

Система сетевого обмена информацией ПТК «САРГОН»

Рассмотрена реализация системы сетевого обмена ПТК «САРГОН», обеспечивающей надёжную и эффективную работу быстродействующей распределённой системы управления.

В современной распределённой АСУТП вычислительная сеть является «нервной системой» программно-технического комплекса, которая определяет как быстродействие, так и устойчивость работы всей системы управления. Распределённая структура АСУТП увеличивает нагрузку на сеть, что усиливает требования к надёжности и производительности её работы.

В ПТК «САРГОН» реализована многоуровневая иерархическая архитектура вычислительной сети, использующая как системные, так и фирменные средства организации эффективного сетевого обмена [1].

Требования к сетевой подсистеме современного ПТК

Основными требованиями к сетевой подсистеме современного ПТК являются:

1. Устойчивость к отказам.
2. Высокая эффективность работы.
3. Гибкость конфигурирования.

Устойчивость к отказам

Устойчивость сетевой подсистемы к отказам является главным условием создания распределённой системы ответственного управления.

Устойчивость к отказам сетевой подсистемы складывается из следующих факторов:

1. Устойчивость к любому единичному отказу. Единичный отказ любого компонента не должен приводить к отказу системы в целом. Должны также исключаться общесистемные сбои. Основным методом обеспечения устойчивости к единичным отказам и сбоям является резервирование всех ответственных компонентов системы:
 - a) Резервирование кабельных линий, сетевых коммутаторов и сетевых интерфейсов всех устройств ПТК.
 - b) Передача ответственной информации с подтверждением приема, переспросом, контролем достоверности.
 - c) Бесперебойное питание активных сетевых устройств.Для резервирования сетевых интерфейсов предусмотрена специальная программная поддержка – оба канала Ethernet контроллера (основной и резервный) постоянно находятся в работе, при прохождении сообщения по любому из них оно будет обработано, а при многократном расхождении в сообщениях по каналам диагностируется необходимость проведения восстановительных работ.
2. Минимизация числа компонентов, способных заблокировать работу сети:
 - a) Прямой обмен данными между устройствами оперативного контура (не через сервер).
 - b) Отсутствие коммутаторов между контроллером и его модулями.
 - c) Устранение из оперативного контура программных технологий, блокирующих сеть, в том числе, отказ от использования механизма «каналов» для связи между узлами сети.

Высокая эффективность работы

В ТКА повышение эффективности сетевого обмена является предметом постоянного внимания – при появлении новых технических средств их поддержка оперативно включается в новые версии ПО. ТКА обеспечивает эффективную работу в двух наиболее распространенных типах сетей: Ethernet и RS-485.

Основными средствами повышения эффективности работы сети (Рис. 1) являются:

1. Разделение сети на несколько иерархических уровней, отличающихся по требованиям к быстродействию.
2. Однократность передачи данных в оперативном контуре системы.
3. Поддержка различных механизмов передачи информации, оптимизированных по видам данных.
4. Защита оперативного контура от информационной перегрузки при внешних запросах.

При включении в состав системы нескольких десятков контроллеров и значительной взаимосвязанности управляемых ими участков технологического процесса интенсивность сетевого обмена может превысить возможности даже сети Fast Ethernet, поэтому для обеспечения скорости реакции системы в соответствии с [2] в ПТК «САРГОН» используются сетевые протоколы с расширенными возможностями передачи данных, включая групповые имена и многоуровневую адресацию узлов сети.



Рис. 1. Средства повышения эффективности работы сети

Гибкость конфигурирования

Только гибкость конфигурирования позволяет полноценно использовать возможности распределённых систем, но её реализация требует поддержки со стороны как технических, так и системных программных средств ПТК.

Основными требованиями к сетевой подсистеме являются:

1. В части технических и системных программных средств - многообразие поддерживаемых типов сетей и технологий обмена:
 - a) Сети Ethernet: одноранговые и клиент-серверные.
 - b) Сети RS-485 – ряд наиболее распространённых протоколов (в ПТК «САРГОН» для связи со «своими» модулями используется Modbus RTU и ADAM-4000, для связи с модулями сторонних производителей поддерживаются те же протоколы и Profibus DP).
 - c) Сети беспроводной связи: Wi-Fi и GPRS/EDGE.
2. В части фирменного ПО ПТК:
 - a) Единое пространство имён в многоуровневой сети.
 - b) Динамическое связывание объектов, расположенных на разных узлах сети, по именам.

- c) Автоматическое формирование запросов на обмен данными по конфигурационным файлам.
- d) Инвариантность сетевых каналов для прикладных программ.

Реализация сетевой подсистемы в ПТК «САРГОН»

Сетевая подсистема ПТК «САРГОН» соответствует указанным выше требованиям по устойчивости к отказам, эффективности и гибкости конфигурирования. Рассмотрим более подробно реализацию перечисленных в требованиях сетевых технологий.

Сетевая структура АСУТП крупного энергетического объекта

АСУТП крупного энергетического объекта на ПТК «САРГОН» имеет трёхуровневую сетевую структуру (Рис. 2):

1. Связь контроллеров с модулями УСО и интеллектуальными периферийными устройствами обеспечивается полевой сетью на базе электрического интерфейса RS-485. Для связи с основными модулями УСО ПТК «САРГОН» семейств Армконт А4 и Треи-05 используется протокол Modbus RTU со скоростью обмена 0,25-2 Мбит/с (на Рис. 2 эта сеть показана голубым цветом). Для связи с другими устройствами может использоваться или Modbus RTU во всем диапазоне скоростей, или ADAM-4000 на скорости до 115,2 кбит/с, или Profibus DP (через конвертер Anybus) с той же скоростью. На Рис. 2 сеть первого уровня показана голубым цветом.
2. Обмен информацией в оперативном контуре между контроллерами и АРМ оператора энергоблока. Обмен осуществляется по одноранговой сети типа Ethernet 10/100/1000 Мбит/с по протоколу UDP (TCP/IP). На Рис. 2 сеть второго уровня показана сирневым цветом.
3. Запись информации для длительного хранения, передача данных между оперативными контурами и на верхние уровни АСУТП станции/предприятия (в том числе диспетчерам энергообъекта), доступ к информации в базе данных со стороны пользователей верхнего уровня производится сетью Ethernet 100/1000 Мбит/с клиент-серверной архитектуры.

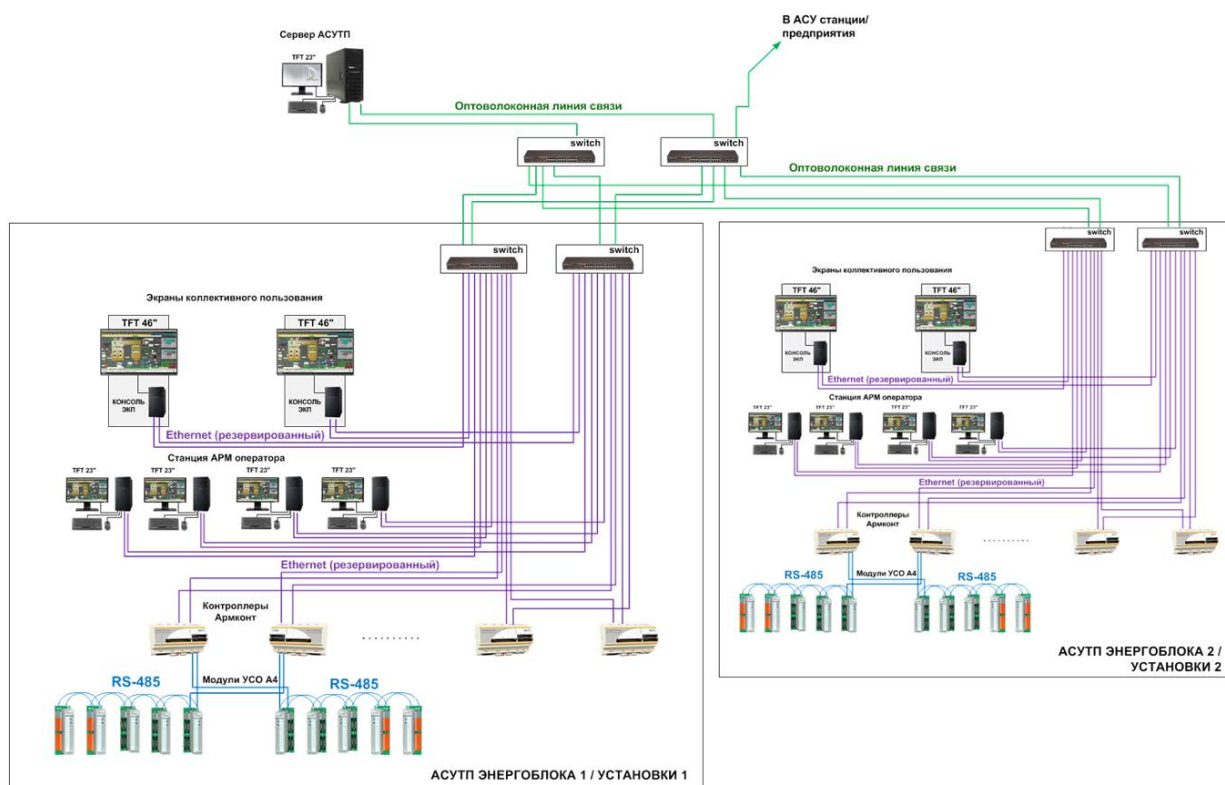


Рис. 2. Сетевая структура АСУТП энергоблока

Сеть полевого уровня ПТК «САРГОН»

Сети на базе электрического интерфейса RS-485 имеют простую архитектуру шлейфового подсоединения slave-узлов к мастеру. Основные проблемы с реализацией сети на базе RS-485 в ПТК для автоматизации энергетических объектов связаны с обеспечением высоких показателей по быстродействию (не более 1 мс на опрос модуля, чтобы соответствовать требованиям [2]) и помехозащищённости.

Для достижения требуемых показателей сети полевого уровня в ПТК «САРГОН» используются современные технологии и типовые решения, как аппаратные, так и программные.

В аппаратной части реализация скоростных последовательных каналов ввода-вывода производится следующим образом:

1. На каждом сетевом устройстве (как master, так и slave) устанавливается не менее двух каналов с возможностью резервирования.
2. Количество каналов на процессорном модуле контроллера должно быть не менее четырёх.
3. Поддержка скорости обмена - не менее 1 Мбит/с по каждому каналу.
4. Индивидуальная гальваническая развязка каналов.
5. Реализация каналов на микросхемах UART с большим буфером для разгрузки центрального процессора контроллера от управления процессом приёма/передачи данных.

В программной части применяются следующие средства:

1. Обслуживание драйверов последовательных портов отдельным потоком ОС.
2. Обслуживание каждого порта своим виртуальным каналом ввода-вывода.
3. Чтение/запись данных асинхронно с выполнением технологических программ – выполнение не приостанавливается до получения ответа на запрос.
4. Буферизация передаваемых данных.

ПО рассчитано на обработку большого количества каналов ввода-вывода, что необходимо для распределенной системы: для резервирования каналов, повышения скорости опроса модулей разделением «длинной» ветви на несколько «коротких», организации нескольких гальванически независимых ветвей сети.

Одноранговая сеть Ethernet оперативного контура

В оперативном контуре АСУТП крупного энергоблока объём передаваемой информации составляет десятки мегабит в секунду, поэтому, практически, во всех современных ПТК сетью оперативного контура является Ethernet 100/1000. Однако, организация сети в различных ПТК разная. В ПТК «САРГОН» принята одноранговая структура оперативного контура АСУТП, основанная на прямой (не через сервер) передаче данных между контроллерами и АРМ оператора. Такая структура имеет два больших преимущества: отказоустойчивость (работоспособность системы не зависит от общего сервера) и скорость обмена - при передаче через сервер объём передаваемых по сети данных того же содержания вырастает, как минимум, в два раза.

Быстродействие и надёжность сети оперативного контура достигается в ПТК «САРГОН» следующими способами:

1. Использование многоуровневых групповых имен контроллеров и АРМ в сочетании с протоколом UDP (TCP/IP) обеспечивает возможность одновременной передачи сообщения как одному узлу, так и резервированной паре узлов, или, например, всем контроллерам АСУТП энергоблока. При рациональном назначении групповых имён это обеспечивает однократность передачи данных в оперативном контуре.
2. Использование взаимно-согласованных механизмов синхронной и асинхронной передачи данных:

- a) основной объём информации (значения технологических параметров и состояния арматуры) передаётся по синхронным запросам от АРМ операторов к контроллерам и между контроллерами;
 - b) для передачи команд и событий используется асинхронный механизм передачи приоритетных сообщений.
3. Нечувствительностью к одиночным сбоям в передаче данных, которая достигается:
 - a) периодическим повтором синхронно передаваемых значений (одиночный сбой приводит лишь к минимальной задержке данных);
 - b) подтверждением приёма ответственных сообщений с переспросом недоставленных.
4. Реализацией функций локального сервера в каждом АРМе ПТК, что обеспечивает резервирование баз данных и их сохранность при единичном отказе Системы.
5. Активным резервированием сети – в оперативном контуре осуществляется одновременный обмен по двум каналам Ethernet со слиянием данных, полученных от двух сетевых интерфейсов, и перекрёстной диагностики.
6. Использованием управляемых коммутаторов и виртуальных сетей.

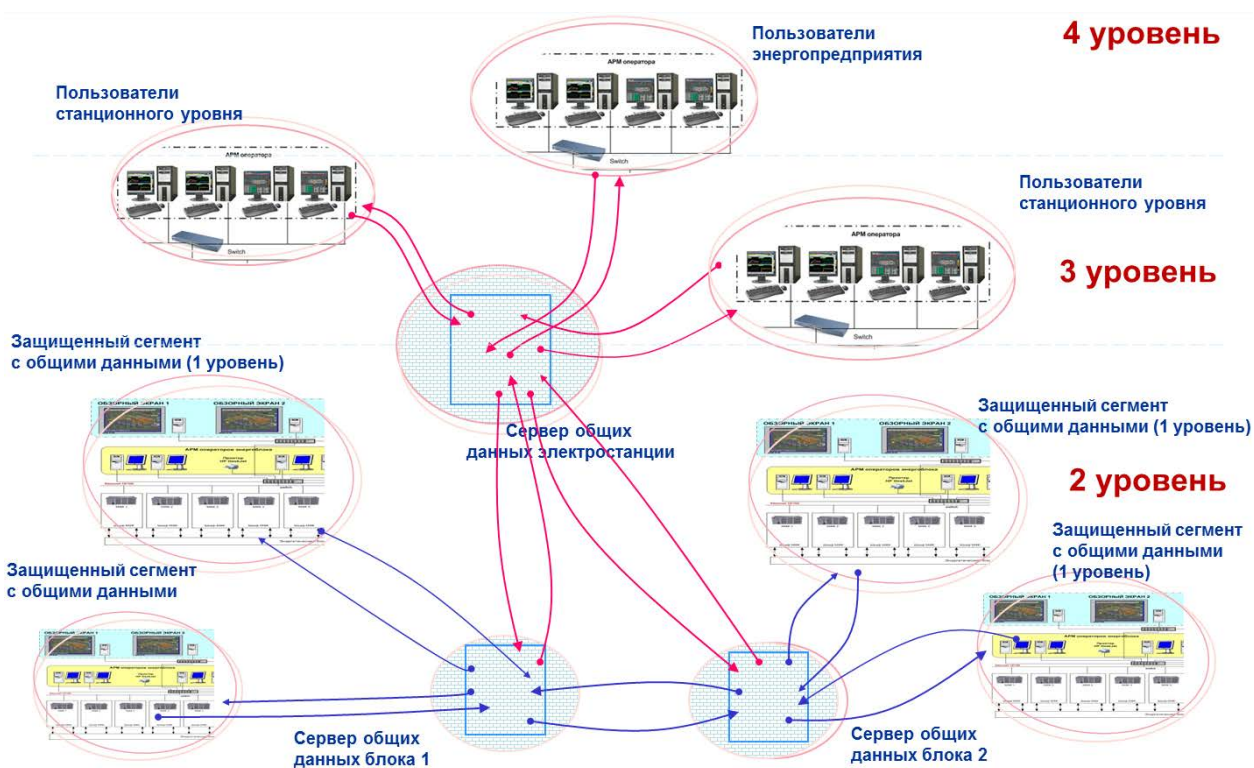


Рис. 3. Сетевая структура верхних уровней АСУТП

Клиент-серверная структура верхних уровней АСУТП на ПТК «САРГОН»

При наличии на объекте нескольких оперативных контуров, а также для передачи информации о технологическом процессе неоперативным пользователям, в состав ПТК необходимо включать выделенный сервер:

1. Выделенный сервер является надёжным хранилищем большого объёма данных.
2. В ПТК «САРГОН» выделенный сервер играет роль маршрутизатора, защищающего подключённые к нему оперативные контуры от информационной перегрузки при внешних запросах, - все внешние запросы разрешаются на сервере без обращения к узлам оперативного контура.
3. ПО «САРГОН» обеспечивает обмен с оперативным контуром через базу данных сервера-маршрутизатора по именам тегов данных.

4. ПО «САРГОН» поддерживает резервирование баз данных с возможностью согласованного слияния информации.
5. Обеспечивается поддержка нескольких серверов, с возможностью одновременного обращения к ним с одного АРМ как на запись, так и на чтение данных. АСУТП крупного объекта на ПТК «САРГОН» имеет многоярусную структуру (Рис. 3).
6. Через сервер-маршрутизатор, как правило, организовывается выдача данных для внешних пользователей в одном из популярных стандартов обмена информацией (OPC, Web и т.п.).

Использование оптических сетей

Оптическая сеть имеет важные преимущества перед проводной как по быстродействию, так и по помехоустойчивости, что очень важно для применения в АСУТП. Использование оптических сетей ограничивается их более высокой стоимостью, но сфера применения оптических технологий расширяется:

1. Традиционные коммутируемые оптические сети Ethernet уже активно используются в ПТК «САРГОН» для связи оперативных контуров АСУТП энергоблоков между собой и с сервером.
2. Недавно появившаяся технология «Пассивной оптической сети» (PON) после завершения становления может обеспечить возможность применения оптических линий для связи контроллеров с удалёнными модулями УСО и интеллектуальными периферийными устройствами.

Использование беспроводной связи

Беспроводная связь, революционизировавшая жизнь современного человека, пока почти не используется в АСУТП основного энергетического оборудования. Основными причинами этого являются: неудовлетворительная устойчивость связи для реализации ответственных функций (особенно в условиях промышленных помех), уязвимость для несанкционированного доступа, невозможность передачи питания по беспроводному каналу. Тем не менее, преимущества беспроводной связи настолько важны, что её распространение неизбежно и в АСУТП.

В ПТК «САРГОН» беспроводная связь активно используется уже несколько лет:

1. Ноутбуки с Wi-Fi в конфигурации АРМ инженера АСУТП, практически, вытеснили использование раций в процессе наладки систем – бригада наладчиков с таким АРМ может полностью контролировать ситуацию, находясь непосредственно на площадке, где установлено оборудование.
2. GPRS/EDGE используется для передачи данных в территориально-распределённых системах, подсистемы которых не связаны проводными линиями.

Объектная структура ПТК «САРГОН» с наследованием свойств базовых классов обеспечивает единообразие обмена информацией как по проводным, так и по беспроводным сетевым каналам различного типа.

Выводы

Использование современных схемотехнических решений и развитого программного обеспечения позволило создать для ПТК «САРГОН» эффективную систему сетевого обмена информацией.

Важными особенностями системы являются:

1. Высокая надёжность обмена информацией на всех сетевых уровнях.
2. Высокое быстродействие сетевых каналов, позволяющее реализовывать в распределённых системах технологические защиты.
3. Оптимальное сочетание различных типов сетей, обеспечивающее гибкость применения и наилучшее соотношение производительности, надёжности и цены.
4. Инвариантность прикладного уровня сетевого канала от его физического типа.

Владимир Анатольевич Менделевич – кандидат физ.-мат. наук, генеральный директор ЗАО “НВТ-Автоматика”.

Телефон (495) 361-23-34.

E-mail: mail@nvtav.ru

Список литературы

1. Менделевич В.А. САРГОН 6.5 – торжество распределенных систем // Москва, Автоматизация и IT в энергетике, №4, 2010.

2. РД 153-34.1-35.127-2002 Общие требования к программно-техническим комплексам для АСУТП тепловых электростанций // СПО ОРГРЭС. 2002.