

## МЕТРАН™

### РАБОТА В КОМАНДЕ: ПРОТОКОЛЫ HART и FOUNDATION FIELDBUS ВЗАИМОДЕЙСТВУЮТ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЕ<sup>1</sup>

А.Р. Дьюи (Emerson Process Management),  
Е.С. Борщ (ЗАО ПГ "Метран")

Рассматриваются особенности и преимущества коммуникационных технологий HART и Foundation fieldbus (FF). Показаны возможности объединения данных протоколов в одной системе.

Устройства, использующие коммуникационную технологию HART, появились на рынке в конце 1980-х годов. По подсчетам Фонда HART Коммуникации сегодня в мире используется более 20 млн. устройств, поддерживающих HART протокол. Устройства Foundation fieldbus (FF) стали появляться в середине 90-х годов. По подсчетам Фонда Fieldbus сегодня по всему миру применяются более 1 млн. устройств FF. Эти данные свидетельствуют о том, что база установленного оборудования, поддерживающего HART, значительно больше числа устройств, поддерживающих протокол FF. Несмотря на это, освоение протокола FF продолжается. Некоторые развивающиеся предприятия фактически используют только FF, однако большинство устройств FF появляются на тех предприятиях, где уже установлены устройства, поддерживающие HART протокол, и сотрудники предприятия уже поняли все преимущества цифровых коммуникаций.

При надлежащем использовании интеллектуальные возможности цифровых устройств представляют собой ценный ресурс, с помощью которого можно заставить производство работать с максимальной отдачей. Возможности удаленной коммуникации, управления в полевых условиях и улучшенные характеристики этих устройств неocenимы при интеграции в системы управления производством, обеспечении безопасности и управлении активами, предназначенными для "интеллектуальной полевой коммуникации". Поэтому необходимо рассмотреть, как эти протоколы могут работать вместе.

Приборы, поддерживающие протоколы HART и FF, содержат огромный объем конфигурационных и диагностических данных. Как видно на рис. 1, в приборах HART эти данные передаются путем наложения цифровых сигналов на обыкновенную токовую петлю 4...20 мА, используемую для передачи переменной процесса.

Среднее значение синусоидального сигнала равно нулю, поэтому к существующему сигналу 4...20 мА никакая компонента по постоянному току не добавляется, несмотря на прохождение цифровых данных.

<sup>1</sup>Alan R. Dewey. TEAM WORK – HART, fieldbus work together in integrated environment //PROTOCOL, July, 2005. Напечатано с разрешения журнала PROTOCOL Tracking industrial networking and communications, Июль 2005, 2005 ISA Services, Inc. Все права защищены. FosteReprints 866-879-9144.

Скорость передачи данных протокола HART составляет 1,2 кбит/с. При использовании протокола HART первичная переменная процесса в большинстве областей измерения передается от устройства в виде сигнала 4...20 мА, хотя она может передаваться и как часть цифровых данных, передаваемых прибором. На самом деле многие современные устройства, поддерживающие HART, все еще измеряют первичную переменную процесса, совершенно игнорируя цифровые данные протокола. С другой стороны, протокол HART позволяет объединить до 15 полевых устройств на одной паре проводов в многоточечную сетевую структуру. В этом случае HART коммуникация используется как полностью цифровая, ток в петле фиксируется на минимальном значении (только питание устройства – 4 мА), а первичная переменная процесса для каждого устройства передается по HART протоколу. Многоточечное подключение с HART используется в приложениях, где не требуется высокая частота измерений.

Протокол FF является на 100% цифровой системой. Скорость передачи по FF составляет 31,5 кбит/с.

Сеть FF (или сегмент) состоит из одного магистрального проводника и одной или нескольких ветвей.

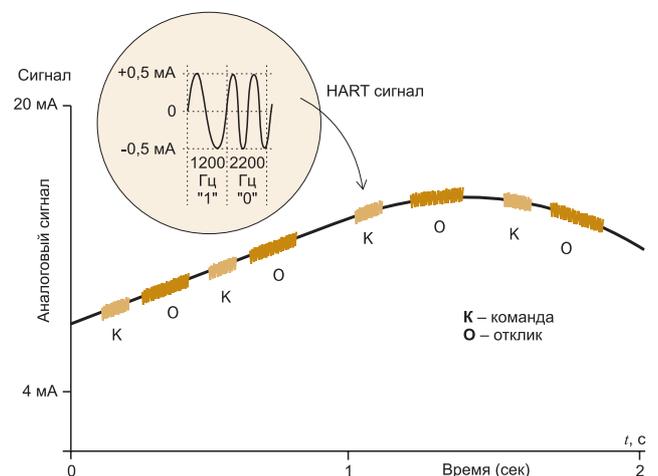


Рис. 1. Одновременная передача аналогового сигнала и сигнала HART

Каждый сегмент должен иметь два терминатора, установленных как можно ближе к каждому концу сегмента. Можно объединять различные топологии сети для создания сложных типов сетей. К одному кабелю может быть одновременно подключено более 32 устройств (без использования ретранслятора). На практике число устройств, которые могут подключаться к одному кабелю, ограничено и зависит от мощности источника питания, искробезопасности, а также требуемого времени отклика.

FF – единственная коммуникационная технология, позволяющая техническим специалистам создавать системы управления, полностью функционирующие на месте эксплуатации. При таком управлении контроль распространяется на измерительные приборы, а не на специализированные устройства управления, что дает множество преимуществ, например:

- увеличение скорости отклика цепи управления;
- сохранение работоспособности сети в случае сбоя в системе управления;
- отсутствие необходимости приобретать дополнительные контроллеры для системы управления;
- подключение новых приборов без остановки ТП;
- повышенная надежность.

Сравнение технических характеристик протоколов HART и FF представлено в таблице.

Таблица

| Характеристики  | HART                    | Foundation fieldbus     |
|---|-------------------------|-------------------------|
| Выходной сигнал 4...20 мА используется для передачи первичной переменной процесса | Да                      | Нет                     |
| Передача данных с помощью цифрового сигнала                                       |                         | Да                      |
| Тип связи   | Главный/<br>подчиненный | Передача<br>маркера     |
| Скорость шины, бит/с  | 1 200                   | 31,25...10 <sup>3</sup> |
| Дистанционная конфигурация/калибровка   | Да                      |                         |
| Самодиагностика устройства  |                         |                         |
| Многоточечная конфигурация  |                         |                         |
| Приблизительное число приборов в эксплуатации, ед.                                | 20 000 000              | 1 000 000               |
| Подходит для применения во взрывоопасных зонах                                    | Да                      |                         |
| Открытый протокол/право на продажу неограничено                                   |                         |                         |
| Поддерживает саморегулировку на месте эксплуатации                                | Нет                     | Да                      |

### Архитектура системы

Для объединения протоколов HART и FF возможны различные архитектуры, использование определенного типа которых зависит от таких факторов, как возможности управляющего системного ПК, соотношения числа HART устройств с числом устройствами FF, а также от способности архитектуры приспосабливаться для поддержки FF (или наоборот). Сходные интерфейсы ввода/вывода могут соединять HART контур и сегменты FF с управляющим системным ПК. При такой конфигурации интерфейс ввода/вывода FF подключается к нескольким сегментам

в многоточечной схеме FF с множеством устройств на каждом сегменте. С другой стороны, каждое устройство HART соединяется с отдельным каналом интерфейса ввода/вывода HART. В любом случае система будет передавать данные о процессе и диагностические сообщения на панель управления и обслуживания достаточно равномерно.

В некоторых случаях интерфейс ввода/вывода действующей системы управления не поддерживает ввод/вывод протокола HART. В таком случае сторонний HART мультиплексор может выделить цифровые сообщения и передать их системе управления.

Иногда необходимо присоединить устройства, поддерживающие протоколы HART и FF, к одной паре проводов. Достичь подобного эффекта возможно с помощью использования шлюзовых устройств. Такая ситуация возможна, если в какой-либо части предприятия используется сегмент системы управления с FF, и необходимо там же использовать устройство HART без прокладывания отдельного контура.

Другим примером может послужить ситуация, в которой невозможно найти прибор FF для проведения определенного типа измерений, и приходится для этого применять прибор HART. В таких случаях можно использовать преобразователь тока в цифровой сигнал FF. Или может возникнуть необходимость использования клапана с HART в сегменте FF. В этом случае будет использоваться преобразователь сигнала FF в токовый выходной сигнал. Несмотря на то, что применение преобразователей может стать хорошим временным решением, его недостаток состоит в том, что в таких случаях данные о конфигурации и диагностике устройства уже не передаются в систему, и только переменная процесса считывается или записывается.

Некоторые шлюзовые конвертеры, представленные на рынке, могут преобразовывать некоторые данные конфигурации HART в псевдоблок преобразователя FF. Однако такие шлюзы зачастую подходят только к определенным приборам.

### Управление данными

Приборы HART и FF имеют схожие конфигурационные и диагностические данные. Они используют единый язык описания прибора DDL (Device Description Language) для определения данных. На этом их общие свойства исчерпываются.

Когда протокол HART появился впервые, основными инструментами конфигурации были портативные коммуникаторы и элементарные программные средства. Это заставило производителей устройств HART разработать меню для приборов, использующих язык DDL. Меню систематизировали данные конфигурации и диагностики в последовательные группы, такие как базовая настройка, детальная настройка и диапазон. Меню с текстовым интерфейсом хорошо взаимодействовали с портативными коммуникаторами. Когда же появились более сложные программные средства конфигурации и программные пакеты Asset

Management, поставщики этого ПО стали требовать от разработчиков приборов создания отдельного файла, содержащего параметры для каждого устройства, чтобы лучше использовать возможности цветной графики электронно-лучевой трубки экрана.

При появлении протокола FF параметры устройства расформировались по блокам:

- блок ресурсов, содержащий общую информацию об устройстве;
- один или несколько блоков преобразователей, содержащих информацию о конфигурации и диагностические данные, характерные для определенного прибора;
- один или несколько функциональных блоков, обеспечивающих управление прибором на месте эксплуатации по FF;
- другие разнородные параметры (например, код тега и адрес узла).

В системах управления и программных средствах конфигурации FF обычно отражаются параметры устройства, структурированные по вышеперечисленным блокам. Внутри каждого вида блока параметры распределены по алфавиту либо в соответствии с определенным файлом конкретного поставщика, разработанным для этого устройства. Этот файл должен организовывать параметры логически и использовать возможности цветной графики в панели управления. При появлении протокола FF отсутствовали портативные коммуникаторы с поддержкой FF, и у поставщиков не было стимула разрабатывать меню описания устройства, как это делается для HART протокола. Таким образом, описание устройств FF представляло слабо логически систематизированные данные диагностики и конфигурации по сравнению с устройствами для HART протокола, что придавало файлу для форматирования данных конкретного поставщика устройств FF еще большую значимость.

Сегодня в промышленности четко обозначена потребность в стандартном методе организации параметров устройств, поддерживающих протоколы HART и FF. Объединенный комитет Фонда Fieldbus и Фонда HART Коммуникации, а также организации пользователей Profibus выпустили спецификацию языка описания электронных приборов EDDL (Electronic Device Description Language). Расширение языка EDDL обеспечивает возможность группировки параметров описания устройства без помощи специальных формирующих файлов системы управления.

На рис. 2 рассмотрен пример каскадного контура управления с устройствами HART и FF. Обычный каскадный контур управления включает функциональные блоки FF (FT101 и FCV101), расположенные в преобразователе расхода FT-101 и клапане контроля расхода FCV-101 соответственно. Преобразователь температуры TT-101 представляет собой устройство HART, обеспечивающее ввод в функциональный блок аналоговый вход TT100. Задача состоит в том, чтобы система управления преобразовала вывод традиционного функцио-

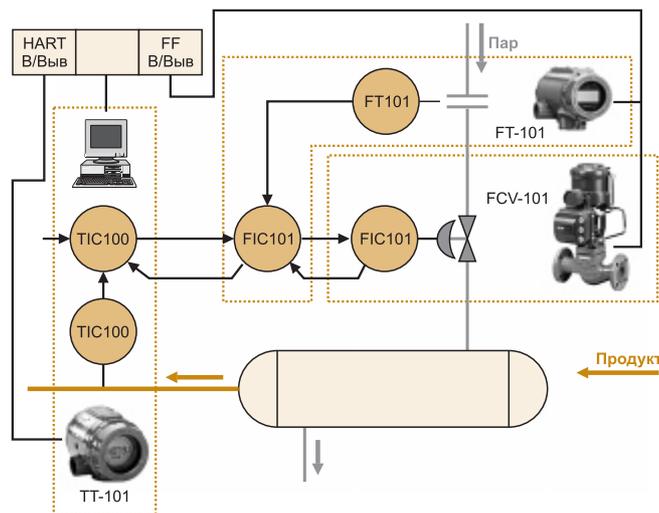


Рис. 2. Пример каскадного контура управления с устройствами HART и Foundation fieldbus

нального блока TIC100 в вывод FF таким образом, чтобы обеспечить каскадный ввод в функциональный блок FF FIC101, содержащийся в устройстве FT101. Блоки контура HART (например, аналоговый вход TT100 и ПИД блок TIC100) точно соответствуют блокам контура FF (например, аналоговый вход FT101, ПИД блок FCV101). Единственное различие заключается во входном блоке в контуре HART: он определяется картой входа/выхода основной системы управления и номером канала, в то время как блоки входа и ПИД блок FF используют тег устройства.

### Интегрированные стратегии

Основное различие между устройствами HART и FF состоит в возможности осуществлять стратегии управления в полевых приборах и устройствах, поддерживающих протокол FF. Те же стратегии управления можно реализовывать и с устройствами, поддерживающими протокол HART, однако выполнение фактических алгоритмов управления будет происходить в управляющем системном ПК или в ПЛК.

Хорошо спроектированная система управления позволит интегрированной стратегии управления использовать устройства независимо от протокола связи. Устройства HART и FF предоставляют самые разнообразные сведения о состоянии прибора. В общем, диагностические возможности устройств HART и FF примерно одинаковы. Разнообразные типы диагностики во многом зависят от типа устройства. Измерительные датчики будут диагностироваться на состояние преобразователя и логику измерений. Приборы управления (например, клапаны) представят информацию о механическом состоянии прибора. Как в датчиках, так и в клапанах диагностике подвергнется электронное оборудование связи.

Различия между устройствами HART и FF заключаются в способах взаимодействия с системой управления и форме представления сведений оператору, что связано с различиями по скорости переда-

чи данных и характеристиками технологии связи протоколов. Протокол FF использует технологию прямой связи, то есть когда устройство FF выявляет нестандартное состояние, оно отправляет отчет либо передает сообщение о событиях одновременно с рабочей информацией, не дожидаясь запроса от центральной системы. Система управления принимает сообщение и тут же отображает его или сообщает о нем на пульт.

Протокол HART построен по принципу главный/подчиненный. Это означает, что полевое устройство отвечает только тогда, когда поступает запрос от главной станции, чтобы проверить наличие информации для отчета. Так как последовательный опрос протекает со скоростью 1 200 бит/с, число опрашиваемых приборов в заданный интервал времени ограничено. В течение нескольких секунд оператор может опросить на ошибки малое число важных приборов. На опрос большего числа приборов может быть потрачено несколько минут. В любом случае с протоколом HART эффективная система диагностики ошибок осуществима, но следует учитывать ограничения на время отклика и число подключаемых устройств.

Как только оператор с помощью сигнала предупреждения или как-либо иначе обнаруживает проблему в полевом устройстве, фактическое отображение сведений о состоянии на устройствах HART и FF схоже. Зачастую запись этого состояния автоматически регистрируется в системе управления. В хорошо настроенной системе управления регистрация ошибок в устройствах HART и FF должна быть одинаковой.



Рис. 3



Рис. 4

### Интегрированные инструменты

Портативные эксплуатационные инструменты, используемые в системах с устройствами HART и FF, делятся на две категории. К первой принадлежат искробезопасные инструменты, некоторые из которых функционируют только с устройствами HART. Например, портативный HART коммуникатор Metran 650 (рис. 3) предназначен для удаленной настройки и конфигурирования интеллектуальных датчиков с HART. Его можно безопасно использовать с газами группы IIC при максимальной температуре поверхности 100°C (код маркировки взрывозащиты ExiaICT5 X).

В последние годы появился искробезопасный портативный прибор для HART и FF – коммуникатор 375 производства Emerson (рис. 4). Этот интегрированный инструмент позволяет пользователю настраивать и диагностировать устройства HART и FF от всех без исключения производителей на месте эксплуатации. Код маркировки взрывозащиты ExiaICT5 X.

Ко второму типу портативных инструментов относятся ноутбуки, однако его нельзя устанавливать в опасных зонах предприятия (например, класс 1, подгруппа 1).

Компания Emerson разработала интегрированное семейство программных продуктов AMS Suite для диагностики приборов HART и FF, контроля производительности оборудования и экономической оптимизации, повышения надежности и производительности механического оборудования, электрических подсистем, технологических установок, оборудования КИП и отдачу от активов предприятия на протяжении всего их жизненного цикла. В новом семействе используются новейшие технологии обработки и обмена информацией.

*Алан Р. Дьюи – ведущий менеджер по маркетингу Emerson Process Management (Эден-Прэри, Миннесота),  
Борис Екатерина Сергеевна – менеджер по функциональной аппаратуре ЗАО Промышленная группа "Метран".*

*Контактные телефоны Промышленной Группы "Метран":  
8(351)798-85-10, 247-15-55, факс 747-16-67, 247-16-67*

*E-mail: metran@metran.ru*

*www.metran.ru*

### БИБЛИОТЕКА

#### ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ РЫНКА СНГ В ОБЛАСТИ ПРОГРАММНЫХ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ И РАЦИОНАЛЬНЫЙ ВЫБОР СРЕДСТВ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ОБЪЕКТА

Под редакцией зав. лаб. методов автоматизации производства Института Проблем Управления РАН Э.Л. Ицковича.

*Объективные описания, анализ и сопоставление важнейших показателей средств отечественных и зарубежных производителей в обзорах:*

**Выпуск 1.** "Программы связи операторов с ПТК (SCADA-программы) на рынке СНГ", Версия 8, 2004 г.;

**Выпуск 2.** "Микропроцессорные программно-технические комплексы (ПТК) отечественных фирм", Версия 7, 2004 г.;

**Выпуск 3.** "Сетевые комплексы контроллеров зарубежных фирм на рынке СНГ", Версия 3, 2005 г.;

**Выпуск 4.** "Микропроцессорные распределенные системы управления на рынке СНГ", Версия 4. 2005 г.;

**Выпуск 5.** "Перспективные программные и технические средства автоматизации: их стандартизация, свойства, характеристики, эффективность эксплуатации", Версия 3, 2004 г.;

*Конкурсный выбор средств и систем под конкретные требования:*

"Методика проведения конкурса" с приложением программы "Вычисление общей ранжировки конкурсных заявок и анализ работы экспертов". Версия 2. 2004 г.

*Справки по приобретению любой из перечисленных работ можно получить у Э.Л. Ицковича по тел. и факсу (095) 334-90-21, по E-mail: itskov@ipu.rssi.ru*