

## КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПРОТОКОЛЫ И ИНТЕРФЕЙСЫ СВЯЗИ INDUSTRIAL ETHERNET В КОНТРОЛЛЕРАХ SIMATIC S7

С.Ю. Кухаренко (ООО «Сименс»)

*Перечислены стандартные и специализированные коммуникационные протоколы, функции и службы, используемые для организации обмена данными через сеть Industrial Ethernet контроллерами SIMATIC S7. Рассмотрены встроенные интерфейсы Industrial Ethernet центральных процессоров SIMATIC S7, коммуникационные процессоры.*

*Ключевые слова: коммуникационные протоколы, Industrial Ethernet, центральный процессор, обмен данными, контроллеры, коммуникационные процессоры.*

Свыше 90% локальных сетей, эксплуатирующихся во всем мире, построено на основе Ethernet. Тенденции постоянного расширения спектра ее применений в различных областях делают Ethernet бесспорным лидером в области коммуникационных технологий. Основные принципы построения сети Ethernet были разработаны в 70-х годах XX столетия и закреплены международным стандартом IEEE 802.3. С тех пор Ethernet продолжал бурно развиваться и захватывать все более широкие области применения.

Industrial Ethernet от фирмы Сименс – это промышленная версия стандарта Ethernet. Он унаследовал от Ethernet высокую производительность и возможность обмена большими объемами данных, а также дополнил этот стандарт целым рядом свойств. Высокая гибкость и надежность системы связи, обмен данными в масштабе PB, специальная конструкция соединительных устройств и коммуникационных компонентов, использование информационных технологий без наличия специальных знаний в этой области открывают широкие возможности по использованию Industrial Ethernet в промышленных условиях.

Необходимо отметить, что изначально разработчики фирмы Сименс ставили задачу полноценного использования международного стандарта IEEE 802.3 при создании промышленного сетевого оборудования. Это дает возможность полноценного использования в сетях Industrial Ethernet наряду со специализированным промышленным оборудованием также и офисного, создания единой информационной инфраструктуры промышленных предприятий, обеспечения совместной работы программных и аппаратных средств АСУТП, систем класса MES и ERP-систем.

### Протоколы, функции и службы обмена данными

Для организации обмена данными через сеть Industrial Ethernet контроллерами SIMATIC S7 могут быть использованы следующие стандартные и специализированные коммуникационные протоколы, функции и службы:

- транспортные протоколы ISO, TCP/IP, UDP и ISO on TCP (RFC 1006);
- протокол PROFINET. У сети Ethernet (несмотря на все ее достоинства) есть и существенный недостаток – отсутствие детерминированного времени доставки сообщений, что ограничивает возможные сферы применения этой сети для организации обмена

данными между системами автоматизации. Открытый коммуникационный протокол PROFINET (IEC 61158, IEC 61784) базируется на стандарте Industrial Ethernet, устраняет указанные недостатки и существенно расширяет функциональные возможности обмена данными в системах автоматизации. Он позволяет выполнять непосредственный обмен данными между контроллерами и приборами ввода/вывода (PROFINET IO), а также решать задачи изохронного управления приводами в системах управления перемещением. Обеспечивает поддержку построения модульных систем управления с распределенным интеллектом PROFINET CBA (Component Based Automation), объединяющих оборудование различных производителей. Протокол PROFINET обеспечивает поддержку всех существующих стандартных механизмов обмена данными через Ethernet параллельно с обменом данными между системами автоматизации в масштабе PB;

- MRP – Media Redundancy Protocol (протокол резервирования каналов связи) обеспечивает повышение надежности работы системы связи на основе сетей с кольцевой топологией. Отвечает требованиям стандарта IEC 61158. В настоящее время протокол MRP поддерживается не только коммутаторами, организующими сеть, но и модулями CPU, CP и головными модулями станций ET200 с интерфейсами PROFINET на борту. Таким образом, кольцевая структура сети может быть реализована вообще без применения дополнительных внешних коммутаторов;

- протоколы синхронизации времени. Синхронизация времени как в рамках одной системы управления, так и в масштабах всего предприятия может выполняться с использованием процедур SIMATIC (SNAP) или протокола NTP (Network Time Protocol – протокол сетевого времени);

- установка IP адресов через DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) протокол с использованием инструментальных средств компьютера или из программы пользователя;

- SNMP – простой протокол управления сетью. Это специальный протокол, ориентированный на администрирование TCP/IP сетей. Отдельные сетевые узлы (сетевые компоненты или терминалы данных) снабжаются так называемым SNMP агентом, который формирует необходимую информационную структуру. С помощью протокола SNMP

могут считываться все объекты MIB (Managed Information Based), например, SNMP OPC сервером. Получаемые данные могут использоваться для визуализации состояний сети, системной диагностики и мониторинга состояний производственного предприятия с любой OPC клиентской системы (OPC Scout, HMI/SCADA-системы, офисных приложений). Дополнительно к диагностике приборов появляется возможность получать и отображать детальную информацию

Рис. 1



о сетевой структуре, распределении нагрузки в сети, другую информацию. Это существенно повышает надежность и удобство оперативного управления предприятия в целом;

- информационные технологии (ИТ) позволяют интегрировать системы автоматизации в мир ИТ технологий через Industrial Ethernet. Базируются на возможностях транспортного протокола TCP/IP. Обеспечивают поддержку функций:

- электронной почты (E-mail). Сетевые компоненты, коммуникационные процессоры и роутеры, оснащенные встроенным e-mail клиентом, способны отправлять электронные сообщения о состоянии предприятия (например, о простое, перегрузке и т.д.) или необходимости проведения профилактических работ;

- HTML страниц. Целый ряд коммуникационных компонентов оснащен встроенным Web-сервером для выполнения функций дистанционной диагностики. Для этой цели используются статические HTML страницы и свободно конфигурируемые HTML страницы с изображениями пользователя, которые могут также предоставлять функции элементарной HMI/SCADA-системы для визуализации и управления процессом;

- FTP клиента и сервера. Протокол передачи файлов (File Transfer Protocol) для организации управляемого обмена данными между программируемыми контроллерами и компьютерами или встроенными системами с обеспечением доступа к блокам данных контроллера;

- S7/IP роутинг (маршрутизация). Коммуникационные процессоры CP 343-1 Advanced, CP 443-1 Advanced, модули серии SCALANCE S и коммутаторы SCALANCE X414-3E обеспечивают поддержку передачи IP сообщений между различными сетями, например, между сетью гигабитного Ethernet и сетью PROFINET в коммуникационных процессорах CP 343-1 Advanced и CP 443-1 Advanced;

- функций защиты доступа к данным с использованием:

- конфигурируемого списка разрешенных IP адресов;
- механизмов кодирования данных (VPN);

- поддержки функций межсетевого экрана (Firewall);

- функций трассировки на основе стандартных ИТ механизмов регистрации попыток доступа к данным (Syslog);

- преобразований между частными и общими IP адресами и портами (NAT/NATP);

- OPC (Openness, Productivity & Collaboration) – стандартный, открытый, не зависящий от производителя интерфейс обмена данными между OPC-совместимыми компьютерными приложениями

ОС Windows и системами промышленной связи, поддерживаемыми S7-совместимые функции связи;

- PG/OP функции связи – коммуникационные функции, позволяющие производить обмен данными с устройствами человеко-машинного интерфейса SIMATIC HMI (текстовыми дисплеями, панелями оператора, компьютерными системами визуализации и т.д.), а также выполнять дистанционное программирование всех S7 станций, подключенных к сети. Использование процедур S7 маршрутизации обеспечивает "прозрачность" сети и позволяет производить программирование и диагностику S7 станций во всех связанных с Industrial Ethernet сетях;

- S7 функции связи клиента и сервера – встроенные коммуникационные функции (SFB), используемые для оптимизированного обмена данными между системами автоматизации SIMATIC S7/WinAC, а также обмена данными с компьютерами и рабочими станциями. Объем передаваемых данных на одно задание может достигать 64 Кбайт. S7 функции связи поддерживают мощный набор коммуникационных служб и программируемый интерфейс передачи данных, не зависящий от типа используемой сети. S7 функции связи сервера поддерживаются на уровне ОС и могут быть задействованы без применения дополнительного программирования;

- открытый обмен данными через Ethernet на основе транспортных протоколов TCP, ISO on TCP (RFC 1006) и UDP позволяет выполнять обмен данными между программируемыми SIMATIC S7 и другими контроллерами SIMATIC S7, компьютерами и системами автоматизации прочих производителей. Использование открытого протокола обмена позволяет создавать свои собственные или отсутствующие на данный момент протоколы обмена. Необходимые функциональные блоки входят в комплект поставки Step7. Для управления обменом данными эти блоки должны быть включены в S7 программу пользователя;

- системы автоматизации SIMATIC S7 могут комплектоваться специализированными модулями и ПО для подключения к сетям Modbus TCP и VACnet, базирующимся на функциональных возможностях сети Ethernet.

Набор имеющихся в наличии данного устройства SIMATIC S7 коммуникационных протоколов и функций зависит от типа используемых устройств и версии ПО модуля CPU и/или дополнительного коммуникационного процессора CP.

В то время, когда Ethernet интерфейс использовался исключительно для связи с верхним уровнем и в меньшей степени в горизонтальных коммуникациях с равнозначными по уровню системами управления, его добавление в системы управления как дополнительного интерфейса связи было совершенно оправдано. В настоящий момент, когда Ethernet все больше используются в коммуникациях с низовыми станциями сбора информации и местными устройствами человеко-машинного интерфейса, наличие интерфейса связи на борту модулей CPU стало технической необходимостью.

#### Встроенные интерфейсы центральных процессоров SIMATIC S7

За короткий срок для контроллеров S7-300 и S7-400 появилась широкая номенклатура модулей CPU, на борту которых находится интерфейс связи Ethernet. В названии модулей наличие этого интерфейса обозначается сокращением PN (сокращение от PROFINET). Появилась также новая линейка контроллеров S7-1200, в которых встроенный интерфейс PROFINET/Industrial Ethernet стал единственным и основным интерфейсом связи, а PROFIBUS и другие интерфейсы могут быть добавлены в систему посредством установки дополнительных модулей.

Линейка CPU для контроллеров S7-1200 на данный момент состоит из четырех позиций: CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C и CPU 1215C (рис. 1). Все модули, кроме CPU 1215C, имеют один интерфейс связи PROFINET/Industrial Ethernet в формате RJ45, у CPU 1215C два интерфейса RJ45, объединенных двухканальным коммутатором, осуществляют связь со скоростью 10/100 Мбит/с и имеют следующие основные характеристики:

- поддержка PG/OP функции связи, S7 функций связи в режиме клиента и/или сервера и открытого протокола обмена данными;
- поддержка MODBUS/TCP функций клиента или сервера на основе встроенной стандартной библиотеки;
- выполнение функций контроллера ввода/вывода PROFINET IO;
- встроенный Web-сервер, позволяющий выполнять дистанционную диагностику контроллеров с ис-



Рис. 2

пользованием стандартного Web-браузера. Web-сервер обеспечивает поддержку стандартных, а также конфигурируемых пользователем HTML страниц. Стандартные HTML страницы позволяют получать доступ к общей и детальной информации о центральном процессоре, получать информацию о составе модулей контроллера, сетевых адресах и физических свойствах коммуникационных интерфейсов, считывать буфера диагностических сообщений и просматривать состояние переменных центрального процессора, входов/выходов с использованием адресов или символьных имен.

Все современные CPU с интерфейсом PROFINET/Industrial Ethernet для контроллеров S7-300 и S7-400 имеют два интерфейса RJ45, объединенных двухканальным коммутатором с поддержкой скорости обмена 10/100 Мбит/с. Список функций, поддер-

живаемых интерфейсами, по сравнению с линейкой S7-1200, расширен дополнительными свойствами:

- выполнение функций контроллера ввода/вывода и/или устройства ввода/вывода PROFINET IO;
- обмен данными между технологическими компонентами систем PROFINET CBA;
- выполнение функций PROFINET Proxy для ведомых устройств PROFIBUS DP.

Несколько особняком в настоящий момент стоят CPU с поддержкой PROFINET/Industrial Ethernet для контроллеров S7-400H (рис. 2). Модули не имеют встроенного Web-сервера, могут выполнять только функции контроллера ввода/вывода PROFINET IO и не поддерживают систему PROFINET CBA. При работе по протоколу PROFINET IO интерфейсы поддерживают функциональность системного резервиро-

вания, обеспечивающего возможность безударного переключения между двумя контроллерами ввода/вывода системы S7-400H.

В зависимости от требований к системе управления и ее коммуникационным способностям возможно увеличение имеющихся портов связи Ethernet за счет установки дополнительных коммуникационных процессоров CP (рис. 3). Это дает возможность не только подключить систему управления к разным подсетям, но и распределить коммуникационную нагрузку на разные порты и добавить дополнительные протоколы обмена. Все многообразие дополнительных коммуникационных процессоров можно разбить на три группы: коммуникационные процессоры для стандартных функций связи, коммуникационные процессоры с поддержкой ИТ функциональности и расширенных функций связи и коммуникационные



Рис. 3



### Коммуникационные процессоры SIMATIC S7 с поддержкой ИТ функций связи

процессоры с поддержкой специальных дополнительных протоколов. Все типы коммуникационных процессоров Ethernet поддерживают PG/OP функции связи для программирования и диагностики системы управления в целом посредством Step7.

#### Коммуникационные процессоры SIMATIC S7 для стандартных функций связи

К таким коммуникационным процессорам относятся CP 343-1 Lean и CP 343-1 для линейки контроллеров S7-300 и CP 443-1 для контроллеров S7-400. Современные версии всех этих коммуникационных процессоров характеризуются наличием встроенного двухканального коммутатора для подключения контроллеров к сетям Industrial Ethernet 10/100 Мбит/с, разъемы RJ45 которого соответствуют технологии IE FastConnect.

Самый простой модуль CP 343-1 Lean в основном предназначен для подключения к контроллерам S7-300 устройств ЧМИ и систем управления, содержащими более мощные по коммуникационным способностям модули, например, CPU 31x-2PN/DP или CP 343-1, а в сетях PROFINET выполняет только функции устройства ввода/вывода (ведомого сетевого устройства).

Модуль CP 343-1 обладает большими коммуникационными возможностями, способен организовывать обмен с системами управления, выполняет функции контроллера и/или устройства PROFINET IO и имеет встроенный диагностический Web-сервер. Набор поддерживаемых диагностических функций позволяет производить считывание содержимого буфера диагностических сообщений CP и CPU, производить считывание текущих состояний PROFINET приборов, подключенных к коммуникационному процессору, выполнять диагностику соединений и др.

Основные коммуникационные возможности модуля CP 443-1 в основном соответствуют коммуникационным возможностям CP 343-1 с учетом того, что модуль рассчитан на использование в контроллере S7-400. Последнее само по себе обязывает к большей функциональной производительности и коммуникационной нагрузке. При использовании этого модуля в составе программируемых контроллеров S7-400H реализуется поддержка резервированных каналов S7 связи, обеспечивающая возможность бесперебойного получения информации в случае выхода из строя одного из каналов.



Рис. 4

Дальнейшим функциональным развитием линейки коммуникационных процессоров являются модули с поддержкой ИТ функциональности и расширенными коммуникационными возможностями. Характерной чертой этих коммуникационных процессоров является наличие встроенного Web-сервера с поддержкой встроенных стандартных и загружаемых HTML страниц и наличие файловой системы. Управление файловой системой осуществляет центральный процессор программируемого контроллера. Файловая система используется для накопления данных, хранения HTML страниц и JAVA-Applets. Кроме того, файловая система позволяет сохранять текстовую информацию, выводимую по запросу на HTML страницу. Например, технические описания, тексты подсказок оператору и т.д. JAVA-Applets предназначены для организации процедур обращения к специализированным областям памяти контроллера при создании HTML страниц пользователя. Этот тип коммуникационных процессоров также поддерживает и другие ИТ функции, как то электронная почта (E-mail) - передача заранее определенных текстовых сообщений по каналам электронной почты с управлением из программы пользователя, текстовые сообщения могут содержать значения переменных, программно управляемого FTP клиента и доступа к блокам данных через FTP-сервер.



Рис. 5

Самым простым в этой линейке коммуникационных процессоров является CP 243-1 для подключения программируемых контроллеров SIMATIC S7-200 к Industrial Ethernet/Internet. На его борту находится один интерфейс RJ45 для подключения к сети 10/100 Мбит/с.

Коммуникационный процессор CP 343-1 Advanced (рис. 4) для программируемых контроллеров SIMATIC S7-300 характеризуется наличием трех интерфейсов связи RJ45, разделенных на две независимые группы. Два интерфейса одной группы объединены встроенным коммутатором масштаба PB и поддерживают сети PROFINET/Industrial Ethernet 10/100 Мбит/с, а третий интерфейс дает возможность подключить модуль к сети Industrial Ethernet 10/100 и 1000 Мбит/с. Такая организация интерфейсов позволяют подключать контроллер к двум независимым сетям, получать дополнительные коммуникационные соединения и выполнять автономное

*Мы можем иметь самые современные средства ком.ммуникации, но ничто, абсолютно ничто не способно заменить простого человеческого взгляда.*

Пауло Коэльо

управление обменом данными через две сети Industrial Ethernet, разгружая центральный процессор от обслуживания коммуникационных задач. Между портами гигабитного Ethernet и PROFINET поддерживается S7/IP маршрутизация, обеспечивающая возможность доступа устройств, находящихся в одной подсети, к устройствам в другой подсети. Новая версия коммуникационного процессора CP 343-1 Advanced поддерживает также механизмы защиты доступа, конфигурирование которых осуществляется посредством дополнительного ПО, идущего в комплекте со Step7.

Самым мощным коммуникационным процессором является CP 443-1 Advanced (рис. 5), предназначенный для всех типов современных систем программируемых контроллеров SIMATIC S7-400. На его борту находятся пять интерфейсов связи RJ45, разделенных (как и для CP 343-1 Advanced) на две независимые группы. Четыре интерфейса одной группы объединены встроенным коммутатором масштаба PV и поддерживают сети PROFINET/Industrial Ethernet 10/100 Мбит/с, а пятый интерфейс дает возможность подключить систему управления к сети Industrial Ethernet 10/100 и 1000 Мбит/с. Применение этого модуля в составе программируемых контроллеров S7-400H дает возможность реализовать резервированные каналы S7 связи по обоим группам портов.

#### **Коммуникационные процессоры SIMATIC S7 с поддержкой дополнительных протоколов**

Для мониторинга и управления объектами, расположенными на значительных расстояниях друг от друга, например, для автоматизации объектов трубопроводного транспорта, систем водоснабжения и водоотведения, систем производства и распределения энергии и т.д., компания Siemens разработала систему связи SINAUT ST7. Это универсальная система телеуправления, предназначенная для автоматического мониторинга и управления производственными терминалами, поддерживающими обмен данными с одним или несколькими центрами управления, а также между собой через WAN (Wide Area Network) или через Ethernet (TCP/IP) на основе специализированного протокола SINAUT ST7. Для реализации этого протокола в контроллерах S7-300 предназначены коммуникационные процессоры TIM 3V-IE, TIM 3V-IE Advanced и TIM 4R-IE (Telecontrol Interface Module – интерфейсный модуль телеуправления). Для интегрирования контроллера S7-400 в систему телеуправления SINAUT ST7 предназначен модуль TIM 4R-IE, который может работать автономно и позволяет подключать к WAN несколько контроллеров S7-300/S7-400 или компьютеров. Связь на локальном

уровне между модулем TIM 4R-IE и контроллерами S7-300/S7-400, а также компьютерами осуществляется через Ethernet.

Модули TIM 3V-IE и TIM 3V-IE Advanced имеют интерфейс Ethernet RJ45 и RS-232 для подключения внешнего модема, а модуль TIM 4R-IE – два независимых порта Ethernet RJ45, позволяющие подключать интерфейсный модуль к двум Ethernet сетям, и два комбинированных интерфейса RS-232/485 для подключения внешних модемов.

Протокол ST7 поддерживает также S7 маршрутизацию, что позволяет выполнять дистанционное программирование и диагностику программируемых контроллеров, не нарушая процессов обмена данными.

Широкое распространение и развитие систем оперативного управления производством (MES) поставило задачу прямого снабжения информацией БД этих систем. Коммуникационный процессор CP 343-1 ERPC (Enterprise Connect – подключение к уровню предприятия) позволяет подключать SIMATIC S7-300 к БД систем ERP или MES. Для выполнения этих функций ОС коммуникационного процессора должна быть расширена дополнительным ПО ILS-Technology. В этом случае CP 343-1 ERPC обеспечивает поддержку прямого коммуникационного обмена с БД ORACLE, MySQL, MS-SQL и DB2, поддержку функций Message Queue IBM Websphere. Управление обменом данными выполняет коммуникационный процессор.

Исторически сложилось, что системы управления и автоматизации зданий имеют свои собственные протоколы обмена. Одним из таких специфических протоколов является протокол BACnet (Building Automation and Control Networks – Сети автоматизации и управления зданиями) – это коммуникационный протокол сетевого обмена данными, разработанный фирмой ASHRAE (American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers Inc.). Он отвечает требованиям стандартов ANSI, CEN и ISO и находит применение на уровнях управления и автоматизации зданий. Коммуникационный процессор CP 343-1 BACnet предназначен для подключения контроллеров SIMATIC S7-300 к сети Industrial Ethernet и организации обмена данными с системами других производителей, поддерживающих протокол BACnet.

#### **ПО дополнительных протоколов связи для SIMATIC S7**

Некоторые дополнительные протоколы связи реализуются в контроллерах SIMATIC S7 посредством стандартных программных блоков. Подключение к каналам связи выполняется через встроенные интерфейсы Ethernet центральных процессоров или дополнительные коммуникационные модули Ethernet. На данный момент существующие библиотеки поддерживают следующие протоколы:

- ПО S7-OpenModbus/TCP позволяет подключать программируемые контроллеры S7-300/S7-400/S7-400H к сети Industrial Ethernet и выполнять обмен

данными с другими сетевыми станциями с поддержкой протокола Modbus/TCP сервер или клиент. Объем поддерживаемых коммуникационных функций зависит от модификации программного продукта;

- программные блоки библиотеки SIPLUS RIC S7 для поддержки стандартного протокола обмена данными IEC (МЭК) 60870-5-104 для использования в контроллерах S7-300/S7-400/S7-400H и станции ET 200S CPU. В зависимости от настроек используемого ПО контроллер способен выполнять функции ведущего или ведомого сетевого устройства;
- программные блоки поддержки протокола IEC (МЭК) 61850 сервера или клиента для связи контрол-

леров S7-300/S7-400/S7-400H с устройствами внутри подстанций.

Промышленная связь играет важную роль в функционировании систем автоматизации. Продукты SIMATIC NET Industrial Ethernet объединяет широкий спектр сетевых компонентов промышленного исполнения, позволяющих решать задачи эффективной промышленной связи с применением широкого спектра поддерживаемых протоколов и функций. Правильный выбор программных и аппаратных средств позволяют получать решения, обеспечивающие эффективное использование сети Ethernet и простоту интеграции в общую сетевую структуру цеха, производства, предприятия.

*Кухаренко Сергей Юрьевич – ведущий эксперт Департамента «Автоматизации и приводов» ООО «Сименс». Контактный телефон (495) 737-17-37.*

## ETHERNET И ДЕТЕРМИНИЗМ

### Компания «Шнейдер Электрик»

*Когда Ethernet начинают сравнивать с другими, общепризнанно детерминированными промышленными полевыми шинами, возникают серьезные споры по поводу его детерминизма. Бытует мнение, что промышленные системы на базе Ethernet являются недетерминированными по сравнению с другими специализированными промышленными шинами. В статье показано, что промышленная сеть Ethernet при определенных условиях действительно является детерминированной.*

*Ключевые слова: Ethernet, детерминизм, промышленные шины, дуплексный режим, фильтрация групповых сообщений, распределенная система ввода/вывода, ПЛК, эстафетная передача маркера.*

Детерминированной считается предсказуемая система с вычислимым, постоянным временем отклика при взаимодействии между двумя устройствами. Требования к времени отклика приложения (ВОП) в детерминированной системе зависят от конкретной задачи. Например, система водоочистки может представлять собой детерминированную систему с постоянным и предсказуемым временем отклика, равным 500 мс, тогда как в системе управления перемещением с ЧПУ может потребоваться время отклика в пределах 1 мс.

Приведенные примеры показывают, что детерминизм зависит от каждой конкретной задачи, к которой предъявляются конкретные требования со стороны потребителя и ТП. Сутью детерминизма является предсказуемость и постоянство каждой операции в отдельности и всех операций вместе, удовлетворяющих текущим требованиям к приложению.

Многие системы гордо именуется детерминированными. Но при более внимательном рассмотрении Ethernet выдерживает сравнение с лучшими из них. Рассмотрим распределенную систему ввода/вывода (РСВВ), в которой подчиненное устройство управления вводом/выводом работает под управлением ведущего ПЛК. Потеря связи с РСВВ приведет к потере контроля над ТП. Любые задержки, связанные с модификацией сети и изменяющие ожидаемое время отклика приложения в РСВВ, могут вызвать проблемы

и потребовать непредусмотренного изменения логики и временной диаграммы работы только потому, что в систему были добавлены несколько устройств или дополнительный кабельный сегмент.

Хотя каждая полевая шина имеет свои недостатки, Ethernet является наилучшим выбором, поскольку она позволяет наименее затратно и с меньшими компромиссами адаптироваться к изменению ТП и развитию предприятия. Другие промышленные шины заставляют платить более высокую цену из-за ограничений, накладываемых на число используемых узлов и устройств.

Детерминизм в РСВВ можно рассматривать с двух сторон. Во-первых, – это детерминизм системы, включающей ПЛК с логической обработкой и обслуживанием компонентов, передачу данных по сети и отклик устройств ввода/вывода. Во-вторых, детерминизм системы можно также описать временем отклика приложения (ВОП) – временем, необходимым,

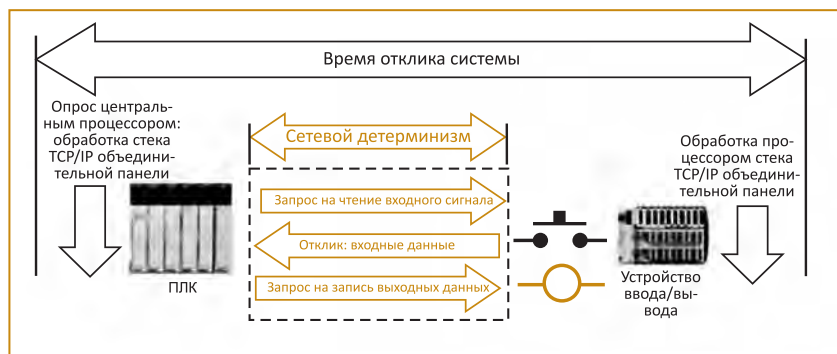


Рис. 1