

САРГОН 6.5 – торжество распределенных систем

Описаны средства и технологии создания ответственных распределенных АСУТП на базе ПТК «САРГОН», разработанные ЗАО «НВТ-Автоматика» на основе многолетнего опыта внедрения распределенных систем.

Первая распределенная система управления была разработана ЗАО «НВТ-Автоматика» в 1994г. Ровно 10 лет назад – в мартовском номере журнала «Промышленные АСУ и контроллеры» - автором была опубликована статья [1], обобщающая результаты НИОКР нашей фирмы и опыта использования распределенных систем. В статье были обоснованы характеристики контроллеров и программных средств, требуемых для создания оптимальных (распределенных) систем ответственного контроля и управления основным теплоэнергетическим оборудованием. Современный ПТК «САРГОН» версии 6.5 [2] является третьей генерацией таких средств, аккумулировавшей многолетний опыт ЗАО «НВТ-Автоматика» по созданию распределенных систем.

Включение в состав ПТК модулей удаленного ввода-вывода информации является решением только части задачи создания распределенной системы ответственного управления. Для получения существенного эффекта от использования распределенных средств эти модули должны быть обеспечены соответствующими программными средствами, устройствами сетевого обмена и бесперебойного электропитания, типовыми шкафами, и, что не менее важно, типовыми проектными решениями по применению.

Рассмотрим основные факторы, влияющие на изменение стоимости и удобства эксплуатации при переходе от сосредоточенных систем к распределенным, и технологии ЗАО «НВТ-Автоматика» обеспечивающие максимизацию положительного эффекта.

Основные факторы снижения стоимости при создании распределенной системы по технологиям ЗАО «НВТ-Автоматика»

Основными источниками снижения стоимости при создании распределенной системы являются:

- 1. Сокращение длины кабельных линий за счет приближения устройств управления к объекту.** При традиционном размещении шкафов контроллеров и НКУ в отдельных залах типовая длина кабельной линии для сигнала составляет на крупном энергоблоке от 100 до 200 м. При числе сигналов в несколько тысяч это приводит к прокладке в АСУТП нескольких сотен километров кабелей и соответствующего количества кабельных материалов (коробов, защитных труб и т.п.). ЗАО «НВТ-Автоматика» использует в своих проектах комплекс технических средств и решений, которые позволяют разместить эти шкафы на площадках в непосредственной близости от объекта и уменьшить среднюю длину кабеля более чем в 3 раза.
- 2. Переход на цифровую передачу данных с устранением внутрисистемных связей по сигнальным кабелям.** В традиционных проектах АСУТП силовые блоки управления арматурой и двигателями устанавливаются в шкафах НКУ, контроллерные модули - в контроллерных шкафах, а передача сигналов между ними производится по сигнальным кабелям. Даже при размещении шкафов НКУ и контроллерных шкафов в одном помещении это приводит к большому расходу кабеля и монтажных материалов. В проектах ЗАО «НВТ-Автоматика» используются интеллектуальные шкафы НКУ, в которых силовые блоки управления электроприводами и электронные модули размещаются совместно, а подключение к АСУТП производится по резервированной цифровой сети. На крупном блоке экономия кабеля составляет несколько десятков километров.

3. **Сокращение площади занимаемых помещений и объема строительных работ.** Компактность технических средств ПТК «САРГОН» и совмещение шкафов НКУ с контроллерными позволяет существенно (до двух раз) снизить площадь, занимаемую оборудованием АСУТП. При строительстве новых энергоблоков это позволяет существенно сократить стоимость строительства, а при модернизации существующих – вписать возросшее количество средств контроля и управления (нормативные требования по объему оснащения технологического оборудования средствами автоматизации постоянно растут) в существующие помещения.
4. **Удешевление кабеля за счет усложнения цифровой обработки сигналов** является также важной составляющей удешевления распределенной системы. Наибольший эффект достигается при замене компенсационного кабеля для ввода сигналов термопар на обычный при дополнительном вводе сигналов температуры холодных спаев с клеммных коробок, расположенных рядом с датчиками. В проектах ЗАО «НВТ-Автоматика» использование компенсационного кабеля полностью исключено.
5. **Снижение взаимозависимости частей системы,** упрощающее проведение обслуживания, ремонта и модернизации технологического оборудования и системы управления без остановки производства. Это общее преимущество всех распределенных систем, но в ПТК «САРГОН» оно проявляется особенно четко за счет высокой автономности типовых шкафов и эффективной организации сетевого обмена.

Уменьшение влияния негативных факторов при создании распределенной системы по технологиям ЗАО «НВТ-Автоматика»

При создании распределенной системы действуют ряд факторов, увеличивающих ее стоимость по отношению к сосредоточенной системе. Рассмотрим способы снижения влияния этих факторов в системах ЗАО «НВТ-Автоматика»:

1. **Удорожание технических средств ПТК, устанавливаемых рядом с объектом, из-за ужесточения требований по устойчивости к температуре и электромагнитным помехам.** В ПТК «САРГОН 6.5» влияние этого фактора было устранено совершенными схмотехническими решениями, обеспечивающими соответствие всех разработанных устройств жестким требованиям - помехоустойчивость по классу А, устойчивость к температуре до +60°C в течение неограниченного времени без принудительной вентиляции.
2. **Существенное увеличение длины дорогого цифрового кабеля и числа абонентов цифровой сети.** В максимально распределенной системе каждый датчик и электропривод управляются индивидуальными микропроцессорными контроллерами, подключаемыми к АСУТП по цифровой сети. Количество сигнального кабеля при этом резко сокращается, однако значительно возрастает количество дорогого сетевого кабеля, что сводит баланс изменения стоимости почти к нулю. При использовании в модулях УСО сетевого интерфейса Ethernet резко возрастает количество коммутаторов в системе. При этом коммутаторы Ethernet, предназначенные для работы в промышленных помещениях, стоят в несколько раз дороже офисных, применяемых в сосредоточенных системах. ЗАО «НВТ-Автоматика» применяет контроллерные блоки на уровне шкафа, объединяющего сигналы нескольких исполнительных устройств (ИРТЗО) или нескольких десятков датчиков (ШУСО), располагаемого рядом с объектами контроля и управления. Выбранное в ПТК «САРГОН» сочетание сетей Ethernet/скоростной RS-485 для связи с контроллерами/модулями обеспечивает высокую скорость обмена информацией в системе при минимальном числе коммутаторов.
3. **Усложнение системы бесперебойного питания.** Источники бесперебойного питания, используемые в традиционных АСУТП, не соответствуют требованиям распределенных систем управления, т.к. не выдерживают температуры выше +40С.

Для распределенных АСУТП в ЗАО «НВТ-Автоматика» разработана типовая конструкция блока бесперебойного питания шкафа (ШУСО или ИРТЗО), обеспечивающего как защиту от колебания напряжения ~220В, так и безударное переключение на =220В. Как и другие компоненты распределенной системы «САРГОН», источник не имеет вентиляторов и предназначен для длительной работы при температуре +60С.

4. **Усложнение обслуживания.** Одним из следствий выноса шкафов контроллеров и НКУ с щитов управления к технологическому оборудованию является ухудшение условий их обслуживания. Для компенсации этой проблемы ЗАО «НВТ-Автоматика» максимально сократило объем обслуживания, необходимый для функционирования этих шкафов: сервисное ПО ПТК обеспечивает полную настройку и диагностику модулей и контроллеров в удаленном режиме; отсутствие принудительной вентиляции не требует регулярного обслуживания воздушных фильтров; безаккумуляторные источники бесперебойного питания также не требуют обслуживания; конструкция модулей УСО сокращает время, необходимое для замены модуля, до 1-2 минут. С другой стороны, локализация средств управления при использовании распределенных технологий ПТК «САРГОН», исключение кросс-шкафов и т.п. **существенно упрощают поиск неисправностей** в каналах сбора и управления и, соответственно, их обслуживание.

Технические средства ПТК «САРГОН» для распределенных систем

Более сложная структура распределенных систем управления предъявляет более жесткие требования к характеристикам технических средств ПТК, чем в сосредоточенных системах.

Микропроцессорные контроллеры АРМКОНТ-300 и TREI-5В-05

Для создания распределенных АСУТП в ПТК «САРГОН» v.6.5 используются два семейства контроллеров: АРМКОНТ производства ЗАО «НВТ-Автоматика» [3] и TREI-5В-05 производства TREI GmbH (г. Пенза) [4]. Контроллеры различаются между собой по вычислительной мощности и конструкции, но общность назначения определяет сходство основных характеристик:

- **Компактная, прочная конструкция** – оба контроллера выполнены в металлическом корпусе, предназначенном для установки на DIN-рейку. Габариты контроллеров (235x155x35 мм и 188x128x61 мм соответственно) допускают их установку в шкафы всех типов, в том числе, на боковые стенки шкафов глубиной 400 мм.
- **Приспособленность для работы в жестких условиях эксплуатации** – оба контроллера рассчитаны на длительную работу при температуре до +60°С без принудительной вентиляции, в условиях сильных электромагнитных помех. Отсутствие принудительной вентиляции обеспечивает устойчивую эксплуатацию контроллеров в грязных и запыленных помещениях при использовании уплотненных шкафов (IP54-IP65).



Рис. 1. Контроллер АРМКОНТ-300

- **Наличие резервированной сети Ethernet** – использование для межконтроллерного обмена высокопроизводительной сети Ethernet обеспечивает достаточную пропускную способность при одновременной работе нескольких десятков контроллеров, а наличие двух портов Ethernet - резервирование сети, необходимое для реализации в распределенной системе ответственных функций контроля и управления.



Рис. 2. Контроллер TREI-5B-05

- **Большое количество высокоскоростных последовательных интерфейсов:**
 - контроллер TREI-5B-05 оснащен интерфейсом RS-485 со скоростью обмена до 2,5 Мбит/с по протоколу ST-BUS; высокая скорость обмена обеспечивается сопроцессором, осуществляющим обмен с модулями ввода-вывода без загрузки центрального процессора контроллера;
 - оба контроллера имеют по несколько интерфейсов RS-485 с индивидуальной гальванической развязкой, обеспечивающих скорость обмена до 2,5 Мбит/с по протоколу Modbus RTU (TREI-5B-05 – до 5); высокая скорость обмена поддерживается специализированной микросхемой UART с буфером данных большой емкости;
 - оба контроллера имеют дополнительно по два последовательных интерфейса RS-232/RS-485 со скоростью обмена до 115,2 кбит/с;
 - итого: у TREI-5B-05 - 8 каналов RS-485/232 (из них 6 высокоскоростных и 2 среднескоростных), у АРМКОНТ-300 - 4 канала (из них 2 высокоскоростных).
- **Большая вычислительная мощность** – оба контроллера оснащены PC-совместимыми блоками ЦП и большим объемом оперативной и Flash памяти: TREI-5B-05, предназначенный для управления энергетическими установками в целом, - процессором класса Pentium с частотой 500 МГц; АРМКОНТ-300, предназначенный для управления функциональными группами и агрегатами, – процессором класса i-80486/133 МГц. Разница в производительности соответствует различию в назначении – количество сигналов, обрабатываемых АРМКОНТ-300, в среднем, в 4 раза меньше, чем TREI-5B-05. При использовании по назначению мощности контроллеров более чем достаточно для реализации всех функций в соответствии с требованиями [5].
- **ОС реального времени** – в составе ПТК «САРГОН» оба контроллера работают под управлением ОС Windows CE с квантом реального времени 1 мс.
- **Открытость интерфейсов** – использование для связи с модулями ввода-вывода протокола Modbus RTU обеспечивает возможность подключения к контроллерам модулей сторонних производителей и интеллектуальных датчиков; использование Ethernet для внешнего интерфейса контроллера – интеграцию в системы сторонних производителей по протоколу OPC.
- **Эффективная стоимость**, не превышающая стоимости крейтовых контроллеров. Это была одна из приоритетных целей, достигнутых при разработке контроллеров АРМКОНТ и TREI. Соотношение цен между контроллерами АРМКОНТ-300 и TREI-5B-05 примерно соответствует отношению их вычислительной мощности - 1:4.

Интеллектуальные модули УСО АРМКОНТ А4

Основой распределенной системы являются интеллектуальные модули Устройств

Связи с Объектом (УСО), подключаемые к контроллерам или компьютерам по цифровым каналам связи. Для реализации быстродействующей системы ответственного управления модули УСО должны отвечать жестким требованиям:

- время опроса модуля не должно превышать нескольких мс (иначе невозможно будет обеспечить время реакции, требуемое для технологических защит);
- цифровой интерфейс должен быть резервирован;
- модули должны быть устойчивы к длительному воздействию высокой температуры и сильных электромагнитных помех, изменениям напряжения питания;
- конструкция модулей должна быть компактна, обеспечивать удобство монтажа, подключения и горячей замены устройства;
- в модуле должна производиться обработка сигналов – подавление помех и дребезга, линеаризация характеристик термодатчиков, компенсация температуры холодного спая термопар и т.п.

В ПТК «САРГОН» интеллектуальные удаленные УСО активно используются с 2001г. Семейство модулей АРМКОНТ А4 специально создавалось для реализации ответственных распределенных систем с выполнением всех указанных выше технических требований и оптимизацией ценовых характеристик. В АСУТП модули А4 успешно применяются с 2008г.

- модуль А4 оснащен 32-х разрядным RISC-микроконтроллером, обеспечивающим обработку сигналов и прием/выдачу данных по запросам менее чем за 1 мс;
- обмен с контроллерами ведется одновременно по двум электрически и логически независимым каналам на скорости до 4,5 Мбит/с, что позволяет реализовать различные схемы резервирования;
- конструкция модуля, состоящего из двух блоков (клеммного, установленного на DIN-рейку, и электронного съемного), обеспечивает простоту «горячей замены» модуля без отключения сигнальных и сетевых кабелей;
- двухрядный клеммник WAGO обеспечивает подключение сигнальных кабелей без промежуточных клемм;
- резервирование модулей реализуется также через его клеммник, без использования внешних клемм;
- универсальность модулей позволила сократить их номенклатуру до трех основных типов: температурного ввода (8 сигналов в любых сочетаниях), аналогового ввода-вывода унифицированных сигналов с индивидуальной гальванической развязкой, дискретного ввода-вывода с контролем правильности вывода.



Рис. 3. Модуль семейства АРМКОНТ А4

Характеристики модулей, оснащенных 32-х разрядными контроллерами и парой быстродействующих сетевых каналов, позволяют полностью отказаться от использования крейтовых контроллеров даже при создании АСУТП крупных энергоблоков.

Программные средства ПТК «САРГОН» для создания распределенных систем

Распределенность АСУТП значительно увеличивает объем обмена данными между устройствами, что существенно усложняет задачи программного обеспечения системы по организации обмена информацией как в реальном времени, так и в процессе проектирования.

В ПТК «САРГОН» разработке эффективного программного обеспечения всегда уделялось большое внимание [6]. Для решения сложных задач обмена данными в распределенных системах были разработаны высоконадежные быстродействующие программные модули для сетей Ethernet и RS-485, система автоматического конфигурирования межконтроллерных связей, ПО сетевого диагностирования, настройки и тестирования контроллеров и модулей. Важность вопроса ПО распределенных систем требует значительного объема изложения и является темой отдельной статьи.

Резервирование в распределенных системах на ПТК «САРГОН»

В ПТК «САРГОН» резервирование предусмотрено для всех компоненты системы: модулей, контроллеров, компьютеров АРМ оператора, сетевых устройств и кабелей, устройства питания. Оно выполняется в объеме, обеспечивающем устойчивость системы к любому единичному отказу, что позволяет создавать на базе ПТК полномасштабные распределенные системы. При разработке механизмов резервирования ПТК «САРГОН» большое внимание уделялось достижению высокой надежности за приемлемую стоимость – была поставлена и решена задача выхода на стоимостные характеристики системы, которые позволили бы исключить использование нерезервированных систем управления.

Очевидно-уязвимым местом распределенных систем являются сетевые каналы связи с удаленными модулями УСО, проложенные по промышленным помещениям, – при обрыве или коротком замыкании сетевого кабеля теряется связь со всеми подключенными к нему модулями. В системе, реализующей ответственные функции, каналы связи с УСО должны быть резервированы, однако это влечет необходимость резервирования всех компонентов канала: сетевых кабелей, сетевых портов на модулях УСО, коммутаторов и преобразователей сигналов (если они используются), управляющих сетевых портов на контроллерах, программных модулей управления вводом-выводом. Аналогичная комплектность необходима при организации системы бесперебойного питания.

Интеллектуальные шкафы ПТК «САРГОН»

Унификация типоразмеров модулей, компактность и другие конструктивные достоинства позволили разработать унифицированные шкафы с высокой плотностью компоновки оборудования, удобные в монтаже и обслуживании.

Типовой шкаф удаленных модулей УСО (ШУСО) предназначен для размещения в промышленном помещении в непосредственной близости от датчиков:

- Компактный шкаф (800*400*2000) одностороннего обслуживания защищенного исполнения (IP54-IP65).
- Высокая помехоустойчивость и широкий температурный диапазон работы модулей ввода-вывода семейства АРМКОНТ А4 позволяют устанавливать шкафы УСО в тех же местах, где и стенды датчиков, что значительно сокращает длину сигнального кабеля и объем монтажных работ.
- Все компоненты шкафа (модули УСО, блоки питания, коммутационная аппаратура) выбираются для длительной работы при температуре до +60°С без принудительной вентиляции, что обеспечивает возможность размещения шкафов в сильно загрязненных помещениях, в том числе, в котельном отделении угольной электростанции.
- Компактность конструкции модулей позволяет разместить 4 ряда на задней панели шкафа – до 32-х восьмиканальных



Рис. 4. Шкаф ШУСО

- клеммных модулей (256 сигналов) в шкафу.
- Передача информации между модулями УСО и контроллерами осуществляется по резервированным высокоскоростным каналам RS-485. Максимальная скорость передачи данных зависит от удаления ШУСО от контроллера. При стандартной скорости обмена 115,2 кбит/с расстояние может быть до 1200м. при этом время опроса 31 модуля по протоколу Modbus RTU не будет превышать 160 мс (что обеспечивает реализацию технологических защит в соответствии с требованиями [7]). При увеличении скорости обмена до 1,2 Мбит/с время опроса сокращается до 35 мс, а допустимое удаление – до 100м.
- Особенно эффективно использование ШУСО для ввода сигналов термопар, т.к. встроенная программно-аппаратная технология компенсации температуры удаленного холодного спая позволяет полностью исключить из системы компенсационный кабель (остаются только короткие участки компенсационного провода от термопары до ближайшей клеммной коробки).
- Типовой ШУСО включает схему бесперебойного питания от источников ~220В и =220В. Источник ~220В является основным, при пропадании напряжения ~220В производится мгновенное безударное переключение на =220В, а после восстановления – автоматический возврат. При резервировании модулей УСО источники бесперебойного питания также резервируются.

Интеллектуальный шкаф РТЗО предназначен для управления арматурой, функциональными узлами и группами технологического оборудования:

- Компактный шкаф (800*400*2000) одностороннего обслуживания защищенного исполнения (IP54-IP65).
- Модули УСО (если требуется, резервированные) устанавливаются непосредственно в шкаф РТЗО на место верхнего блока управления, или в надстройку, устанавливаемую на шкаф.
- Команды управления передаются по вычислительной сети, которая, как правило, резервируется.
- Допустимое число присоединений увеличивается до 12-16 (в зависимости от типа ИУ и высоты шкафа).
- Высокая помехоустойчивость и широкий температурный диапазон работы модулей позволяют размещать шкафы ИРТЗО в тех же местах, где устанавливаются стандартные РТЗО.
- В главный шкаф сборки может устанавливаться резервированная пара контроллеров, управляющая функциональной группой технологического оборудования.
- Сигналы от пультов местного управления и ключей дистанционного управления вводятся через удаленные модули УСО и обрабатываются контроллером аналогично командам от АРМ оператора.



Рис. 5. Шкаф ИРТЗО

Типовая секция оперативного управления АСУТП на базе ПТК «САРГОН»

Для верхнего уровня АСУТП в ПТК «САРГОН» также разработано типовое решение – «типичная оперативная секция». Она включает комбинацию пары компьютеров с мониторами TFT 24”, установленными на пультовом столе, и обзорный 46” ЖК-экран, подключенный к своему компьютеру и размещенный на оперативной панели щита

управления. Пультовые столы имеют встроенные ящики для размещения компьютеров. На поверхности стола размещены ключ аварийного останова, а под обзорным экраном – дополнительные ключи, индикаторы и приборы аварийно-резервного управления в соответствии с РД [8].

С мониторов пульта выполняется оперативное управление выбранным участком технологического процесса, а обзорный экран постоянно отображает состояние энергоблока/установки в целом.

Все компьютеры оперативного контура взаимно-резервированы. При правильном выборе расстояния от пульта до щитовой панели информация с обзорного экрана будет хорошо видна как оператору, так и другим сотрудникам, находящимся на щите управления.

Типовая структура АСУТП на ПТК «САРГОН» версии 6.5

Типовая АСУТП энергоблока на базе ПТК «САРГОН» 6.5 имеет следующую структуру:

- Оперативное управление энергоблоком осуществляется с АРМ операторов, состоящих из трех-четырех типовых секций оперативного управления. Для блочного/группового щита станции с поперечными связями типовая секция устанавливается на каждую энергетическую установку.

- Автоматическое управление техпроцессом в целом, включая реализацию технологических защит, основных регуляторов и логических автоматов, осуществляется одной-тремя резервированными парами контроллеров (в зависимости от масштаба системы). Контроллеры каждой пары подключаются по схеме активного резервирования и реализуют систему автоматизации установки (котла, турбины, общестанционного оборудования). Ввод, вывод и обработка сигналов, участвующих в защитах и наиболее ответственных регуляторах, например, питания котла, полностью резервируется (клеммники-преобразователи, модули УСО, контроллеры в целом). Для менее ответственных регуляторов и исполнительных устройств используется частичное резервирование, с вводом и выводом сигналов через общие модули УСО, подключаемые по резервированным каналам одновременно к обоим контроллерам пары.

- Ввод аналоговых сигналов осуществляется по резервированным высокоскоростным каналам RS-485 через УСО, установленные вблизи автоматизированного оборудования – высокая помехоустойчивость аналоговых УСО позволяет устанавливать их как в типовые шкафы УСО (ШУСО), так и в силовые шкафы управления исполнительными устройствами. Особенно эффективно использование модулей АРМКОНТ А4 для удаленного ввода сигналов термодпар, т.к. встроенная программно-аппаратная технология компенсации температуры удаленного холодного спая позволяет полностью исключить компенсационный кабель (остаются только короткие участки компенсационного провода от термодпары до ближайшей клеммной коробки).

- Управление исполнительными устройствами осуществляется через интеллектуальные шкафы управления (ИРТЗО), оснащенные резервированными контроллерами функциональных узлов или удаленными УСО. В зависимости от объема и сложности решаемых задач контроллеры исполнительных устройств могут устанавливаться в каждый шкаф, на сборку шкафов (наиболее распространенный вариант для систем класса АСУТП энергоблока) или не использоваться – тогда модули подключаются к контроллерам, управляющим техпроцессом в целом. При невозможности замены или модернизации существующих шкафов РТЗО, модули дискретного ввода-вывода следует располагать в ШУСО вблизи управляемой сборки РТЗО (например, в дополнительном шкафу сборки).

- Модули связываются с контроллерами по высокоскоростному резервированному

каналу RS-485, контроллеры между собой и с верхним уровнем – по резервированному Ethernet.

– Для контроля за технологическим процессом со стороны ДИС, руководства цехов и станции в состав ПТК включается сервер-маршрутизатор и сетевая лицензия ПО «САРГОН» на требуемое количество рабочих мест (от 5 до безлимитного), обеспечивающая возможность полнофункционального просмотра оперативной и архивной информации.

Эффективные средства и типовые решения обеспечивают широкие возможности масштабирования АСУТП - при сохранении типовой структуры объем автоматизации может многократно меняться.

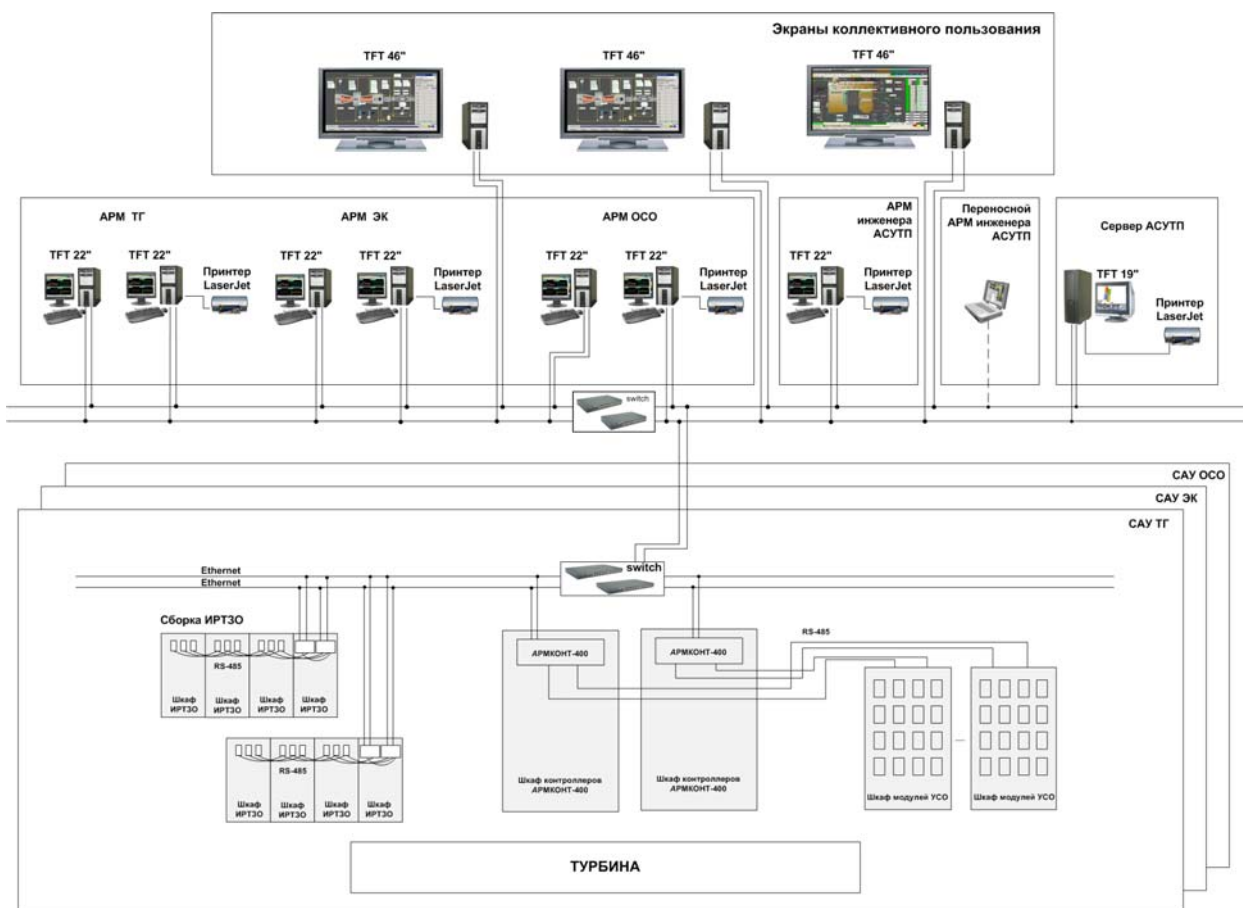


Рис. 6. Структура распределенной АСУТП энергоблока на базе ПТК «САРГОН» версии 6.5

Выводы

Многолетний опыт ЗАО «НВТ-Автоматика» по созданию распределенных АСУТП позволил разработать набор средств, объединенных в ПТК «САРГОН» версии 6.5, и типовых решений, которые обеспечивают существенное повышение технико-экономических характеристик полномасштабных АСУТП основного теплоэнергетического оборудования электростанций.

Стоимостной эффект от применения средств и технологий ЗАО «НВТ-Автоматика» оказывается столь значителен, что некоторые потенциальные партнеры и заказчики отказываются в это верить. Однако, получаемые цифры (до 25% снижения цены на систему) абсолютно реальны – все работы, выигранные «НВТ-Автоматика» на конкурсах, выполняются за заявленные деньги.

Владимир Анатольевич Менделевич – канд. физ.-мат. наук, генеральный директор ЗАО «НВТ-Автоматика».

Телефон (495) 361-23-34.

E-mail: mail@nvtav.ru

Список литературы

1. Менделевич В.А. «Идеальный ПТК для энергетики»: от постановки проблемы к решению. // Москва, Промышленные АСУ и Контроллеры №3 2000
2. Менделевич В.А. Средства создания распределенных полномасштабных АСУТП на базе ПТК "САРГОН" // Москва, Теплоэнергетика, №10, 2009.
3. Романов Б.А. Новые модули АРМКОНТ® А4 для современных распределенных АСУТП // Москва, Промышленные АСУ и Контроллеры. №12 2007.
4. Рогов С.Л. Распределенные АСУТП в энергетике – мода или необходимость? // Москва, Промышленные АСУ и Контроллеры. №5 2008.
5. РД 153-34.1-35.127-2002 Общие требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций // СПО ОРГРЭС. 2002.
6. Кауфман И.Х. Исполнительная система реального времени ТкА6.5 для распределенных АСУТП на базе ПТК «САРГОН». // Москва, Промышленные АСУ и Контроллеры. №3 2009.
7. РД 153-34.1-35.137-00 Технические требования к подсистеме технологических защит, выполненных на базе микропроцессорной техники // СПО ОРГРЭС. 2000.
8. РД 153-34.1-35.523-2002 Методические указания по оснащению рациональным объемом резервных аппаратных средств контроля и управления котлотурбинным оборудованием ТЭС, оснащенным АСУ ТП // СПО ОРГРЭС. 2002.