



О ПРОМЫШЛЕННЫХ СЕТЯХ – БЕЗ ФОРМУЛ И ДИАГРАММ

Е.В. Егоров (ООО "ЭФО")

Приводится обзор существующих на сегодняшний день сетевых стандартов, предназначенных для работы на технологическом уровне: Profibus DP/PA, CANopen, DeviceNet, SDS, Interbus-S, AS-Interface, Modbus, FOUNDATION Fieldbus. Приводятся технические характеристики протоколов, их преимущества и недостатки, указаны области применения. Рассмотрены характеристики Industrial Ethernet. Сформулированы причины, по которым Industrial Ethernet не всегда допустимо использовать в качестве стандарта промышленных сетей.

По роду своей деятельности автору предлагаемых вниманию читателя заметок случается беседовать с разработчиками оригинального оборудования АСУ технологического уровня. Поскольку сегодня ни один образец оборудования такого рода не сможет получить путевку в жизнь, если не будет обучен общению с другими устройствами хотя бы по одному из существующих сетевых протоколов, вопрос о сравнении различных типов промышленных сетей возникает в этих беседах постоянно. Осадок от бесед на эту тему остается, однако, довольно грустный. К сожалению, раздающиеся страстные клики (Profibus! Нет, CAN! Все это позавчерашний день, все нормальные системные интеграторы давно используют только Industrial Ethernet!) в ситуации, когда производство технологического сетевого оборудования внутри страны крайне редко выходит за рамки этапа опытных образцов, очень напоминают спор подростков о сравнительных достоинствах "Бентли" и "Феррари" за переборкой дедушкиного "Запорожца". С другой стороны, это радует, ибо подросток, починающий "Запорожец" и читающий журнал "За рулем", несомненно заслуживает предпочтения перед подростком, проводящим время за опробованием различных сортов химической дряни по чердакам. Так что, почему бы и не подискутировать. Бог его знает, может и нам удастся покататься на хороших машинах – во всяком случае, если к этому не стремиться, то точно ничего не будет. А не догоним, так хоть согреемся.

После такой экспозиции странно было бы ожидать от автора страстного высказывания в пользу того или иного стандарта. Поразмыслив над поставленной творческой задачей, он (автор) пришел к выводу, что нужен текст, элементарно систематизирующий сведения о различных распространенных типах сетей технологического уровня. По имеющимся наблюдениям, информация на эту тему, которой обычно оперирует отечественный разработчик, довольно обрывочна и сформирована либо предпочтениями (часто случайными) инженерной школы, к которой принадлежит специалист, либо спецификой полученного конкретного заказа. Осознанного же выбора, как правило, нет, потому что информации на самом деле

довольно мало. Посему в настоящей статье просто дается не претендующий на полноту обзор того, что на сегодня популярно и работает, причем новомодная экзотика типа промышленных версий Bluetooth сознательно оставлена в стороне. При составлении обзора использованы материалы web-сайта фирмы Lantronix (бывшая Synergetic) – производителя периферийного оборудования для различных сетей технологического уровня. Предвидя соответствующие вопросы, автор должен сразу предупредить, что к поставкам продукции этой фирмы никакого отношения он не имеет.

**Классические открытые стандарты
для задач промышленной автоматизации
Profibus DP/PA**

На сегодня это один из наиболее распространенных стандартов сетей технологического уровня. Фирма-разработчик – Siemens. Имеется три разновидности архитектуры: DP (ведущий-ведомый), FMS (одноранговая сеть нескольких ведущих, возможно, со своими ведомыми), PA (версия DP, адаптированная для подключения ведомых устройств через искроподавательные барьеры). Топология: линия, звезда, кольцо. Начало применения – 1989 г., утверждение стандарта – 1994/95 гг. Регулирующие стандарты: EN 50170/ DIN 19245, IEC 1158-2 (PA). Носитель сигнала – витая пара или оптоволокно. Протокол на физическом уровне – RS-485. Число адресуемых узлов до 127, адресация фиксированная. Скорость передачи от 9600 бод до 12 Мбод (PA – 31,25 Кбод). Длина линии 0,1...24 км (по оптическим линиям с промежуточными усилителями).

Стандарт Profibus является открытым. Техническая поддержка осуществляется международной общественной организацией Profibus Association, российским членом которой является фирма RTSoft. Микросхемы ASIC – физические носители протокола – доступны коммерчески и на сегодня выпускаются двумя фирмами: собственно Siemens и небольшой немецкой фирмой Profichip, дочерним предприятием производителя SIMATIC-совместимых ПЛК фирмы VIPA (относительно продукции последних можно об-

рашаться к автору). На базе этих микросхем периферийное оборудование для сети Profibus серийно выпускается более чем 300 производителями. Российских среди них, насколько известно автору, нет.

Типичные приложения Profibus: задачи диспетчерского управления процессами (process control) и другие проекты, требующие управления интеллектуальными подсистемами, разбросанными по большой площади.

Преимущества: самый распространенный стандарт технологического уровня по обе стороны Атлантики, наилучшим образом подходящий для архипопулярных систем автоматизации, базирующихся на решениях фирмы Siemens. Высокая скорость передачи больших объемов данных. Совокупность версий DP, PA и FMS дает средства решения практически любой задачи промышленной автоматизации. Открытость протокола и широкий выбор периферийного оборудования от OEM-производителей сильно облегчает жизнь интегратора.

Недостатки: слишком длинный заголовок пакета, делающий нерациональной передачу малых объемов данных; отсутствие возможности передачи питания по сетевому кабелю, относительно высокая стоимость.

В России Profibus хорошо известен (хотя и не так на слуху, как, например, CAN) благодаря широкому распространению оборудования промышленной автоматизации производства фирмы Siemens и практикой этой фирмой активной просветительской политике. Популярности протокола много способствует обстоятельство, что в настоящее время основной областью сбыта решений в области промышленной автоматизации является рынок распределенных систем диспетчерского управления (process control), для которых Profibus приспособлен наилучшим образом.

CANopen

CANopen — распространенная в Европе программная надстройка над арбитражным протоколом нижнего уровня CAN (Controller Area Network), заимствованным из автомобильной промышленности, где он был изначально разработан рядом производителей (обычно упоминают BOSCH) для управления энергопотребителями в бортовой сети автомобиля (цель разработки — максимальное упрощение кабельной разводки и локализации неисправностей бортового электрооборудования). Начало применения — 1993 г., европейского стандарта нет (стандарт ISO 11898 касается физического уровня CAN), спецификация утверждена общественной организацией CAN in Automation, которая и занимается поддержкой и продвижением этого протокола. Носитель сигнала — витая пара, оптоволокно (физически CAN допускает даже использование линий электропередач). Имеется возможность передачи питания по кабелю. Протокол на физическом уровне — CAN. Число адресуемых узлов до 64 ед. Скорость передачи 125...1000 Кбод. Длина линии от 30 (1Мбод) до 500 (125 Кбод) метров (согласно документам CAN in Automation, CAN сам по

себе допускает длину линии до 5 км, но скорость при этом падает до 9600 бод). Размер данных — 8 слов (байт) от одного узла за один сеанс связи при суммарной длине служебных полей 44/64 бит. Формат сеанса: запрос-ответ, периодическая посылка, посылка по изменению состояния, цикл опроса и другие.

Находит применение в компактных машинах и автоматизированных линиях (сборочные, упаковочные, сварочные автоматы и подобное) для решения таких задач, как управление перемещением и позиционирование, управление пневмоклапанами и интеллектуальными датчиками, чтение полоскового кода и связь с операторской панелью.

Преимущества: хорошо приспособлен для управления высокоскоростными устройствами при повышенных требованиях к надежности. Эффективные средства обнаружения ошибок на физическом уровне, исключительно высокая помехоустойчивость, эффективное использование пропускающей способности линии, возможность передачи питания по сети.

Недостатки: мало распространенный за пределами Европы протокол сложен, к тому же создан "с точки зрения программиста". Кроме того, страдает общими недостатками всех базирующихся на CAN протоколов (этих протоколов много, некоторые упомянуты ниже): ограниченная полоса пропускания линии, ограниченный размер сообщения и небольшая максимальная длина линии.

Все вышесказанное позволяет сделать вывод об ограниченной применимости стандарта CANopen, равно как и любых других стандартов, базирующихся на протоколе CAN, в задачах промышленной автоматизации. Этот стандарт в основном годится для управления компактными локальными системами — специализированными машинами и технологическими линиями с быстродействующей механикой. Поскольку в России отечественное производство таких систем, скажем так, не очень развито, казалось бы, следует сделать вывод о низкой актуальности данного стандарта для российских условий. Тем не менее у нас CAN-протокол на слуху едва ли не более всех прочих. Есть подозрение, что это объясняется избытком производителей (17 фирм) микросхем для массовых применений, имеющих CAN-протокол "на борту", и мощными маркетинговыми усилиями их российских дистрибьюторов.

DeviceNet, SDS

DeviceNet, SDS — американские промышленные версии CAN-сети. Более ранняя разработка — SDS, разработчик — Honeywell, начало разработки — 1989 г., стандарт описан в спецификации разработчика в соответствии с ISO 11899, утвержден МЭК в 1994 г. Более поздняя версия — DeviceNet, разработчик Allen-Bradley. По своим техническим и потребительским характеристикам практически не отличаются от CANopen, однако распространены более широко, в особенности DeviceNet, будучи освящены и поддержаны великими именами фирм-разработчиков.

На самом деле, помимо упомянутых, существует еще масса модификаций CAN-протокола, адаптированных к различным задачам, например, широко используемый в бортовом оборудовании магистральных грузовиков и автобусов стандарт J1939. Дело в том, что сам по себе CAN — это арбитражный протокол уровня системы команд микропроцессора, реализованный минимальными средствами в массовых дешевых микросхемах, производимых миллионами. Для того, чтобы использовать этот протокол в реальных задачах, необходимо создать дополнительный уровень ПО, своего рода проблемно-ориентированную библиотеку "макросов" на базе простейших CAN-команд, что и представляют собой DeviceNet, CANopen и другие подобные сетевые пакеты. С точки зрения задач промышленной автоматизации наиболее универсальным по назначению и богатым по возможностям из них является на сегодня пакет DeviceNet, что и обуславливает его наибольшее распространение, но не отменяет ранее сделанного замечания об ограниченной применимости любых базирующихся на CAN сетей в задачах технологической автоматизации.

Interbus-S

Interbus-S — один из старейших и наиболее широко распространенных в мире стандартов технологических сетей, очень плохо известный в России. Коммерческое применение с 1984 г., разработчик — немецкая фирма Phoenix Contact, имя которой в России ассоциируется по преимуществу с высококачественными клеммными соединителями. Имеет оригинальную топологию "кольцевой регистр сдвига", при которой каждое включенное в сеть устройство имеет не постоянный, а динамический адрес, рекурсивно вычисляемый на каждом шаге управляющей программы. Максимальное число узлов — 256 ед. (однако, каждый из узлов в свою очередь может быть Interbus-сегментом или сетью удаленной периферии более низкого ранга, наподобие AS-I). Физический носитель — витая пара, оптоволокно, беспроводной ИК-канал (Phoenix был первым, кто начал внедрять беспроводные технологии в автоматизацию технологического уровня. В то время альтернативы ИК-каналу для этой цели не было, интересно, как будет развиваться эта линия изделий с появлением технологий, подобных Bluetooth). Длина сегмента — до 400 м, сети в целом — до 12,8 км. Скорость передачи данных 500 Кбод. Размер сообщения до 512 байт от одного устройства (узла) при неограниченном размере пакета. Формат диалога — циклический опрос входов/выходов и РСР-канал для передачи данных. Техническая поддержка: независимая общественная организация Interbus Club. Стандарты DIN 19258, EN 50254. ASIC-микросхемы доступны под логотипом Phoenix Contact, совместимое периферийное оборудование от более чем 400 производителей (рекордная цифра).

Типичная область применения: быстродействующие автоматизированные механические узлы, объединенные единым технологическим процессом (например, конвейерные линии с роботизированными рабочими местами).

Достоинства вытекают из оригинальной архитектуры: автоматическая адресация сильно упрощает задачу интегратора, великолепные возможности диагностики, короткий заголовок пакета, эффективное использование пропускной способности физического канала. Кроме того, широкое распространение (особенно в Европе), возможность передачи питания по сети.

Основной *недостаток* тоже вытекает из оригинальной архитектуры: сбой одного узла останавливает весь процесс, так как делает невыполнимым очередное формирование динамического стека адресов. Правда, для тех задач, где четкость работы каждого узла имеет критическое значение, это, скорее, преимущество. Однако, в задачах типа process control ситуация, когда из-за одного порванного где-то провода "падает" вся диспетчерская сеть, недопустима.

Выше указано, что в России этот тип промышленной сети практически неизвестен. Это не совсем так. Большое число импортного оборудования, использующего этот стандарт, находится в эксплуатации в самых неожиданных местах (так, недавно поставка Interbus-контроллера в запчасти через фирму, где работает автор, была осуществлена на кондитерскую фабрику им. Н. К. Крупской в Санкт-Петербурге). Много Interbus'a на прокатных станах и на автозаводах. Однако слово Interbus-S как таковое практически неизвестно, равно как не известны автору никакие попытки создания в России оригинального оборудования по этой технологии. Как уже отмечалось выше, у нас в основном на слуху те решения, которые усиленно продвигаются заинтересованными фирмами. Phoenix Contact же, по не вполне понятным причинам, не прилагает в России больших усилий для продвижения своей идеологии в промышленной автоматизации. Что обидно потому, что ряд предлагаемых Phoenix решений весьма конкурентоспособен.

AS-Interface

AS-Interface — самая простая и, видимо, самая дешевая сеть базового технологического уровня (уровень датчиков) из ныне существующих. Стандарт разработан организацией AS-I Consortium в 1993 г., находится на утверждении в МЭК. Архитектура: ведущий-ведомый (до 31 ведомых на одного ведущего, топология — линия, кольцо, звезда). Адреса фиксированные, определяются при конфигурировании мастера или вручную с помощью специальной машинки-программатора адресов. Длина линии до 100 м, с повторителями — до 300 м. Скорость передачи данных 167 Кбод. Размер посылки 8 бит (4 входа/выхода) за один сеанс связи с одним узлом. Режим диалога — стробирование (периодическая посылка).

Основная привлекательность этого стандарта заключается в исключительной простоте монтажа и конфигурирования. Физическим носителем сигнала в AS-I является плоский двухпроводной кабель (характерного желтого цвета), одновременно используемый для передачи питания 24VDC. Подключение ведомых устройств к этому кабелю осуществляется без

Промышленные сети то и дело подкидывают какую-нибудь задачку

Журнал "Автоматизация в промышленности"

всякого инструмента по технологии "зажим с прорезанием изоляции" (просто надеваете устройство на кабель предусмотренным местом и нажимаете рычажок защелки). Оборудование для AS-I (мастер-платы для PC, шлюзы в Profibus и другие сети верхнего уровня, модули входов/выходов, специализированные блоки питания, программаторы адресов и ПО для конфигурирования) выпускается рядом производителей, в том числе Phoenix Contact.

AS-I является идеальным средством для подключения шлейфа удаленных дискретных входов/выходов (до 4 на один узел). Для передачи аналогового сигнала эта технология малоприменяема. Очевидной областью применения являются опять же быстродействующие компактные механические устройства типа сборочных или упаковочных автоматов, действующие автономно под управлением собственного контроллера или в составе автоматического цеха, в последнем случае подключенные к технологическим сетям вышестоящего уровня через соответствующие шлюзы или мастер-модули. В силу упомянутых выше причин, актуальность стандарта в России на сегодняшний день низка. Однако знать о его существовании полезно, потому что соответствующее оборудование в Россию поступает и эксплуатируется (например, на фабрике Wrigley в Санкт-Петербурге).

Modbus

Имя *Modbus*, по-видимому, самое старое в мире промышленных коммуникационных протоколов. Разработанный еще в 1979 г. фирмой Modicon (которая тогда еще не имела отношения к Schneider Electric) для объединения в сеть своих ПЛК протокол Modbus до сих пор находит широкое применение в системах автоматизации всех уровней. Однако включение названия Modbus в список открытых полевых шин и протоколов несколько условно. Дело в том, что одним словом Modbus хитро обозначается целое семейство коммуникационных программно-аппаратных продуктов для разных уровней интеграции. То, что понимается под открытым протоколом Modbus, удовлетворяющим стандарту EN1434-3, на самом деле представляет собой ПО уровня приложений, базирующееся на TCP/IP, то есть разновидность протокола файлового обмена (по аналогии с http, ftp и т. д.). Никакого специального оборудования для обмена между Modbus уровня приложений и Ethernet-портами не требуется, для этого в стеке протоколов TCP/IP имеется зарезервированный порт 502. Modbus выступает в данном случае в качестве программной надстройки, объединяющей в единую сеть разнородные локальные сегменты по технологии "клиент-сервер". Эти сегменты могут использоваться для подключения к сети порты TCP/IP и RS-232/485. Спецификация Modbus RTU/ASCII для

портов RS-232/485 также является открытой, дополнительное оборудование не требуется, и в перечнях продукции производителей оборудования под названием "коммуникационный модуль Modbus" обычно понимается свободно программируемый COM-port.

Но это не все. Кроме открытого протокола Modbus, который на самом деле является скорее intranet-приложением, нежели протоколом полевой шины, есть еще Modbus Plus. Это-то и есть шина удаленной периферии полевого уровня для непосредственного объединения исполнительных устройств и низовых контроллеров. Протокол Modbus Plus является закрытым, для его использования требуется лицензия и специальное оборудование (ASIC от производителя). Поэтому, несмотря на ряд преимуществ (например, высокую скорость передачи данных – до 1 Мбод), за пределами сообщества поклонников контроллеров Modicon эта технология непопулярна. Правда, это весьма влиятельное сообщество, особенно в России. Семейство контроллеров Modicon, как известно, принято в качестве базового ОАО АК "Транснефть", так что на современном этапе развития экономики в России всем разновидностям протокола Modbus недостаток внимания не грозит, и всем, кто желает работать с нефтяниками, следует думать о том, как подключить свое оборудование к Modbus.

В заключение отметим, что названиями Modbus и Profibus список протоколов, использующих на физическом уровне двух- или четырехпроводной интерфейсы RS-485, далеко не исчерпывается. На самом деле чуть ли не любой уважающий себя производитель средств автоматизации имеет свой продукт подобного рода (DATA HIGHWAY от Allen-Bradley, SYSMACWAY от Omron, RACKBUS от Endress & Hauser и многие другие). Однако подавляющее их большинство является закрытыми, что и обуславливает их ограниченную применимость.

FOUNDATION Fieldbus H1

FOUNDATION Fieldbus – довольно редкий пример стандарта промышленной сети, разрабатываемый не "от производителя", а от стандартизирующих организаций (в данном случае МЭК и ISA – The International Society of Measurement and Control). Эти организации поставили перед собой амбициозную задачу – создать спецификацию технологической полевой шины для задач типа process control, обладающую свойством абсолютной надежности. Как известно, объекты, на которых реализуется автоматика process control, зачастую относятся к категории особо опасных, поэтому цена ошибки там может быть исключительно велика. Для исключения ошибок создатели FOUNDATION Fieldbus попытались предусмотреть все мыслимые нештатные ситуации и снабдить свое детище всеми возможными средствами самоконтроля вплоть до встроенного ПО, оценивающего в РВ вероятность сбоя при передаче отдельного конкретного сегмента данных. В результате получился сложный объектно-ориентированный протокол H1, использующий многочисленные форматы пересылки данных и позволяющий контроллеру надежно распоз-

навать подключенные к шине устройства самой разнообразной конфигурации. В состав ПО шины FOUNDATION Fieldbus входит планировщик, гарантирующий точно указанное время прохождения и интерпретации каждого пакета данных (что впоследствии сильно облегчило творцам H1 преодоление врожденных недостатков технологии Ethernet при переносе H1 на технологическую базу Ethernet-TCP/IP). Физически протокол H1 использует двухпроводную линию, аналогичную используемой для передачи аналогового сигнала 4...20 мА, что позволяет изящно решать проблему искробезопасного подключения удаленной периферии. Скорость передачи данных по такой линии составляет 31,25 Кбод, максимальная длина линии до 1900 м.

К сожалению, как это часто бывает с проектами, базирующимися на умозрительном "как должно быть", очередная попытка объять необъятное не вполне выдержала испытание практикой. Узкая направленность на очень ответственную и крайне консервативную технически область применения сужает возможности отладки "в условиях, приближенных к боевым", сложность ПО затрудняет поиск и устранение конкретных ошибок, а также отпугивает производителей оборудования – в настоящее время число устройств, совместимых с FOUNDATION Fieldbus, весьма ограничено. В основном эту идеологию поддерживает фирма Emerson Process Management, специализирующаяся на оборудовании для нефтегазового комплекса (продукция этой фирмы хорошо известна в России), кроме того, ряд небольших фирм (автор не может удержаться, чтобы не написать "в том числе VIPA") выпускают коммуникационные карты H1 для промышленных PC, SIMATIC и иных управляющих машин. Но в целом, применение стандарта FOUNDATION Fieldbus H1 на сегодня невелика сравнительно с его основными конкурентами в нише process control: Modbus, Profibus PA и HART (HART – протокол первичной связи с интеллектуальными периферийными датчиками, основной изюминкой которого является возможность передачи аналогового сигнала 4...20 мА и цифровой информации одновременно по одной и той же двухпроводной линии).

Разработкой и продвижением стандарта FOUNDATION Fieldbus занимается общественная организация Fieldbus FOUNDATION. Смена порядка слов меняет перевод: первое сочетание можно перевести как "основная полевая шина", а второе как "организация по проблеме полевых шин". Наиболее перспективным направлением развития этого стандарта на сегодня считается адаптация протокола H1 под технологию высокоскоростной сети Ethernet, в результате чего должен получиться продукт под названием FOUNDATION Fieldbus HSE (High Speed Ethernet), допускающий скорость передачи данных до 100 Мбод и размер сети до 240 узлов на сегмент при 65000 доступных сегментов. Все эксперты сходятся на том, что коммерческая версия этого продукта, как только она будет выпущена, будет иметь колоссальный успех. Правда, когда это произойдет, предсказать никто не берется.

В 1976 г. DEC, Intel и Xerox начали разработку программно-аппаратного обеспечения для объединения отдельных ЭВМ (понятия "персональный компьютер" тогда еще не существовало) в локальную вычислительную сеть. Наверное, тогда никто и не думал, что через два десятка лет миллионы офисных компьютеров и пользователей "всемирной паутины" превратят эту рядовую опытно-конструкторскую разработку в мировой стандарт коммуникационных сетей, а соответствующее оборудование будет продаваться в магазинах канцелярских товаров. Казалось бы, давно уже пора фантастически дешевому и доступному для освоения любой домохозяйкой Ethernet-оборудованию проникнуть на рынок промышленных решений и с позором изгнать оттуда шумную толпу конкурирующих между собой сетевых стандартов, один коммуникационный модуль для которых стоит столько же, сколько полноценный мультимедийный компьютер, а в тонкостях функционирования зачастую путаются даже разработчики.

Однако не все так просто – по крайней мере, пока. Существует несколько серьезных препятствий, которые должны быть устранены, чтобы Ethernet реально стало можно применять в качестве стандарта полевой шины верхнего технологического уровня.

Первое. Всем, кому случалось работать в обычной коммерческой Ethernet-сети, прекрасно известно, что скорость доступа к одному и тому же ресурсу может различаться в разы при обращениях на протяженной нескольких минут (на картинке, изображающей file download, отлично видно, как меняется скорость передачи с течением времени). То есть, Ethernet не гарантирует ни постоянного, ни даже просто определенного минимального значения скорости обмена данными. В сетях технологического уровня такого быть не должно, реакции системы на изменение обстановки должны быть абсолютно предсказуемы. Работы в этом направлении ведутся, например, под флагом Fieldbus FOUNDATION, но пока дальше бета-версий дело не продвинулось.

Второе. Хлипкий стандартный коннектор RJ45, которым подключаются к сети офисные компьютеры, решительно не подходит для использования в промышленных условиях. С другой стороны, использование другого типа коннектора резко сузит выбор сетевых устройств и сведет на нет одно из основных преимуществ стандарта – изобилие дешевого сетевого оборудования. Эта проблема сейчас решается путем разработки прочных механических оболочек для стандартного разъема, например, с 2002 г. такую штуку выпускает Phoenix Contact.

Третье. Необходимо договориться о способе интерпретации пакетов данных. Предположим, узел связи получил некоторую посылку. Возникает вопрос – а что это такое? Состояния удаленных вхо-

дов/выходов? Строка текста? Численное значение? В офисном PC с этим разбирается ОС, и то не всегда удачно ("FaxView не может открыть документ fax.jpg, потому что он имеет недопустимый формат!"). В технологических сетях подобное недопустимо даже в виде исключения. Между тем Ethernet – это не более чем способ подключения витого кабеля, а TCP/IP – не более чем транспортный протокол, к тому же разработанный во времена, когда ни о каких PlantWeb еще слыхом не слыхали (70-е гг.). В точности как обычная почта, он гарантирует доставку пакета в состоянии видимой сохранности (CRC ОК!), но совершенно не интересуется ни его содержимым, ни тем, что будет с этим содержимым после доставки. Почта может доставить ваше письмо по адресу "Москва, Кремль, В.В.Путину", но не гарантирует ни вам, что В.В. Путин это письмо прочтет, ни В.В. Путину, что он получит удовольствие от личного прочтения.

Четвертое – контроль надежности. При передаче по промышленной шине данные строго структурированы, и каждый бит имеет совершенно определенную интерпретацию в зависимости от места в пакете, которое он занимает, причем любое нарушение структуры пакета диагностируется как ошибка и влечет за собой соответствующие действия системы. На эту интерпретацию тратится время (отсюда более низкие скорости), ради нее создается специальное оборудование малой серийности (отсюда дороговизна). При передаче по TCP/IP данные не структурируются никак, протокол режет исходный массив на пакеты произвольным образом в зависимости от текущей загрузки сети, а потом собирает их на месте, проверяя правильность сборки по контрольным суммам. Не очень предсказуемо по скорости и не на 100% надежно. Но в бытовых приложениях последнее и не требуется, ошибку передачи нескольких бит в потоке real video пользователь вряд ли заметит, однако один неправильно переданный бит состояния периферийного датчика может привести к крупной аварии.

Понятно, что если первые два препятствия являются чисто техническими, то третье и четвертое куда как существенны, ибо носят идеологический характер. Наблюдается классическая альтернатива – надежно, но долго и дорого, или быстро и дешево, но без гарантии. Спрашивается: как объединить преимущества обоих подходов? Ответ лежит на поверхности: формировать пакеты данных в формате, соответствующем промышленному протоколу, и далее гонять их по TCP/IP как файлы. На сегодняшний день эта внешне простая идея имеет несколько реализаций разной степени проработанности. Первая – уже упоминавшаяся открытая версия Modbus/TCP.

На сегодня это единственная реально работающая версия Ethernet технологического уровня, которую можно назвать промышленным стандартом. В позиции "низкий старт" перед выпуском в коммерческое обращение находятся еще две спецификации: Ethernet/IP (базирующаяся на протоколе ControlNet от Allen-Bradley) и Profibus on Ethernet (успех последней можно прогнозировать еще до старта на основании общей популярности протокола Profibus). И, наконец, самая совершенная, но и самая далекая от коммерческой эксплуатации на сегодняшний день версия высокоскоростного Ethernet от Fieldbus FOUNDATION. Она базируется на протоколе H1 и работает на скоростях до 100 Мбод. Это сложный объектно-ориентированный протокол, содержащий мощные средства форматирования данных и конфигурирования оборудования вплоть до встроенной системы оценки надежности передачи конкретного пакета данных в PB. Встроенный в FOUNDATION Fieldbus HSE планировщик гарантирует постоянство скорости прохождения пакетов данных и повторяемость процессов. В настоящее время этот стандарт считается одним из самых перспективных, но пока доступен только в бета-версиях.

В заключение темы Industrial Ethernet необходимо высказать следующие соображения для некоторого охлаждения пыла энтузиастов:

- похоже, что речь идет не о создании нового универсального стандарта, а о переносе многообразия существующих стандартов на программно-аппаратную базу, отличную от прежней. Как бы это не привело к еще большей неразберихе, чем сейчас;

- в любом случае на уровне датчиков Ethernet не будет представлен. Это все равно, что ставить на "Москвич-412" двигатель "Формулы-1". К тому же заголовок пакета в TCP/IP имеет длину 68 байт. Для промышленной сети, где слово состояния периферийного дискретного устройства имеет длину 4 ...16 бит, это многовато и во многих случаях совершенно сведет на нет преимущества высокой скорости;

- характерная для бытовых и офисных приложений дешевизна Ethernet вряд ли сохранится в промышленном варианте. Необходимость производства высоконадежных коммуникационных модулей, кабелей и соединительной арматуры характерными для изделий промышленного назначения небольшими сериями существенно повысит стоимость единицы оборудования. По оценкам экспертов, "настоящий" промышленный Ethernet будет не дешевле Profibus.

Скорее всего, Industrial Ethernet будет иметь своих поклонников и займет свою нишу на рынке промышленных шин технологического уровня, но не вытеснит другие стандарты.

Егоров Евгений Валентинович – канд. физ.-мат. наук, начальник отдела промышленной автоматизации ООО "ЭФО".

*Контактный телефон (812) 327-86-54, факсы: (812) 247-53-40, 320-18-19.
E-mail: eve@efo.spb.su*