

А.Н. Любашин. Промышленные сети

Компьютеры и микропроцессоры проникают в нашу жизнь повсюду. Само понятие "интеллектуальное устройство" подразумевает присутствие в данном устройстве микропроцессора. В нынешних системах автоматизации даже разнообразные механические клапаны и задвижки, некогда абсолютно пассивные, теперь "способны общаться" - воспринимать команды и информировать о своих рабочих состояниях.

С открытием межгосударственных, и прежде всего экономических границ отечественные специалисты смогли не только познакомиться с самыми современными технологиями в области построения систем комплексной автоматизации, но и активно их использовать. Сам по себе интересен тот факт, что в настоящее время в среде специалистов от автоматизации ведутся споры не о том, на каких микросхемах построена память или какая использована элементная база, нет. Споры идут, прежде всего, о том, использование каких технологий сегодня даст хороший потенциал возможностей завтра.

Основная цель построения распределенных систем автоматизации - удешевление и упрощение технологий и менеджмента производства и эксплуатации конечной системы за счет, в частности, обеспечения технологии сквозного сетевого доступа: от мощных супервизорных компьютеров и многофункциональных контроллеров до интеллектуальных пассивных элементов (датчики, регуляторы и т. п.). При этом такая связь должна удовлетворять всем современным требованиям по функциональности, надежности и открытости.

На Западе коммуникационная технология построения единой информационной сети, объединяющей интеллектуальные контроллеры, датчики и исполнительные механизмы, определяется одним термином *fieldbus* (полевая шина, или промышленная сеть).

Fieldbus - это, во-первых, некий физический способ объединения устройств (например, RS485) и, во-вторых, программно-логический протокол их взаимодействия.

Из-за насыщенности рынка предложениями в этой области чрезвычайно актуальна сама проблема выбора некоторого решения. Действительно, когда на рынке предложений вращаются около 50 *fieldbus*-систем, то без четко сформулированных критериев сложно отдать предпочтение какой-либо из них. Первый, и может быть, главный вопрос, на который необходимо получить ответ: что лучше использовать - частнофирменное решение от одной компании или решение, опирающееся на стандарты, поддерживаемые большим числом фирм? Ответ здесь далеко не так очевиден, как кажется.

Стандартные и частные решения

Объединение в одну цифровую сеть нескольких устройств - это только начальный шаг к организации их эффективного и надежного взаимодействия. Там, где коммуникационные системы гомогенны (однородны), т.е. построены из устройств одного производителя, там аппаратно-программные проблемы, как правило, решены. Но когда речь идет о построении систем с использованием устройств различных производителей, то неизбежно встают вопросы их совместимости.

Уникальные системы, то есть системы, работающие по уникальным протоколам связи и производимые и поддерживаемые одной компанией, получили название закрытых систем. Большинство таких систем зародилось в те времена, когда проблемы интеграции изделий от разных производителей не считались актуальными.

Успешно же интегрировать в единую систему изделия от различных производителей, позволяет использование принципов открытых систем.

Применительно к промышленным сетям частные решения - это интеллектуальная собственность отдельных компаний, и использование таких технологий ограничивается необходимостью получения лицензионного права пользования. Другое дело - открытые системы, открытые технологии, открытые сети.

Сеть считается открытой, если она удовлетворяет следующим критериям:

- наличием полных опубликованных спецификаций с возможностью их приобретения за разумные деньги;
- наличием критического минимума доступных компонентов (интерфейсные кристаллы и готовые изделия) от ряда независимых поставщиков;
- организацией хорошо определенного процесса ратификации возможных дополнений к стандартам и спецификациям.

Более коротко это можно сформулировать так: каждый желающий имеет возможность использовать то, что уже наработано, или выполнять собственные разработки, в том числе и такие, которые могут использоваться другими.

Если некоторая fieldbus-технология относится к открытым системам, то она должна обладать следующим рядом принципиальных качеств:

- включаемостью (interconnectivity), то есть возможностью свободного физического включения в общую сеть устройств от различных производителей;
- взаимодействием (interoperability), то есть возможностью построения работоспособной сети на основе включения компонентов от различных поставщиков;
- взаимозаменяемостью (inter-changeability) - возможностью замены компонентов аналогичными устройствами от других производителей.

Очевидно, что конечной целью создания открытой промышленной сети является достижение именно взаимозаменяемости отдельных ее компонентов. Это возможно, если спецификации протоколов полные и существует отлаженная система тестирования и сертификации новых изделий.

Результаты исследований рынка промышленных сетей, предоставленные независимыми маркетинговыми компаниями, убедительно свидетельствуют о постоянном росте открытых fieldbus-систем: около 20% в год. Однако до сих пор существенную долю рынка занимают закрытые (частнофирменные) решения.

Что такое fieldbus?

Корнем термина fieldbus является слово field - область, сфера, место приложения. Промышленные сети (fieldbuses) применяются на уровне устройств, обслуживающих реальный процесс производства и переработки материалов. Выход в системы представления (визуализации) данных, коммерческие и административные системы организуется, как правило, через стандартные офисные сети типа Ethernet через протокол TCP/IP.

Fieldbus - это основополагающий термин, определяющий некоторую цифровую сеть, призванную заменить широко использовавшуюся ранее централизованную аналоговую 4 20мА-технологиию. Такая сеть является цифровой, двунаправленной, многоточечной, последовательной коммуникационной сетью, используемой для связи изолированных друг от друга (по функциям) таких устройств, как контроллеры, датчики, силовые приводы и т. п. Каждое field-устройство обладает самостоятельным вычислительным ресурсом, позволяющим относить его к разряду интеллектуальных (smart fieldbus device). Каждое такое устройство способно самостоятельно выполнять ряд функций по самодиагностике, контролю и обслуживанию функций двунаправленной связи. Доступ к нему возможен не только со стороны инженерной станции, но и стороны аналогичных ему устройств. Поэтому технология fieldbus - это нечто большее, чем просто замена 4 20мА-технологии.

Fieldbus - это сеть для промышленного применения, логически очень похожая на LAN-сети, применяемые в офисных приложениях. Однако промышленные сети отвечать специфическому набору требований:

- жесткая детерминированность (предсказуемость) поведения;
- обеспечение функций реального времени;
- работа на длинных линиях с использованием недорогих физических сред (например, витая пара);
- повышенная надежность физического и канального уровней передачи данных для работы в промышленной среде (например, при больших электромагнитных помехах);
- наличие специальных высоконадежных механических соединительных компонентов.

Ключевые требования здесь - детерминированность поведения, предполагающая, что все возможные события в сети могут быть заранее четко определены, и повышенная надежность передачи данных.

Переход на fieldbus-технологиию обещает улучшение качества, снижение затрат и повышение эффективности конечной системы. Эти обещания основаны на том факте, что принимаемая или передаваемая информация кодируется в цифровом виде. Каждое устройство может выполнять функции управления, обслуживания и диагностики. В частности, оно может сообщать о возникающих ошибках и обеспечивать функции самонастройки. Это существенно увеличивает эффективность системы в целом и снижает затраты по ее сопровождению. Серьезный ценовой выигрыш получается за счет проводников и монтажных работ: аналоговая технологиию связи требует, чтобы каждое устройство имело собственный набор проводов и собственную точку соединения. Fieldbus устраняет эту необходимость, так как использует всего одну витую пару проводников для объединения всех активных (контроллеры) и пассивных (датчики) устройств.

Кроме того, общее количественное снижение оборудования делает всю систему не только проще в эксплуатации, но и надежнее за счет уменьшения потенциальных аппаратных отказов.

Биография Fieldbus

Хотя fieldbus-технологии появились уже более 10 лет назад, абсолютно доминирующими они еще не стали. Это связано в основном с отсутствием единого международного стандарта на протокол промышленной сети, который мог бы гарантировать полную (условно конечно) взаимозаменяемость и совместимость между изделиями различных производителей.

В своем развитии fieldbus-технологии прошли несколько ключевых этапов.

Первый этап. В 1984 году Международная Электротехническая Комиссия (МЭК - IEC) начала процесс разработки единого универсального стандарта промышленной сети. Были определены требования для открытой промышленной сети, устройств удаленного ввода/вывода, контроллеров, согласующих устройств и т. д. Ставилась задача, чтобы такая универсальная сеть обеспечивала коммуникационные запросы на всех этапах многоуровневой системы автоматизации. Начиналось все замечательно. По ходу этой работы возникла масса инициатив, выдвинуто множество предложений, создавались различные ассоциации и комитеты. А в итоге

В итоге прошло 14 лет, и только в прошлом году IEC выпустила проект спецификации IEC61158 - кандидат на универсальную сеть. Специалисты сразу отметили, что это решение уже сильно устарело и нет никакого смысла продолжать над ним работу. Голосование по этому проекту, законченное 30 сентября 1998 года, дало ожидаемый отрицательный результат. Что будет с этим проектом далее, пока неизвестно.

Второй этап. В 1987 г. Германское федеральное министерство по исследованиям и технологии инициировало проект под названием "Field Bus". Группа специалистов из 13 компаний и 5 институтов работала над спецификацией открытой промышленной сети, получившей название PROFIBUS (PROcess FieLd BUS), на основе описательной модели межсетевое взаимодействия ISO/OSI.

Значительный успех в этой работе был достигнут в Апреле 1991 года, когда спецификация PROFIBUS получила немецкую "прописку" - статус национального стандарта DIN19245. В этом же году на рынок вышел первый PROFIBUS-продукт.

Третий этап. Начиная с 1992 г. к работам по созданию единого стандарта независимо подключились две группы: WorldFIP и ISP-Foundation в Северной Америке. На определенном этапе (1994 г.) эти группы объединились и создали ассоциацию Fieldbus Foundation (FF), результатом работы которой стал выход на рынок промышленной сети Foundation Fieldbus (1996г.). FF использует модификацию стандарта IEC1158-2 для физического уровня и концепцию проекта ISP/PROFIBUS для прикладного уровня. Таким образом, FF-протокол стал очень похож на PROFIBUS-PA.

Четвертый этап. К этому моменту МЭК уже 12 лет вела работу в области стандартного решения для промышленной сети. На этом фоне европейское сообщество потребителей и производителей fieldbus-систем пошло по пути определения единого европейского стандарта. По ряду критериев была определена группа "претендентов", и 15 марта 1996 г. в Брюсселе были подведены итоги проведенного накануне голосования по одобрению проекта EN50170 в качестве европейского стандарта промышленной сети (European Fieldbus Standard).

EN50170 вобрал в себя (без изменений) три национальных стандарта в области промышленных сетей: PROFIBUS (Германия), FIP (Франция) и P-NET (Дания). Все эти решения подтверждены соответствующими национальными стандартами.

CAN, LON, PROFIBUS, Interbus-S, FIP, FF, DeviceNET, SDS, ASI, HART, ControlNet и несколько десятков протоколов еще - это сегодняшняя ситуация на рынке промышленных сетей. Каждая из них имеет свои особенности и области применения. На этом фоне отсутствует единый международный стандарт промышленной сети. Это приводит к тому, что каждая технология развивается самостоятельно в состоянии неизбежной конкуренции. Ясно, что со временем определится ведущая, например, пятерка технологий, вокруг которой будет сосредоточено основное внимание пользователей и бизнес независимых производителей. Таким центром кристаллизации де-факто можно считать сегодня европейский стандарт EN50170. Со стороны Европейского комитета по стандартизации CENELEC поступили предложения по расширению EN50170 за счет промышленных сетей Foundation Fieldbus и ControlNet. Если такое предложение будет принято, EN50170 превратится реально в международный стандарт, каждая отдельная часть которого будет определять отдельную fieldbus-технологиию.

Первое знакомство

1. ASI

Первые продукты, работающие по технологии ASI, вышли на рынок в 1993 году. Сегодня эта технология поддерживается рядом известных фирм: IFM, Limberg, Siemens, Pepperl+Fuchs, Allen-Bradley и др.

Основная задача этой сети - связать в единую информационную структуру устройства самого нижнего уровня автоматизируемого процесса (датчики и разнообразные исполнительные механизмы) с системой контроллеров. Это следует из названия: Actuator Sensor Interface (ASI).

ASI-интерфейс позволяет через свои коммуникационные линии передавать не только данные, но и запрашивать датчики. Здесь используется принцип последовательной передачи на базовой частоте. Информационный сигнал модулируется на питающую частоту.

В качестве физической среды используется специальный неэкранированный двухпроводный кабель с трапециевидным профилем. Этот кабель позволяет подключать датчики, устанавливаемые на подвижных частях механизмов. Топологией ASI-сети может быть шина, звезда, кольцо или дерево с циклом опроса 31 узла за 5 мс. Максимальный объем данных с одного ASI-узла - 4 бит.

2. CAN

История этого протокола началась в начале 80-х годов, когда технология создания и эксплуатации современных транспортных средств потребовала установки на них

большого числа датчиков, увязываемых в единую информационную сеть с замыканием на бортовом компьютере автомобиля. Компания BOSCH (Германия) разработала для этой цели протокол CAN (Control Area Network), получивший статус международного стандарта ISO11898. По своим характеристикам он удовлетворяет не только требованиям задач реального времени, но и реализует высокую степень обнаружения и исправления ошибочных телеграмм.

CANbus - это последовательная шина с децентрализованным доступом на основе модели CSMA/CM. Возможные коллизии, связанные с одновременным запросом шины, разрешаются на основе приоритетности передаваемых сообщений.

История развития этого протокола - яркий пример того, как не доведенная до конца работа по стандартизации приводит к появлению целого семейства несовместимых друг с другом протоколов. Дело в том, что развитие CAN остановилось на определении только первых двух уровней OSI-модели. Появилось большое число разработок 7-го уровня для CAN, оформленных как самостоятельные протокольные решения: SDS (Honeywell), DeviceNET (Allen Bradley), CAL (CiA-ассоциация), CAN11 (BMW), SeleCAN (Selectron), Kingdom (Kvaser), MiCAN (RMI) и несколько других.

Ясно, что такая ситуация мало устраивает пользователей- им самим предлагается сделать выбор в пользу той или иной вариации на тему CAN. При этом лидерами в этом семействе, безусловно, являются SDS и DeviceNET (американский рынок) и CAL (Европа).

3. HART

Протокол HART (Highway Addressable Remote Transducer), разработанный фирмой Rosemount Inc. в середине 80-х годов, реализует известный стандарт BELL 202 FSK (Frequency Shift Keying), основанный на 4 20мА-технологии.

Схема взаимоотношений между узлами сети основана на принципе MASTER/SLAVE. В HART-сети может присутствовать до 2 MASTER-узлов (обычно один). Второй MASTER, как правило, освобожден от поддержания циклов передачи и используется для организации связи с какой-либо системой контроля/отображения данных. Стандартная топология - "звезда", но возможна и шинная организация. Для передачи данных по сети используются два режима:

- 1) асинхронный: по схеме "MASTER-запрос\SLAVE-ответ" (один цикл укладывается в 500 мс);
- 2) синхронный: пассивные узлы непрерывно передают свои данные MASTER-узлу (время обновления данных в MASTER-узле за 250-300 мс).

За одну посылку один узел может передать другому до 4 технологических переменных, а каждое HART-устройство может иметь до 256 переменных, описывающих его состояние. Контроль корректности передаваемых данных основан на получении подтверждения.

4. FOUNDATION FIELDBUS

Эта сеть родилась в результате сотрудничества двух ведущих американских ассоциаций - ISP и WorldFIP, которые до 1993 года пытались самостоятельно создать универсальную промышленную сеть. В 1994 году появилась ассоциация Fieldbus Foundation, продвигающая на рынке и обеспечивающая поддержку сети Foundation Filedbus (FF). После многолетних безуспешных попыток разработать универсальную промышленную сеть, предпринятых ведущими комитетами по стандартизации IEC и ISA, ассоциация Fieldbus Foundation пришла к синтезированному решению с использованием наработок из разных источников под общим названием Foundation Fieldbus. Итак, FF сегодня - это:

- физический уровень H1 FF (медленный), обеспечивающий рабочую скорость 31,25Ккбит/с. Эта реализация физического уровня основана на модифицированной версии стандарта IEC 1158-2 и предназначена для объединения устройств, функционирующих во взрывоопасных газовых средах;
- физический уровень H2 FF (быстрый), обеспечивающий рабочую скорость до 1КМбит/с и также основанный на стандарте IEC 1158-2;
- сетевой уровень, использующий элементы проекта IEC/ISA SP50 универсальной промышленной сети;
- прикладной уровень, включающий элементы из проекта ISP/Profibus.

Основная область применения этой сети - самый нижний уровень распределенной системы автоматизации с обвязкой устройств, работающих во взрывоопасных средах и использующих сеть как для информационного обмена, так и для собственной запитки.

У протоколов FF и Profibus-PA много общего и именно поэтому со стороны европейской ассоциации по стандартизации CENELEC сделано предложение о включении FF в стандарт EuroNorm 50170 в качестве самостоятельной его части.

5. LON

Протокол LON (точнее LONTalk) был разработан американской компанией Echelon Corporation для построения интеллектуальных систем жизнеобеспечения зданий. В основе LON-технологии лежит использование специального интерфейсного кристалла Neuron. В 1990Кг. компания ECHELON заключила договор с компаниями Toshiba и Motorola об исключительном праве этих компаний на его производство. Этот однокорпусный кристалл содержит 3 микропроцессора: MAC (media access control CPU - ЦП доступа к среде передачи), NET (network CPU - сетевой ЦП) и APP (application CPU - ЦП приложений). MAC-процессор поддерживает первый и второй уровни OSI-модели; NET-процессор реализует функции с третьего по шестой уровень; APP-процессор обрабатывает функции прикладного уровня.

Существуют протоколы и методы кодирования для самых разнообразных физических каналов передачи данных. Например, метод дифференциального манчестерского кодирования выбран для витой пары, FSK-модуляция применяется для работы на сегментах линий электропроводки и на радиоканалах. LON-сеть может состоять из сегментов с различными физическими средами передачи: витая пара, радиочастотный канал, инфракрасный луч, линии напряжения, коаксиальный и оптический кабели. Для каждого типа физического канала существуют трансиверы, обеспечивающие работу сети на различных по длине каналах, скоростях передачи и сетевых топологиях.

При разрешении коллизий используется предсказывающий алгоритм их предупреждения, то есть доступ к каналу упорядочивается на основе знания о предполагаемой нагрузке этого канала. Узел, желающий передавать, всегда получает доступ к каналу со случайной задержкой из некоторого диапазона. Для предотвращения снижения пропускной способности сети величина задержки представлена как функция числа незавершенных заданий (backlog), стоящих в очереди на выполнение. Способность алгоритма, реализованного на MAC-уровне, "предсказывать" основана на оценке числа незавершенных заданий. Каждый узел имеет и поддерживает текущее значение backlog: инкрементирование и декрементирование происходит по результатам отправления и приема пакетов.

Максимальная размерность LON-сети - 32000 узлов, соединенных различными физическими средами в произвольной сетевой конфигурации.

6. PROFIBUS

При построении многоуровневых систем автоматизации, как правило, стоят задачи организации информационного обмена между уровнями. В одном случае необходим обмен комплексными сообщениями на средних скоростях. В другом - быстрый обмен короткими сообщениями с использованием упрощенного протокола обмена (уровень датчиков). В третьем требуется работа в опасных участках производства (переработка газа, химическое производство). Для всех этих случаев PROFIBUS имеет решение. Сегодня, говоря о PROFIBUS, необходимо иметь в виду, что под этим общим названием понимается совокупность трех отдельных протоколов: PROFIBUS-FMS, PROFIBUS-DP и PROFIBUS-PA. Все три варианта протокола используют общий канальный уровень (уровень 2 OSI-модели).

Протокол PROFIBUS-DP был спроектирован для организации быстрого канала связи с датчиковым уровнем. В основе алгоритма работы лежит модель циклического опроса каналов. Кроме этого, существует набор ациклических функций для конфигурирования, диагностики и поддержки сигналов. В DP-протоколе существуют три типа устройств:

- мастер Класса-2 (DPM2): может выполнять функции конфигурирования и диагностики устройств сети;
- мастер Класса-1 (DPM1): это программируемые контроллеры (PLC, PC), в оперативном режиме выполняющие функции ведущего узла в сети;
- ведомые устройства (DP Slave): это пассивные устройства с аналоговым/дискретным вводом/выводом.

DP-протокол позволяет организовать мономастерную (один DPM1 и до 126 DP-Slaves) и многомастерную конфигурацию (несколько DPM1 и DP-Slaves).

Протокол PROFIBUS-FMS появился первым и был предназначен для работы на так называемом цеховом уровне. Здесь требуется высокая степень функциональности, и этот критерий важнее критерия скорости. FMS-протокол допускает гибридную архитектуру взаимодействия узлов, основанную на таких понятиях, как виртуальное устройство сети, объектный словарь устройства (переменная, массив, запись, область памяти, событие и др.), логическая адресация и т.д.

Протокол PROFIBUS-PA - это расширение DP-протокола в части технологии передачи, основанной не на RS485, а на реализации стандарта IEC1158-2 для организации технологии передачи во взрывоопасных средах. Он может использоваться в качестве замены старой 4-20мА-технологии связи. Для коммутации устройств нужна всего одна витая пара, которая может одновременно использоваться и для информационного обмена, и для запитывания устройств.

На одном физическом канале (RS485 или оптоволоконном) одновременно могут работать устройства PROFIBUS всех трех типов. Рабочая скорость передачи может быть выбрана в диапазоне 9,6-12000Ккбит/с.

PROFIBUS - это маркерная шина, в которой все циклы строго регламентированы по времени и организована продуманная система тайм-аутов. Протокол хорошо разрешает разнообразные коллизии в сети. Настройка всех основных временных параметров идет по сценарию пользователя.

Исследования, проведенные независимыми западными маркетинговыми компаниями, свидетельствуют о том, что PROFIBUS покрывает свыше 40% рынка открытых промышленных сетей в Германии и Европе. Идет стремительный процесс завоевания и американского рынка. Но самое главное то, что сегодня PROFIBUS рассматривается как кандидат на обретение статуса международного стандарта IEC (МЭК).

7. WorldFIP

Протокол WorldFIP (World Factory Instrumentation Protocol) разработан на основе французского стандарта, известного как NFC46-600 или FIP. Его разработал консорциум компаний, производящих полевые устройства, в которых используется система сообщений. Протокол WorldFIP удовлетворяет требованиям реального времени. Главные члены консорциума - Honeywell, Baily Controls, Cegelec, Allen Bradley, Telemecanique, Electricity de France, Elf.

Протокол построен на гибридном (централизованный/децентрализованный) доступе к шине и для передачи данных использует режим широкого вещания (broadcast). Контроль обеспечивается со стороны центрального узла сети (central unit), называемого Арбитром. Основной поток данных организован как набор отдельных переменных, каждая из которых идентифицирована своим именем. Любая переменная, обработанная в одном узле-передатчике, может быть прочитана всеми узлами-приемниками одновременно. Использование режима широкого вещания избавляет от процесса присваивания каждому устройству уникального сетевого адреса.

Функции управления некоторым процессом могут распределяться между различными устройствами на шине. Это возможно потому, что все "приемники" одновременно принимают одинаковые переменные, а время обновления данных и их передача подчиняются строгому контролю. Основу FIP составляет "база данных реального времени".

Сегодня и российские компании участвуют в международных ассоциациях и клубах, связанных с промышленной автоматизацией, хотя еще несколько лет назад об этом приходилось только мечтать. На российском рынке уже существуют "центры кристаллизации" в области fieldbus-технологий:

- Сименс (Москва) - Profibus, ASi, Industrial Ethernet;
- DATAMICRO (Таганрог) - CAN;
- Ассоциация VERA+ (Москва) - Profibus
- НИИ Теплоприбор (Москва) - Fieldbus Foundation (FF)

Эти центры не только знакомят с протоколами, но и активно внедряют новые технологии через конкретные проекты. Однако проникновение новых fieldbus-технологий на российский рынок носит несколько хаотичный и сиюминутный характер. Подчас эти новые решения приходят на уровне компонента системы. А поскольку модернизация устаревших систем автоматизации часто проводится фрагментарно, то без решения проблем стыковок этих фрагментов не обойтись. Решение этой задачи видится либо на основе использования готовых аппаратно-программных межпротокольных шлюзов (bridge), либо на построении коммуникационных серверов.

Почти не проблема найти межпротокольный шлюз, например: ASi-Profibus (Siemens), Interbus-S Profibus (Foenix Contact), Ethernet-MIL1553-CAN-Profibus-LON (PEP Modular Computers) и т.д. Другое дело - организовать коммуникационные серверы с функциями обработки и архивирования данных. Эти задачи сегодня можно решить на различных процессорных архитектурах (VME, CompactPCI, Open PLC, PCI, ISA, PC104 и т.п.) и под управлением широкого класса операционных систем (Windows NT, Windows CE, OS9, VxWorks, QNX, pSOS+ и других).

Некоторые итоги

Итак, можно констатировать, что рынок промышленных сетей сформировался: существует большое предложение сетевых технологий, огромен спектр готовых изделий, ведущие компании объединены в различные ассоциации и группы, постоянно ведутся работы по стандартизации как в рамках национальных, так и международных комитетов по стандартизации.

Fieldbus-технологии - это путь к прекращению противостояния производителей контрольного оборудования, с одной стороны, и универсальные инструменты для построения интегрированных комплексов - с другой.

При выборе коммуникационной технологии можно руководствоваться количественными параметрами (объем передаваемых полезных данных, максимальная длина шины, допустимое число узлов на шине, помехозащищенность и др.), ценовым критерием (затраты в расчете на один узел), популярностью, эффективностью решения задачи, простотой конфигурирования и т. д. При этом улучшение одного параметра может привести к ухудшению другого. Поэтому при выборе того или иного протокольного решения необходимо следовать принципу разумной достаточности.

Но наиболее важным критерием выбора должно быть соответствие принципам открытых систем - стандартизация и доступность. Только это позволяет и производителям, и пользователям делать надежные прогнозы и гарантировать сохранность их инвестиций.

Стремление иметь одно универсальное сетевое решение для всех случаев жизни, безусловно, похвально, но представляется мало реальным. Каждая реализация

промышленной сети имеет свои преимущества и недостатки. Важно определить некоторое подмножество решений с тем, чтобы сконцентрировать на нем основные усилия и производителей оборудования, и разработчиков сопутствующего программного обеспечения, и системных интеграторов.