллектуальных технологий, обеспечивающих инновационный прорыв в развитии российской энергетики, резкое повышение ее эффективности, надежности и безопасности.

ПТК «Торнадо-N» также был успешно применен за рубежом, в Республике Сербской (Босния и Герцеговина), при замене на современную АСУ ТП старой системы контроля и управления энергоблока мощностью 300 МВт тепловой электрической станции «Углевик». О том, как и в какие сроки был осуществлен

этот проект, можно прочесть в № 5 журнала «ИСУП» за 2013 год.

Следует подчеркнуть, что ПТК «Торнадо-N» можно использовать не только на крупных объектах энергетики. Есть примеры его успешного применения как универсальной платформы при решении задач автоматизации в других отраслях промышленности, когда нужно было реализовать относительно небольшое количество каналов контроля и управления: от нескольких десятков до нескольких сотен.

Но, прежде чем перейти к описанию решений, построенных на базе ПТК «Торнадо-N», сравним его организацию с организацией традиционных программно-технических комплексов для АСУ ТП.

Традиционная организация ПТК для АСУ ТП

При создании АСУ ТП традиционно используются контроллеры, в которых осуществляется ввод текущих значений контролируемых параметров технологического оборудования, исполняются управляющие программы и формируются сигналы управления. Установленные на контроллерах управляющие программы выполняются в реаль-

ном времени и взаимодействуют через специализированные сети уровня управления, или сети нижнего уровня.

Типичный контроллер состоит из процессорного устройства, взаимодействующего с устройствами ввода/вывода через внутреннюю магистраль. Процессорное устройство имеет непосредственный доступ только к собственной подсистеме ввода/вывода, к которой привязано изолированное подмножество каналов сопряжения с технологическим оборудованием. При этом максимально возможное количество подключаемых к контроллеру каналов всегда ограничено в силу физической организации ввода/вывода и из-за ограничений по быстродействию процессорного устройства.

В системах управления большими и сложными технологическими объектами приходится использовать не один, а несколько контроллеров (рис. 1), взаимодействующих в реальном времени через сети нижнего уровня (уровня управления). При построении таких сетей применяются специализированные программные и технические средства, которые могут быть дублированы.

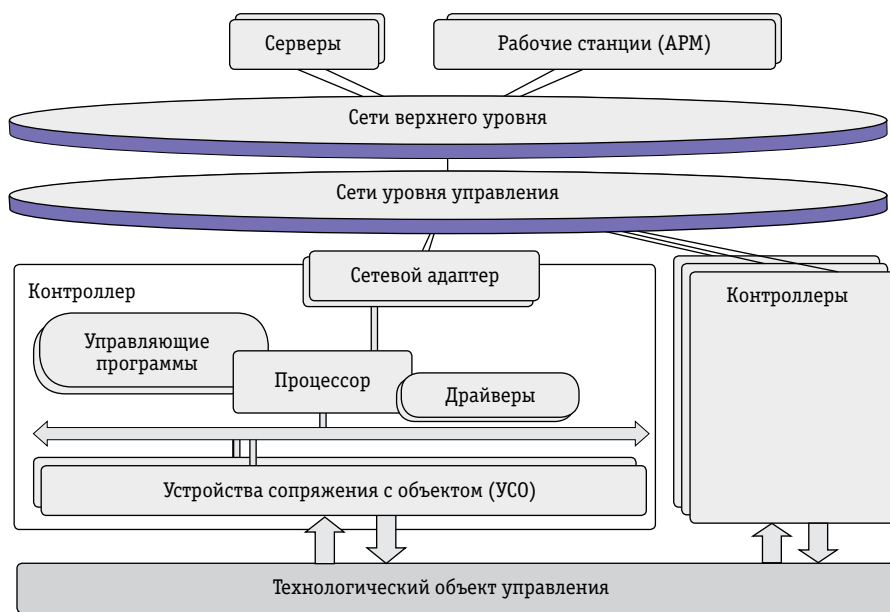


Рис. 1. Система управления крупным технологическим объектом: традиционная организация ПТК

Составляющие верхний уровень системы серверы и рабочие станции (автоматизированные рабочие места обслуживающего персонала) подключаются к сетям верхнего уровня, которые соединяются с сетями нижнего уровня.

На всех этапах жизненного цикла АСУ ТП с такой классической многоуровневой архитектурой приходится учитывать ряд присущих им весьма жестких ограничений, обуславливающих высокую стоимость и длительные сроки реализации возможных решений.

Например, в тех нередких случаях, когда топология имеющихся кабельных трасс не соответствует функционально-технологической структуре объекта, передаваемые по отдельному кабелю сигналы необходимо вводить не в один, а в несколько контроллеров. Для этого полевой кабель приходится подключать к дополнительным коммутационным элементам, а затем через вторичные цепи подключать сигналы к контроллерам. При этом значительно повышается стоимость решения, одновременно снижается надежность системы и усложняется ее обслуживание.

Модификация систем классической архитектуры также затруднена. Например, когда ранее введенный в систему сигнал необходимо подключить к другому контроллеру,

приходится существенно изменять и технические средства, и управляющие программы. Стоимость такой переделки может оказаться весьма высокой.

Непростой задачей является и расширение систем классической архитектуры (введение дополнительных функций и/или подключение дополнительных сигналов). При этом практически невозможно избежать потенциально разрушительного вмешательства в ранее отлаженную реализацию технических и программных средств. Часто оказывается, что проще и дешевле добавить в систему новый контроллер, чем модернизировать имеющиеся технические средства.

Организация ПТК «Торнадо-Н»

В ПТК «Торнадо-Н» опробована архитектура одноранговой распределенной отказоустойчивой высокопроизводительной среды управления (рис. 2), обладающей новыми свойствами и преимуществами в сравнении с традиционной архитектурой ПТК для АСУ ТП.

При разработке ПТК учитывались следующие требования, обязательные для АСУ ТП крупных энергетических объектов:

- 1) охват всего объекта автоматизации без исключений;
- 2) устойчивость к любым единичным отказам;
- 3) отсутствие критических элементов отказа.

Также учитывалось, что к ПТК «Торнадо-Н» в виде отдельных подсистем могут подключаться специализированные программно-технические средства, например для регистрации аварийных ситуаций.

Системообразующей основой ПТК служит однородная распределенная среда передачи данных, объединяющая на одном уровне все элементы системы:

- ▶ устройства сопряжения с объектом (УСО);
- ▶ процессорные устройства, обрабатывающие информацию в реальном времени;
- ▶ серверы и рабочие станции для обслуживающего персонала.

Любой элемент системы может взаимодействовать с любым другим элементом через общую одноранговую скоростную магистраль передачи данных, которая дублируется.

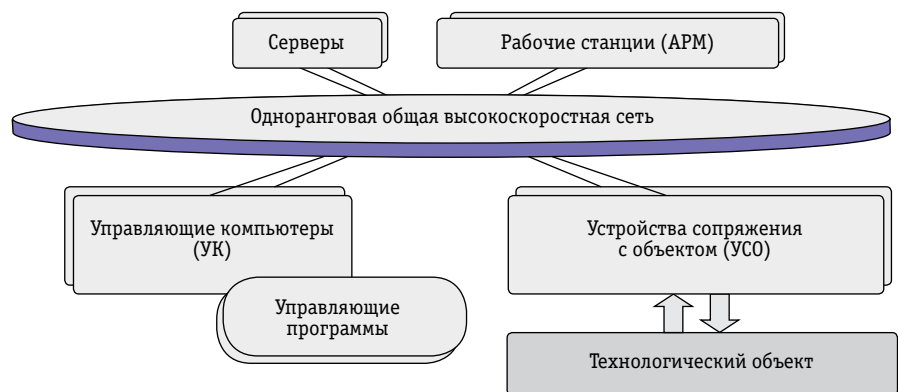


Рис. 2. ПТК «Торнадо-Н»: архитектура одноранговой распределенной среды управления

В качестве общей магистрали в ПТК использована среда передачи данных Fast Ethernet, выбор которой обусловлен следующими ее характеристиками:

- широкая номенклатура сетевых средств, выпускаемых большими сериями и, что существенно для внедрения, относительно недорогих по сравнению со специализированными сетевыми средствами;
- отсутствие проблем совместимости устройств и программного обеспечения различных производителей;
- высокая скорость передачи данных (100 Мбит в секунду);
- использование массово выпускаемого недорогого кабеля типа «промышленная витая пара», который хорошо защищен от промышленных помех;
- подключения узлов «звездой» сводит к минимуму эффект единичных отказов, в отличие от подключений типа «общая шина» и «от узла к узлу».

К общей магистрали ПТК подключаются модули УСО и процессорные устройства (управляющие компьютеры) промышленного исполнения.

Модули УСО пассивны: взаимодействие с ними путем сетевого обмена пакетами осуществляется только по инициативе управляющего компьютера.

Модули УСО с функциями ввода осуществляют:

- ввод текущих физических значений контролируемых параметров;
- диагностику работоспособности полевых технических средств;
- первичную обработку сигналов (линеаризацию, масштабирование, табличные преобразования и др.);
- частотную фильтрацию;
- определение качества (статуса) измерений;
- формирование пакетов с первично обработанными физическими значениями.

Модули УСО с функциями вывода формируют управляющие сигналы, принимая сетевые пакеты с текущими значениями этих сигналов.

Связь между управляющими компьютерами (УК) и модулями УСО осуществляется через единую коммуникационную среду — общую для всех технических средств системы

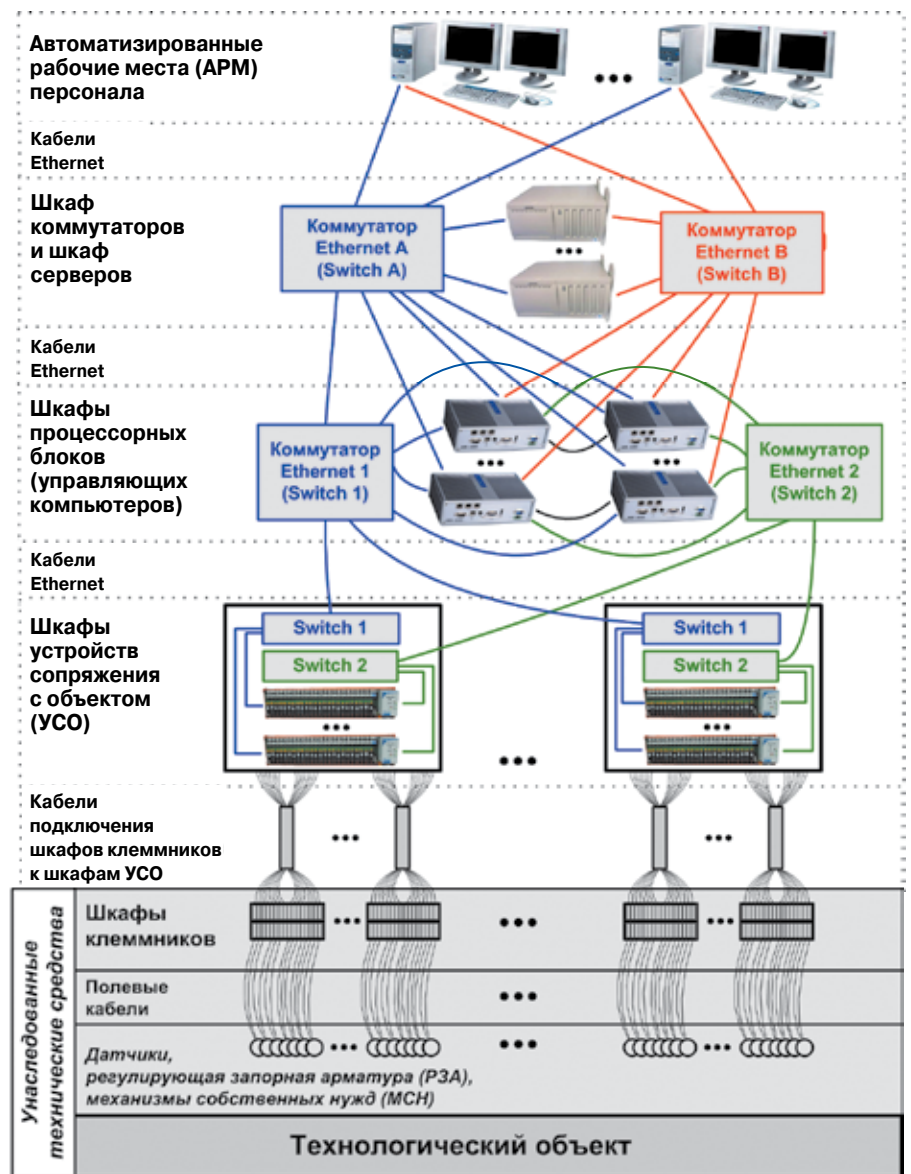


Рис. 3. Организация ПТК «Торнадо-N» для АСУ ТП средних и больших объектов

сеть Fast Ethernet со скоростью передачи данных 100 Мбит/с, при построении которой могут использоваться несколько уровней коммутаторов Ethernet.

В ПТК для средних и больших объектов применяется следующая компоновка технических средств (рис. 3): модули УСО устанавливаются в отдельных шкафах и подключаются к установленным в тех же шкафах коммутаторам первого уровня. Управляющие компьютеры также устанавливаются в отдельных шкафах и подключаются к установленным там же коммутаторам второго уровня. Для подключения компьютеров верхнего уровня (серверов и АРМ) используются установленные в отдельном шкафу коммутаторы третьего уровня.

Коммутаторы первого уровня подключены к коммутаторам второго уровня, которые, в свою очередь, подключены к коммутаторам третьего уровня.

Взаимодействие между модулями УСО и управляющими компьютерами осуществляется через две дублированные сети нижнего уровня 1 и 2. Взаимодействие между УК и компьютерами верхнего уровня осуществляется через две дублированные сети верхнего уровня А и В. Сеть 2 и сеть В сделаны изолированными, а сеть 1 и сеть А связаны друг с другом, образуя единую магистраль ПТК, к которой подключены все его технические средства.

Такая компоновка обеспечивает удобство монтажа, наладки и технического обслуживания, а также

гарантирует устойчивость к единичным отказам сетевых средств.

По экономическим соображениям для небольших объектов все технические средства ПТК, кроме АРМ, могут быть установлены в одном шкафу. При этом в ПТК есть только одна пара коммутаторов Ethernet и соответственно реализованы две дублированные сети Ethernet. Каждое техническое средство ПТК подключено к обеим этим сетям, что обеспечивает устойчивость к единичным отказам сетевых средств.

Установленное на управляющих компьютерах программное обеспечение (управляющие программы) исполняется в среде ISaGRAF и осуществляется:

- ▶ опрос и диагностику работоспособности модулей УСО;
- ▶ дополнительную обработку сигналов;
- ▶ обмен данными с другими управляющими компьютерами;
- ▶ обмен данными с серверами верхнего уровня АСУ ТП;
- ▶ исполнение управляющих программ в реальном времени.

В ПТК реализована пакетная передача данных между модулями УСО и управляющими компьютерами по протоколу Modbus поверх протокола UDP по сети Ethernet со скоростью 100 Мбит в секунду. Модуль УСО объявляется неисправным, если он не ответил на три запроса подряд через оба реализованных в нем порта Ethernet.

Благодаря организации ПТК любая из управляющих программ может взаимодействовать с любым из модулей УСО, что позволяет создавать конфигурации АСУ ТП, устойчивые к единичным и множественным отказам на полевом уровне системы, непо-

средственно взаимодействующем с технологическим оборудованием.

Для обеспечения устойчивости к отказам могут быть также дублированы или резервированы основные элементы ПТК. Как правило, в ПТК дублируется информационная магистраль и резервируются управляющие компьютеры.

При отказе основного компьютера резервный компьютер автоматически берет на себя функции управления объектом. После восстановления работоспособности основного компьютера к нему автоматически возвращаются функции управления. Для этого на основном и резервном компьютерах устанавливаются идентичные комплекты управляющих программ и специальное программное обеспечение для согласования контекстов исполнения управляющих программ. Контексты передаются между компьютерами в реальном времени через выделенные дублированные линии связи.

Такая организация ПТК дает полную свободу в проектировании и эксплуатации АСУ ТП, для нее нет ни топологических, ни конструктивных ограничений, в любой момент можно перераспределить нагрузку, добавить дополнительные недостающие вычислительные мощности и каналы ввода/вывода.

Фактически в ПТК «Торнадо-N» реализовано общее «коммутационное поле», через которое от каждого активного элемента системы может быть статически проложен и настроен виртуальный канал связи с любым пассивным элементом системы, с гарантированным временем доставки. В реализации такого виртуального канала используются не специализированные, а широко распространенные

недорогие программные и технические сетевые средства.

При добавлении в систему новых технических и программных средств необходимо выполнить только их настройку, но не требуется вносить изменения в ранее установленные средства.

Перепривязка сигнала (его переброска от одной управляющей программы к другой) производится только программно, а не программно и технически. Фактически любой сигнал в системе можно привязать к любой управляющей программе.

При расширении и модернизации системы можно добавлять только отдельные модули УСО, а не новые контроллеры с вновь разработанными программами.

Управляющее программное обеспечение выделяется в полностью обособленный слой системы. Его декомпозиция зависит только от запрограммированного функционала системы и никак не зависит от компоновки технических средств.

Вместо дорогих решений сложных технических проблем решаются относительно простые задачи по перенастройке и/или перекомпоновке программного обеспечения.

Появляется практически ничем не ограниченная свобода в части организации работ по проектам. Для конкретного объекта, конкретных исполнителей и конкретных условий производства можно задать уникальную дисциплину проектирования, разработки и изготовления АСУ ТП, адекватную решаемой задаче.

Также кардинально меняются способы и стоимость решения многих задач автоматизации. Примеры таких решений приведем в следующем номере.

О. В. Сердюков, генеральный директор
 ЗАО «Модульные Системы Торнадо», г. Новосибирск,
 тел.: (383) 363-3900,
 e-mail: info@tornado.nsk.ru,
 www.tornado.su

Proficy 2014

Просто! Проверено! Профессионально!

- Визуализация, контроль, анализ и оптимизация данных обо всех операциях
- Анализ узких мест и оптимизация технологического процесса
- Организация интеллектуального производства на предприятии
- Высокоэффективное оперативное управление
- Контроль качества и соответствия стандартам



**Интеллектуальные решения
GE Intelligent Platforms -
лучшее для Вашего успеха!**



191024, Санкт-Петербург
Полтавская ул., д. 8Ж
+7 (812) 717-27-75
+7 (812) 717-40-96

198097, Санкт-Петербург
ул. Трефолева, д.2БН
+7 (812) 331-58-30
+7 (812) 331-58-31

115551, Москва
Шипиловский пр., д. 47/1
+7 (495) 343-43-88
+7 (495) 343-43-88

623280, Свердловская обл.
Ревда, ул. Клубная, д.8
+7 (34397) 2-11-62
+7 (34397) 2-18-56

www.technolink.spb.ru