



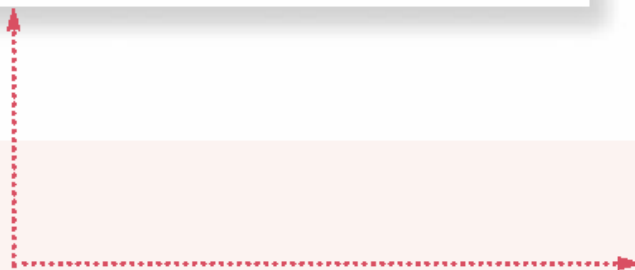
Fieldbus Foundation™

...Dedicated to a single international fieldbus



Технический обзор

FOUNDATION™ fieldbus



Данный документ предоставлен Вам

Московским офисом

Emerson Process Management,

ул.Малая Трубецкая, 8,

тел.(095) 232-69-68

факс (095) 232-69-70

e-mail: info@emersonprocess.ru

Полевая шина FOUNDATION Fieldbus, Технический обзор

FD-043, версия 2.0

Этот документ предназначен для разъяснения технических аспектов технологии FOUNDATION fieldbus.

Обзор начинается с краткого описания преимуществ полевой шины, целей, принципов и структуры некоммерческой организации Fieldbus Foundation.

Основная часть обзора посвящена определению и объяснению ключевых технических концепций, на которых базируется технология FOUNDATION fieldbus.

Я искренне надеюсь, что эта информация будет полезной для вас. Если вам потребуется дополнительная информация об этой привлекательной новой технологии, обратитесь в организацию Fieldbus Foundation.

David A. Glanzer

Директор по разработке технологий

Для получения дополнительной информации обращайтесь по следующему адресу:

Fieldbus Foundation
9390 Research Boulevard
Suite II-250
Austin, TX 78759
USA

Телефон: 512 794 8890

Факс: 512 794 8893

Посетите наш Web-сайт:

<http://www.fieldbus.org>

ОТКАЗ ОТ ГАРАНТИЙ

Настоящий документ поставляется "как есть". Сохраняется право на внесение в этот документ дополнений, изменений или исправлений. Fieldbus Foundation не предоставляет никаких гарантий, как выраженных явно, так и подразумеваемых, в том числе гарантий коммерческой ценности или пригодности к использованию с определенной целью. Fieldbus Foundation ни при каких обстоятельствах не несет ответственности за какой-либо ущерб или убытки, связанные с использованием настоящего документа или возникшие из-за возможных опечаток, ошибок и упущений в этом документе.



1.0 ЧТО ТАКОЕ FOUNDATION FIELDBUS?	1
1.1 Преимущества Fieldbus	1
1.1.1 Доступность большого количества данных	2
1.1.2 Расширенные возможности наблюдения за процессом	2
1.1.3 Сокращение количества аппаратных средств системы	2
1.1.4 Уменьшение протяженности кабелей	2
2.0 ЧТО ТАКОЕ FIELDBUS FOUNDATION?	3
2.1 Структура	3
2.1.1 Члены организации	3
2.1.2 Совет директоров	3
2.1.3 Президент	3
2.1.4 Советы конечных пользователей	3
2.1.5 Директор по качеству	3
2.1.6 Исполнительный комитет	3
2.1.7 Технические группы	3
2.1.8 Маркетинговые группы	3
2.1.9 Группа поддержки членов организации	3
3.0 ТЕХНОЛОГИЯ FOUNDATION FIELDBUS	4
3.1 Физический уровень (31,25 Кбит/с)	4
3.1.1 Передача сигнала Fieldbus со скоростью 31,25 Кбит/с	5
3.1.2 Кабельные соединения Fieldbus (31,25 Кбит/с)	6
3.2 Коммуникационный уровень	7
3.2.1 Канальный уровень (Data Link Layer – DLL)	7
3.2.1.1 Типы устройств	8
3.2.1.2 Обмен запланированными сообщениями	8
3.2.1.3 Обмен незапланированными сообщениями	9
3.2.1.4 Функционирование Активного Планировщика Связей	9
3.2.1.4.1 Расписание CD	9
3.2.1.4.2 Обслуживание списка действующих узлов	9
3.2.1.4.3 Синхронизация времени на канальном уровне	10
3.2.1.4.4 Передача маркера	10
3.2.1.4.5 Резервирование АПС	10
3.2.2 Подуровень доступа к Fieldbus (FAS)	10
3.2.2.1 VCR типа "клиент/сервер"	10
3.2.2.2 VCR типа "рассылка отчетов"	10
3.2.2.3 VCR типа "издатель/подписчик"	11
3.2.2.4 Сводные данные по типам VCR	11
3.2.3 Спецификация сообщений Fieldbus (Fieldbus Message Specification – FMS)	11
3.2.3.1 Виртуальные полевые устройства (Virtual Field Device – VFD)	12
3.2.3.2 Коммуникационные службы	12
3.2.3.2.1 Службы контекстного управления	12
3.2.3.2.2 Службы словаря объектов	12
3.2.3.2.3 Службы доступа к переменным	12



3.2.3.2.4 Службы обработки событий	12
3.2.3.2.5 Службы выгрузки/загрузки	13
3.2.3.2.6 Службы вызова программ	13
3.2.3.3 Формат сообщений	13
3.2.3.4 Поведение протокола	14
3.3 Прикладной уровень — Блоки	14
3.3.1 Блок ресурса	14
3.3.2 Функциональный блок	15
3.3.3 Блоки преобразователя	15
3.3.4 Определение устройства Fieldbus	16
3.4 Управление системой	17
3.4.1 Планирование исполнения функциональных блоков	17
3.4.1.1 Синхронизация времени	18
3.4.1.2 Назначение адреса устройства	18
3.4.1.3 Служба поиска тэгов	19
3.5 Описания устройств	19
3.5.1 Генератор меток описаний устройств	19
3.5.2 Службы Описаний устройств (DDS)	20
3.5.3 Иерархия Описаний устройств	21
3.5.4 Взаимодействие и совместимость	22
4. КОНФИГУРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ	22
4.1 Проектирование системы	22
4.2 Конфигурирование устройств	22
5. СИСТЕМА ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ	23
5.1 Контрольно-измерительные приборы и регулирующие устройства	23
5.2 Выявленные преимущества установки, запуска и эксплуатации	24
6. ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ETHERNET	25
7. СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА	26
8. СПИСОК ДОКУМЕНТОВ	26
9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ	27

1.0 ЧТО ТАКОЕ FOUNDATION FIELDBUS?

Полевая шина FOUNDATION fieldbus является полностью цифровой последовательной двунаправленной коммуникационной системой со скоростью обмена 31,25 Кбит/с, с помощью которой обмениваются данными такие "полевые" (расположенные на объекте) устройства, как сенсоры, приводы и контроллеры. Полевая шина (Fieldbus) представляет собой Локальную Вычислительную Сеть (ЛВС) для приборов, используемых в автоматическом управлении технологическим процессом, со встроенными возможностями распределения управляющих приложений по всей сети (Рис. 1).

Среда Fieldbus представляет собой группу базовых уровней цифровой сети в иерархии сети предприятия (Рис. 2).

Полевая шина сохраняет все достоинства аналоговых сигналов 4-20 миллиампер (мА), такие как:

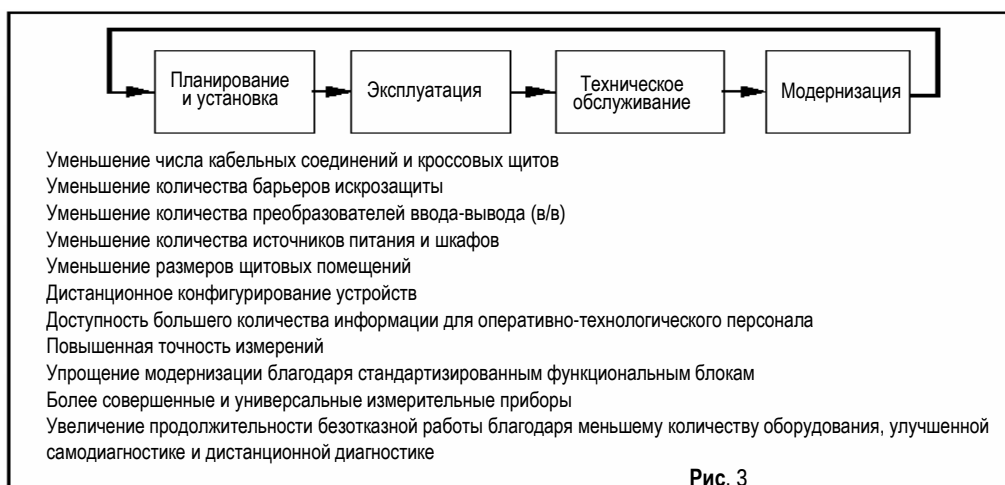
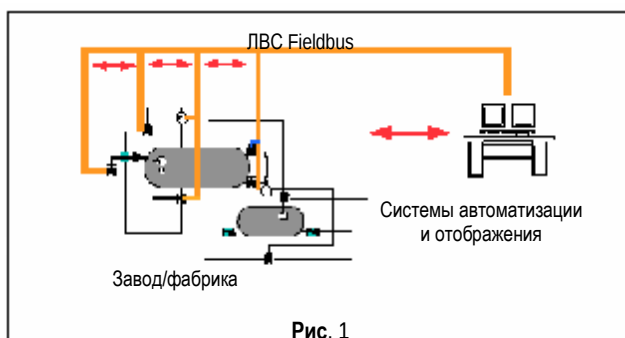
- использование стандартного физического интерфейса с проводной сетью связи,
- подача питания по шине на устройства, находящиеся на одной проводной паре,
- обеспечение искробезопасности.

Кроме того, применение технологии FOUNDATION fieldbus позволяет обеспечить:

- расширение функциональных возможностей благодаря использованию полностью цифровой системы связи,
- сокращение протяженности кабелей и монтажных соединений благодаря подключению нескольких устройств к одному проводу,
- расширение выбора поставщиков приборов благодаря возможностям взаимодействия и совместимости,
- уменьшение вычислительной нагрузки на контроллеры благодаря возможности передачи некоторых функций управления и ввода-вывода (в/в) непосредственно полевым устройствам,
- подключение к высокоскоростной магистрали Ethernet для больших систем.

1.1 Преимущества Fieldbus

Применение технологии fieldbus в жизненном цикле системы управления позволяет достигнуть существенных преимуществ (Рис. 3).



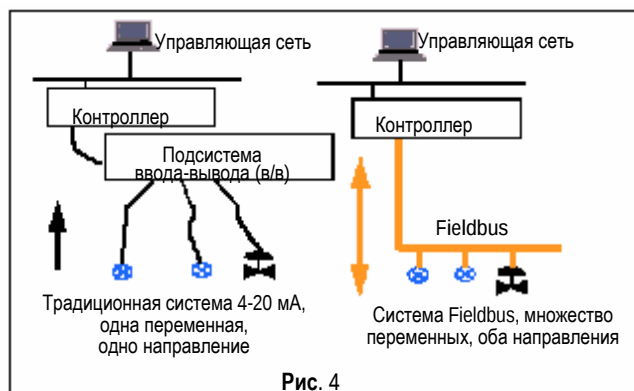
1.1.1 Доступность большего количества данных

Технология Fieldbus позволяет передавать множество переменных из каждого прибора в управляющую систему с целью архивирования, анализа трендов, оптимизации производственного процесса и генерации отчетов. Высокое разрешение и отсутствие искажений, достигаемые при обмене цифровой информацией, обеспечивают улучшенные возможности управления, которые могут увеличить производительность предприятия (Рис. 4).

1.1.2 Расширенные возможности наблюдения за процессом

Возможность самодиагностики и коммуникационные возможности устройств fieldbus, реализованных на базе микропроцессоров, позволяют уменьшить время незапланированных простоев и повысить стабильность работы предприятия.

При обнаружении нештатных ситуаций или при необходимости проведения профилактического технического обслуживания могут быть переданы соответствующие сообщения оперативно-технологическому и обслуживающему персоналу. Это позволяет быстро и безопасно устранить возникшую неисправность (Рис. 5).



1.1.3 Сокращение количества аппаратных средств системы

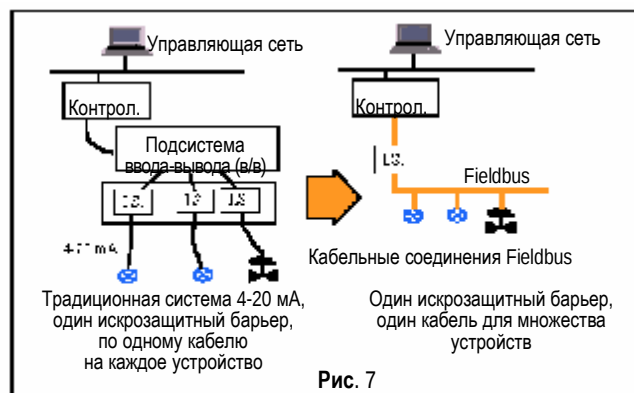
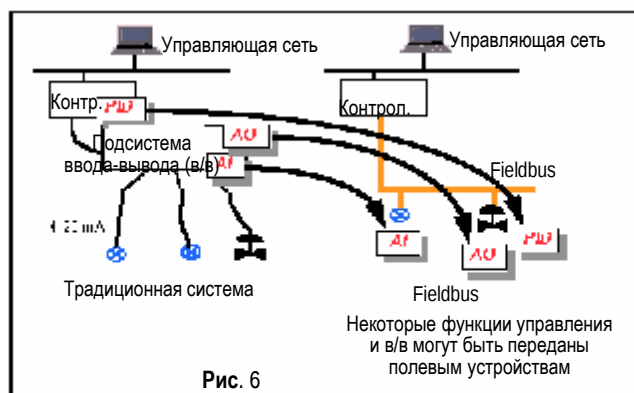
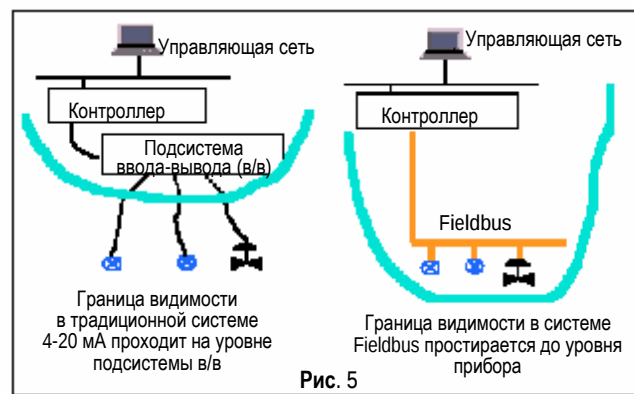
Для реализации стратегии управления технология FOUNDATION fieldbus использует унифицированные "функциональные блоки", представляющие собой стандартные функции задач автоматизации. С использованием функциональных блоков в полевых устройствах могут выполняться многие функции системы управления, например аналоговый ввод (AI), аналоговый вывод (АО) и пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) регулирование (Рис. 6).

Стройная блочно-ориентированная структура функциональных блоков позволяет бесшовно стыковать полевые устройства от разных производителей.

Передача функций управления полевым устройствам позволяет сократить количество необходимого оборудования управления и ввода-вывода (в/в), включая конструктивы для установки плат, шкафы и источники питания.

1.1.4 Уменьшение протяженности кабелей

Полевая шина fieldbus позволяет подключать несколько устройств к одной проводной паре. Это приводит к уменьшению протяженности кабелей, снижению числа барьеров искрозащиты и кроссовых шкафов (Рис. 7).



2.0 ЧТО ТАКОЕ FIELDBUS FOUNDATION?

С целью удовлетворения требований заказчиков компании, занимающиеся автоматизацией управления технологическими процессами, объединились в организацию Fieldbus Foundation для разработки единой, открытой полевой шины Fieldbus, обеспечивающей возможность совместной работы устройств от разных производителей.

Fieldbus Foundation является независимой некоммерческой организацией, деятельность которой основана на следующих принципах:

- Fieldbus является технологией, открывающей новые возможности, а не одной из вариаций старых технологий.
- Технология Fieldbus является открытой и доступной для всех участников.
- Технология Fieldbus базируется на работах МЭК (Международной электротехнической комиссии) и ISA (The International Society of Measurement and Control).
- Члены организации Fieldbus Foundation поддерживают комитеты по стандартизации и сотрудничают с ними.

2.1 Структура

Структура организации Fieldbus Foundation показана на Рис. 8.

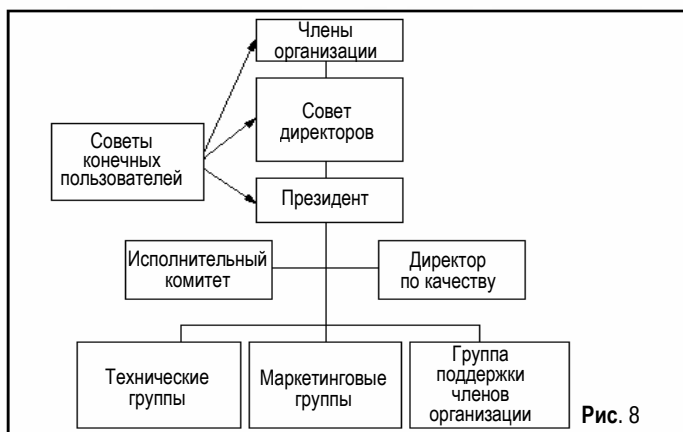


Рис. 8

2.1.1 Члены организации

В состав организации Fieldbus Foundation входит свыше 130 компаний. Эти компании поставляют на мировой рынок свыше 90% всех контрольно-измерительных приборов и управляющих устройств.

2.1.2 Совет директоров

Управление организацией осуществляется Советом директоров. Совет директоров избирается членами организации путем голосования.

2.1.3 Президент

Президент отчетывается перед Советом директоров, руководит повседневной деятельностью организации Fieldbus Foundation и осуществляет управление Исполнительным комитетом, Техническими, Маркетинговыми группами и Группой поддержки членов организации.

2.1.4 Советы конечных пользователей

В состав Советов конечных пользователей входят пользователи оборудования fieldbus. Советы конечных пользователей имеются в Северной Америке, Европе, Латинской Америке и в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Задача Совета конечных пользователей состоит в наблюдении и оценке деятельности организации и обеспечении входных данных для проверки соответствия спецификаций требованиям рынка.

2.1.5 Директор по качеству

Директор по качеству осуществляет общее управление системами обеспечения качества изделий организации.

2.1.6 Исполнительный комитет

Исполнительный комитет решает с Президентом стратегические задачи и общие производственные проблемы организации.

2.1.7 Технические группы

Технические группы отвечают за техническую сторону деятельности организации. Техническая деятельность организации подразделяется на такие направления, как разработка спецификаций, программного обеспечения и тестирования на взаимодействие и совместимость. За каждую техническую программу отвечает Руководитель Программы.

2.1.8 Маркетинговые группы

Маркетинговые группы отвечают за продвижение FOUNDATION fieldbus на рынке и за планирование и определение направлений развития изделий и услуг организации.

2.1.9 Группа поддержки членов организации

Группа поддержки членов организации отвечает за координацию и поставку изделий и услуг Foundation Fieldbus. Поставляются следующие изделия и услуги: технические консультации и обучение, выпуск и распространение информационных бюллетеней, взаимодействие с членами организации, координация промышленных выставок и полевых испытаний, каталоги продукции, программное обеспечение Описания устройств (Device Description software) и регистрации устройств.

3.0 ТЕХНОЛОГИЯ FOUNDATION FIELDBUS

& FF-800 System Architecture Specification (Спецификация архитектуры системы)*

*Примечание: Ссылки на конкретные документы приводятся в виде номера и названия документа.

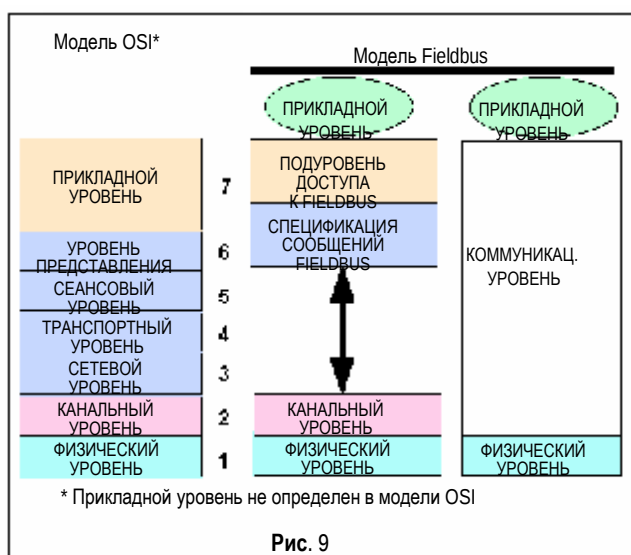
Технология FOUNDATION fieldbus состоит из следующих уровней: 1) Физический уровень (Physical Layer), 2) Коммуникационный уровень (Communication "Stack") и 3) Прикладной уровень (User Application). В качестве модели для этих компонентов используется многоуровневая коммуникационная модель Взаимодействия открытых систем (Open Systems Interconnect – OSI) (Рис. 9).

Физический уровень соответствует OSI-уровню 1. Канальный уровень (Data Link Layer – DLL) – OSI-уровню 2. Формат сообщений Fieldbus (Fieldbus Message Specification – FMS) – OSI-уровню 7. Коммуникационный уровень включает в себя уровни 2 и 7 в модели OSI.

Fieldbus не использует OSI-уровни 3, 4, 5 и 6. Подуровень доступа к Fieldbus (Fieldbus Access Sublayer – FAS) преобразовывает вызовы FMS в формат DLL.

Прикладной уровень не определен в модели OSI. Этот уровень описан и определен организацией Fieldbus Foundation в виде Модели Приложений Пользователя.

Каждый уровень в этой коммуникационной системе отвечает за определенную часть сообщения, передаваемого по полевой шине fieldbus.



Цифры, приведенные на представленном ниже рисунке, указывают приблизительное число восьмиразрядных слов ("октетов"), используемых на каждом уровне для передачи пользовательских данных (Рис. 10).

3.1 Физический уровень (31,25 Кбит/с)

& ISA S50.02-1992 ISA Physical Layer Standard (Физический уровень, стандарт ISA)

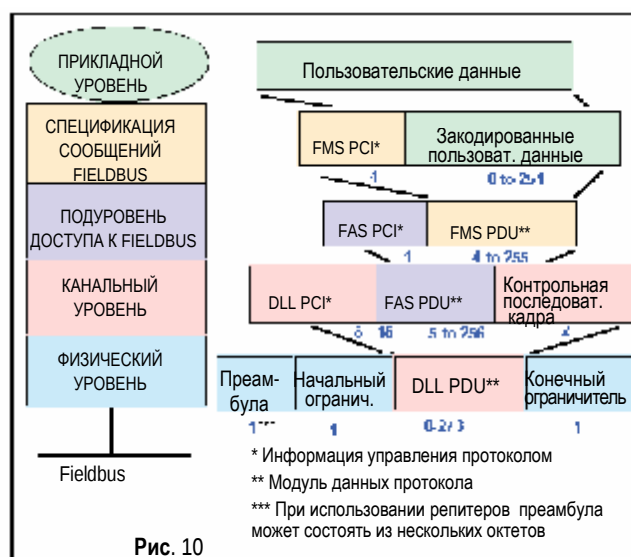
& IEC 61158-2 (1993) International Physical Layer Standard (Физический уровень, международный стандарт)

& FF-816 31.25 kbit/s Physical Layer Profile Specification (Спецификация профиля физического уровня)

& FF-818 31.25 kbit/s Fiber Optic Physical Layer Profile (Волоконно-оптическая связь, профиль физического уровня)

Физический уровень определен утвержденными стандартами Международной электротехнической комиссии (МЭК) и ISA (The International Society for Measurement and Control).

Физический уровень получает сообщения с коммуникационного уровня и преобразует эти сообщения в физические сигналы в среде передачи fieldbus и наоборот.



Задачи преобразования включают в себя добавление и удаление преамбул (заголовков), начальных и конечных ограничителей (Рис. 11).

Сигнал Fieldbus кодируется с использованием известной манчестерской L-двухфазовой технологии. Сигнал называется "синхронно-последовательным", потому что информация синхронизации вложена в последовательный поток данных.

Данные объединяются с тактовыми сигналами для создания сигнала fieldbus, как показано на приведенном ниже рисунке. Приемник сигналов fieldbus интерпретирует положительный переход в средней части периода прохождения бита как логический "0", а отрицательный переход как логическую "1" (Рис. 12).

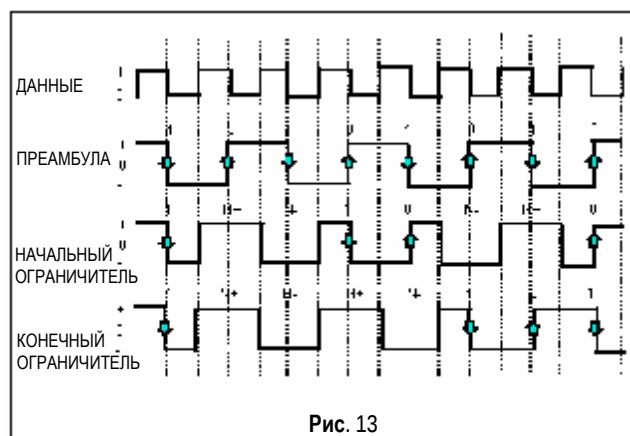
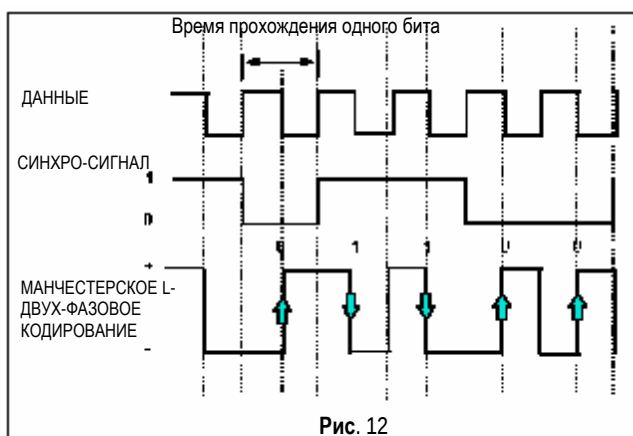
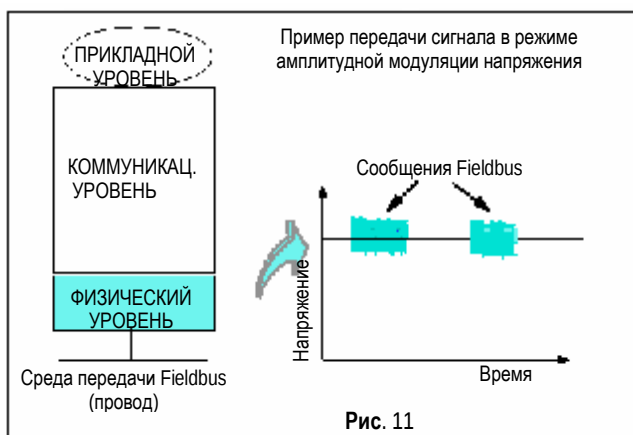
Для преамбулы, начального и конечного ограничителей определены специальные символы (Рис. 13).

Преамбулу приемник использует для синхронизации своего внутреннего тактового сигнала с входящим сигналом fieldbus.

В начальном и конечном ограничителях присутствуют специальные коды N+ и N-. Следует отметить, сигналы N+ и N- не передаются в средней части периода прохождения бита. Приемник использует начальный ограничитель для поиска начала сообщения fieldbus. После обнаружения начального ограничителя приемник принимает данные до получения конечного ограничителя.

3.1.1 Передача сигнала Fieldbus со скоростью 31,25 Кбит/с

Передающие устройства подают сигнал 10 мА со скоростью передачи 31,25 Кбит/с на эквивалентную нагрузку 50 Ом для создания амплитуды сигнала 1.0 вольт, модулированного в верхней части постоянного напряжения питания (DC).



Постоянное напряжение питания может принимать значение в диапазоне от 9 до 32 вольт. Однако для искробезопасных (И.Б.) применений допустимое напряжение питания зависит от параметров барьера искрозащиты (Рис. 14).

Устройства со скоростью обмена 31,25 Кбит/с могут получать питание непосредственно по полевой шине fieldbus и работать с использованием кабельных соединений, ранее применявшихся для устройств 4-20 мА.

Кроме того, полевая шина fieldbus со скоростью обмена 31,25 Кбит/с может обеспечивать искробезопасность при работе с устройствами, получающими питание по шине. Для достижения этого между источником питания в безопасной зоне и искробезопасным устройством в опасной зоне должен быть установлен барьер искрозащиты.

3.1.2 Кабельные соединения Fieldbus (31,25 Кбит/с)

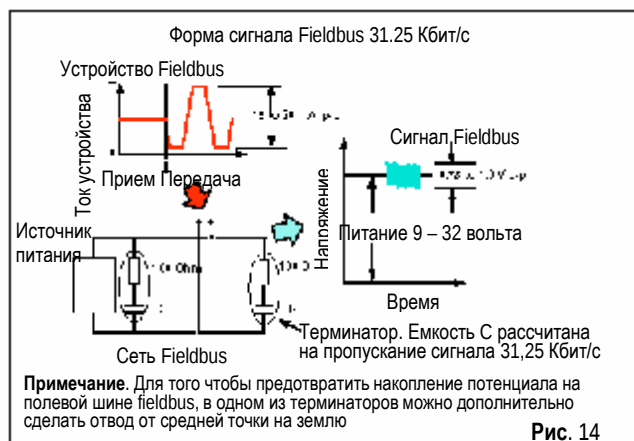
& AG-140 31.25 kbit/s Wiring and Installation Guide (Руководство по установке и монтажу кабельных соединений 31,25 Кбит/с)

AG-163 31.25 kbit/s Intrinsically Safe Systems Application Guide (Руководство по применению искробезопасных систем 31,25 Кбит/с)

AG-165 Fieldbus Installation and Planning Guide (Руководство по планированию и установке полевой шины Fieldbus)

Полевая шина fieldbus 31,25 Кбит/с позволяет делать ответвления от магистрального кабеля (Рис. 15).

Длина полевой шины определяется скоростью обмена данными, типом кабеля, сечением провода, энергопотреблением устройств и необходимостью искрозащиты цепи.



На Рис. 16 представлены примеры возможных вариантов для стандартного физического уровня.

3.2 Коммуникационный уровень

В следующем разделе описывается функционирование уровней, составляющих коммуникационный уровень (Рис. 17).

3.2.1 Канальный уровень

(Data Link Layer – DLL)

- & FF-821 Data Link Layer Services Subset Specification (Спецификация подгруппы служб канального уровня)
- & FF-822 Data Link Layer Protocol Subset Specification (Спецификация подгруппы протокола канального уровня)

Уровень 2, канальный уровень (DLL), управляет передачей сообщений по полевой шине fieldbus. DLL управляет доступом к полевой шине fieldbus с помощью детерминированного централизованного планировщика, называемого Активным Планировщиком Связей (Link Active Scheduler – LAS).

DLL является подклассом DLL нового стандарта IEC/ISA.

Характеристики	Скорость обмена данными		
	31,25 Кбит/с Напряжение Шина/дерево отсутствует	31,25 Кбит/с Напряжение Шина/дерево DC Искробезопасная система	31,25 Кбит/с Напряжение Шина/дерево DC
Тип			
Топология			
Питание по шине			
Классификация			
Количество устройств*	2-32	2-6	2-12
Длина кабеля	1900 м	1900 м	1900 м
Длина ответвления	120 м	120 м	120 м

Рис. 16

* Количество устройств, которые можно подключить к шине fieldbus зависит от таких факторов, как потребляемая мощность каждого устройства, тип применяемого кабеля, использование репитеров и т.д. Для получения более подробной информации см. Стандарт физического уровня. Количество сетевых адресов для каждой связи составляет 240.

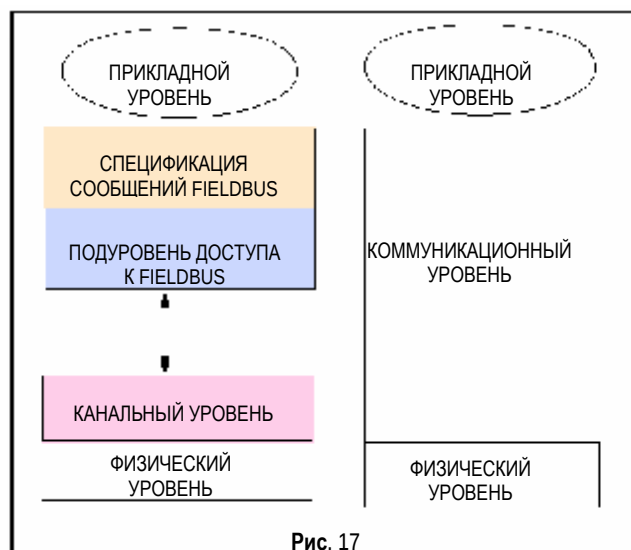


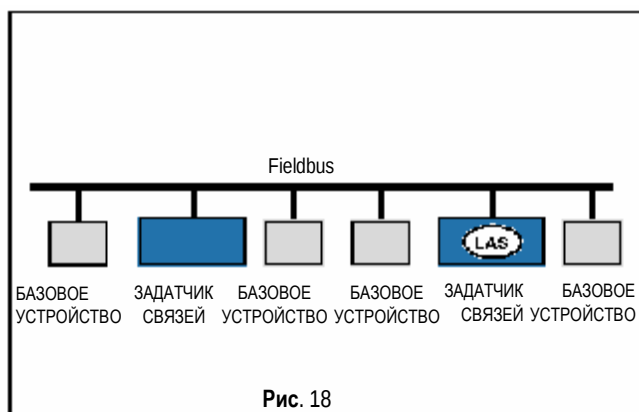
Рис. 17

3.2.1.1 Типы устройств

В спецификации DLL определены два типа устройств:

- Базовое устройство (Basic Device)
- Задатчик связей (Link Master)

Задатчик связей может взять на себя функции Активного Планировщика Связей (АПС). **Базовые** устройства не обладают функциональностью АПС (Рис. 18).



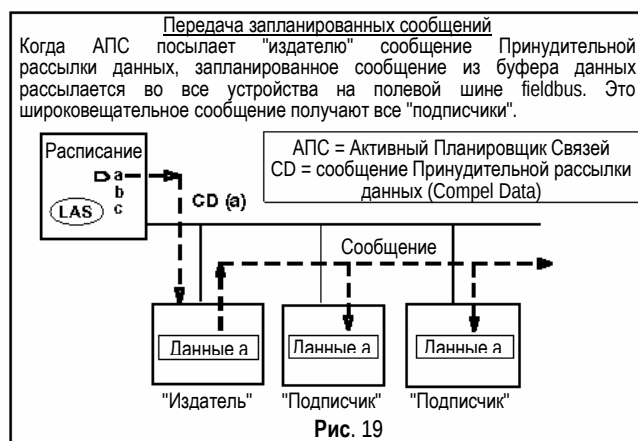
3.2.1.2 Обмен запланированными сообщениями

Активный Планировщик Связей (АПС) содержит расписание передач для всех буферов данных (во всех устройствах), содержимое которых должно передаваться периодически.

Когда для устройства fieldbus наступает время передачи содержимого буфера данных, АПС выдает в это устройство сообщение, называемое сообщением Принудительной Рассылки Данных (Compel Data – CD).

После получения сообщения Принудительной Рассылки Данных устройство fieldbus рассылает или "публикует" данные из буфера во все устройства на шине fieldbus. Все устройства, сконфигурированные для приема данных, называются "подписчиками" ("subscribers") (Рис. 19).

Обмен запланированными сообщениями обычно используется для регулярной периодической передачи данных контуров управления между устройствами на полевой шине fieldbus.



3.2.1.3 Обмен незапланированными сообщениями

Всем устройствам на шине fieldbus предоставляется возможность откликнуться на сообщения PT, называемые "Список действующих узлов" ("Live List").

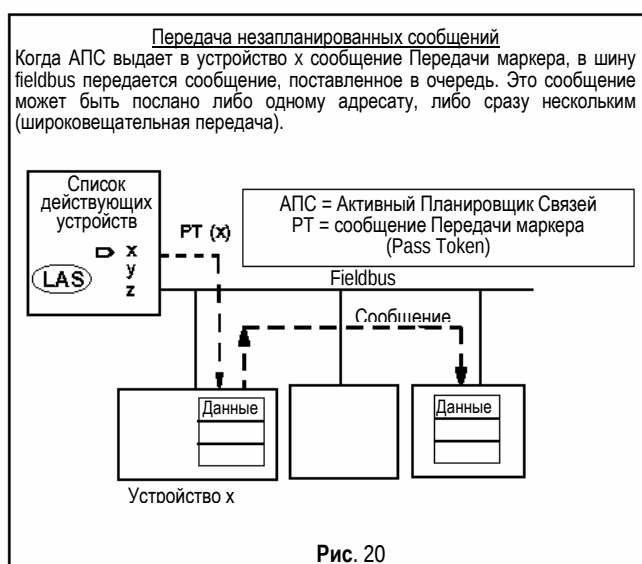
АПС предоставляет устройству доступ к использованию шины fieldbus для передачи незапланированных сообщений, выдавая в это устройство сообщение Маркера Передачи (Pass Token – PT). Когда устройство принимает маркер PT, АПС разрешает ему посылать незапланированные сообщения, пока оно не закончит передачу, или пока не истечет максимальное время владения маркером; в зависимости от того, какое из них истечет раньше (Рис. 20).

3.2.1.4 Функционирование Активного Планировщика Связей

В следующем разделе описываются все общие операции Активного Планировщика Связей (АПС). Алгоритм, используемый АПС, показан на Рис. 21.

3.2.1.4.1 Расписание CD

Расписание CD (CD Schedule) содержит список операций, для которых запланировано периодическое выполнение. АПС точно в запланированный момент времени посылает сообщение CD в указанный буфер данных в устройстве fieldbus. Это устройство немедленно рассылает или "публикует" это сообщение во все устройства на шине fieldbus. Это – операция с наивысшим приоритетом, выполняемая АПС. Остальные операции выполняются в интервале времени между передачами запланированных сообщений.



3.2.1.4.2 Обслуживание списка действующих узлов

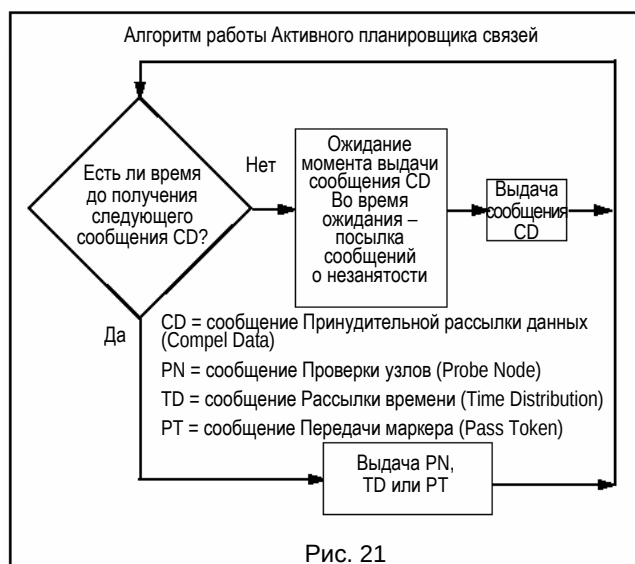
Список всех устройств, которые соответствующим образом откликаются на сообщения PT, называется "Список действующих узлов" ("Live List").

Новые устройства могут быть добавлены к полевой шине fieldbus в любой момент времени. АПС периодически рассылает сообщения Проверки Узлов (Probe Node – PN) по адресам, не входящим в Список Действующих Узлов. Если на этом адресе присутствует устройство, и это устройство получает PN, то оно немедленно отвечает сообщением Ответа Проверки (Probe Response – PR). Если устройство отвечает сообщением PR, АПС добавляет это устройство в Список действующих узлов и подтверждает добавление посылкой в устройство сообщения Активации Узла (Node Activation).

После завершения цикла рассылки сообщений PT во все устройства, входящие в Список действующих, АПС должен проверить по крайней мере один адрес.

Устройство будет оставаться в Списке действующих узлов до тех пор, пока оно соответствующим образом не ответит на сообщения PT, полученные из АПС. АПС удаляет устройство из Списка действующих, если это устройство либо не использует маркер передачи, либо не возвращает его немедленно в АПС после трех последовательных попыток.

Всякий раз, когда устройство добавляется в Список действующих или удаляется из него, АПС рассылает сообщение об изменении в Списке действующих во все устройства. Это позволяет каждому устройству обслуживать текущую копию Списка действующих узлов.



3.2.1.4.3 Синхронизация времени на канальном уровне

АПС периодически рассылает сообщение Рассылки синхронизации времени (Time Distribution – TD) по шине fieldbus, чтобы во всех устройствах было установлено в точности одинаковое время для всего канала передачи данных. Это важно, поскольку обмен запланированными сообщениями по шине fieldbus и запланированное выполнение функциональных блоков на Прикладном уровне основаны на информации, получаемой в этих сообщениях.

3.2.1.4.4 Передача маркера

АПС рассылает сообщение Передачи Маркера (Pass Token – PT) во все устройства в Списке действующих. После получения сообщения PT устройству предоставляется возможность передавать незапланированные сообщения.

3.2.1.4.5 Резервирование АПС

На полевой шине fieldbus может быть установлено несколько Задатчиков Связей (Link Master). При отказе текущего АПС один из Задатчиков Связей может взять на себя функции АПС, и полевая шина fieldbus будет продолжать работать. Полевая шина fieldbus разработана с учетом возможности работы при отказе АПС.

3.2.2 Подуровень доступа к Fieldbus (FAS)

q FF-875 Fieldbus Access Sublayer Specification (Спецификация подуровня доступа Fieldbus)

FAS использует функции канального уровня, связанные с обменом запланированными и незапланированными сообщениями, для реализации службы Спецификации сообщений Fieldbus (FMS). Типы служб FAS описываются Виртуальными Коммуникационными Связями (Virtual Communication Relationship – VCR).

Функции VCR подобны функции ускоренного набора номера на телефоне с памятью. Для выполнения международного вызова необходимо набрать большое количество цифр: код доступа к международной связи, код страны, код города, код станции и, наконец, номер конкретного телефона.

Эту информацию требуется ввести только один раз, после чего ей присваивается "номер ускоренного набора".

После того, как выполнена эта установка, для набора требуемого номера необходимо ввести всего лишь соответствующий номер ускоренного набора.

Подобным же образом, после того, как выполнено конфигурирование полевой шины и устройств, для

установления связи с другим устройством fieldbus достаточно ввести только номер VCR.

Как и в случае с телефонными вызовами, которые подразделяются на несколько типов, например вызов "абонент-абонент", вызов с начислением оплаты на вызываемого абонента, конференц-вызов, VCR тоже бывают нескольких типов.

3.2.2.1 VCR типа "клиент/сервер"

VCR типа "клиент/сервер" используется для иницируемого пользователем, взаимно-однозначного ("от одного к одному") обмена поставленными в очередь незапланированными сообщениями между устройствами на полевой шине fieldbus.

Термин "поставленные в очередь" означает, что сообщения посылаются и принимаются в порядке, определенном в соответствии со своими приоритетами, без удаления предыдущих сообщений.

После получения из АПС сообщения Передачи Маркера (Pass Token – PT) устройство может послать сообщение-запрос в другое устройство на шине fieldbus. Запрашивающее устройство называется "Клиентом", а устройство, получающее запрос – "Сервером". Сервер посылает запрос после получения сообщения PT из АПС.

VCR типа "Клиент/Сервер" используется для передачи иницируемых оператором запросов, например запросов изменений заданий, запросов на просмотр и изменение параметров настройки, запросов подтверждения алармов и запросов выгрузки и загрузки данных устройств.

3.2.2.2 VCR типа "рассылка отчетов"

VCR типа "рассылка отчетов" используется для иницируемого пользователем обмена "от одного ко многим" поставленными в очередь незапланированными сообщениями.

Когда устройство вместе с отчетом о событии или о тренде получает из АПС сообщение Передачи Маркера (Pass Token – PT), оно посылает свое сообщение по "групповому адресу", определенному для его VCR. Устройства, сконфигурированные для приема такой VCR, получают этот отчет.

VCR типа "рассылка отчетов" обычно используются устройствами fieldbus для отправки уведомлений об алармах на операторскую консоль.

3.2.2.3 VCR типа "издатель/подписчик"

VCR типа "издатель/подписчик" используется для обмена буферизованными сообщениями типа "от одного ко многим".

Термин "буферизованный" означает, что в сети обслуживается только самая последняя версия данных. Предшествующие данные полностью заменяются новыми данными.

После получения сообщения Принудительной Рассылки Данных (Compel Data -CD) устройство "публикует" или рассылает свое сообщение во все устройства на шине fieldbus. Устройства, сконфигурированные для приема "публикуемых" сообщений, называются "Подписчиками" ("Subscribers").

Рассылка CD может быть запланирована в АПС или может осуществляться Подписчиками как рассылка незапланированных сообщений. Используемый способ рассылки указывается атрибутом VCR.

VCR типа "издатель/подписчик" используется полевыми устройствами для циклической запланированной рассылки входов и выходов функциональных блоков Прикладного уровня, например переменной процесса (PV) и первичного выхода (OUT) на полевой шине fieldbus.

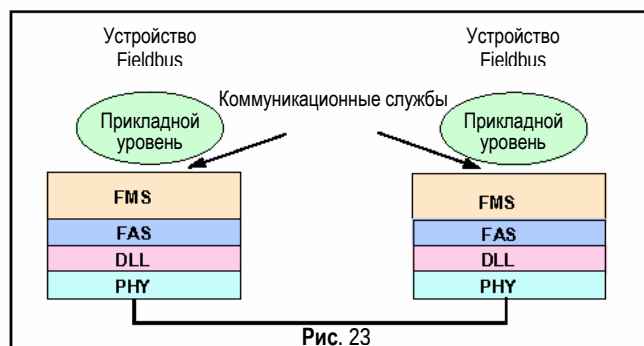
3.2.2.4 Сводные данные по типам VCR

См. (Рис. 22).

3.2.3 Спецификация сообщений Fieldbus (Fieldbus Message Specification – FMS)

& FF-870 Fieldbus Message Specification
(Спецификация сообщений Fieldbus)

Службы Спецификации сообщений Fieldbus (FMS) позволяют приложениям пользователя обмениваться между собой сообщениями по полевой шине fieldbus с использованием стандартного набора форматов сообщений.



СЛУЖБЫ ПОДУРОВНЯ ДОСТУПА К FIELDBUS		
VCR типа "Клиент/сервер"	VCR типа "Рассылка отчетов"	VCR типа "Издатель/подписчик"
Используется для сообщений от оператора	Используется для уведомлений о событиях и отчетах о трендах	Используется для рассылки (публикации) данных
Изменения заданий Изменения режима Изменения настройки Выгрузка/загрузка Управление алармами Доступ к видам экрана Дистанционная диагностика	Посылка алармов процесса на операторские консоли. Посылка отчетов о трендах в подсистему История процесса.	Посылка переменной процесса (Process Variable – PV) датчика в управляющий блок ПИД и на операторскую консоль.
СЛУЖБЫ КАНАЛЬНОГО УРОВНЯ		

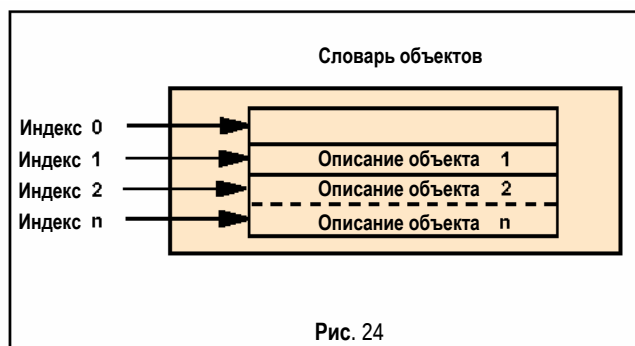
Рис. 22

FMS описывает коммуникационные службы, форматы сообщений и протокол, необходимые для создания сообщений для Прикладного уровня (Рис. 23).

Данные, обмен которыми осуществляется по полевой шине fieldbus, описываются с помощью "описания объектов". Описания объектов объединены в структуру, называемую "словарь объектов" ("object dictionary" – OD), (Рис. 24).

Описание объекта идентифицируется "индексом" объекта в OD. Индекс 0, называемый заголовком словаря объектов, предоставляет описание самого словаря и определяет первый индекс для описаний объектов Прикладного уровня. Описания объектов Прикладного уровня могут начинаться с любых индексов выше 255.

Индексы 255 и ниже определяют стандартные типы данных, такие как двоичные числа, целые числа, с плавающей точкой, битовые строки, и структуры данных, которые используются для создания всех других описаний объектов.



3.2.3.1 Виртуальные полевые устройства (Virtual Field Device – VFD)

"Виртуальные полевые устройства" (VFD) используются для дистанционного просмотра данных локальных устройств, описанных в словаре объектов. Для обычного устройства имеется, по крайней мере, два VFD (Рис. 25). Управление сетью (см. FF-801 Network Management Specification (Спецификация управления сетью)) является частью приложения Управление сетью и системой. Эта часть предназначена для конфигурирования коммуникационного уровня. Виртуальное полевое устройство (VFD), используемое для Управления сетью, используется также для Управления системой. Это VFD обеспечивает доступ к Информационной Базе Управления Сетью (Network Management Information Base – NMIB) и к Информационной Базе Управления Системой (System Management Information Base – SMIB). Данные NMIB включают в себя Виртуальные Коммуникационные Связи (VCR), динамические переменные, статистические данные и расписания Активного Планировщика Связей (АПС) (если функции этого устройства выполняет Задатчик Связей). Данные SMIB включают в себя информацию о тэгах устройств и об адресах, а также расписания исполнения функциональных блоков.

Управление сетью описывается ниже, в разделе Прикладной уровень.

3.2.3.2 Коммуникационные службы

Коммуникационные службы FMS обеспечивают для приложений пользователя стандартный способ обмена данными по полевой шине fieldbus, такой как передача функциональных блоков. Для каждого типа объекта определены специфичные для него коммуникационные службы FMS.

Все службы FMS, за исключением отмеченных особо, могут использовать только VCR типа "Клиент/Сервер".

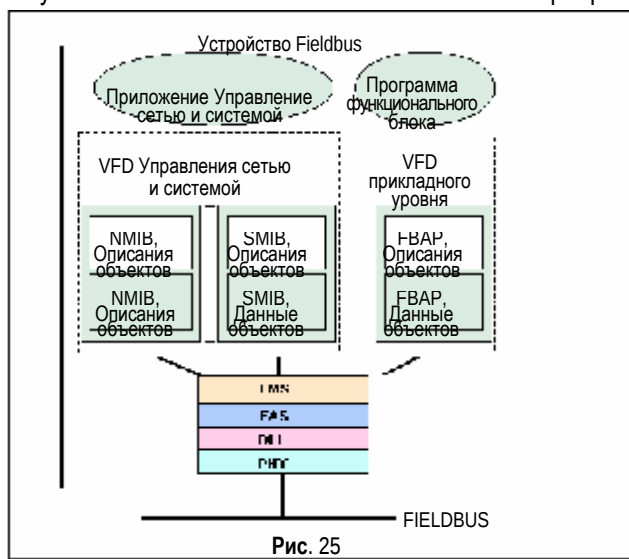


Рис. 25

Подробные описания каждой службы приводятся в документе FF-870 Fieldbus Message Specification. (Спецификация сообщений Fieldbus.)

3.2.3.2.1 Службы контекстного управления

Перечисленные ниже службы FMS используются для установления и освобождения Виртуальных Коммуникационных Связей (VCR) и определения статуса VFD.

<i>Initiate</i>	Установление связей
<i>Abort</i>	Освобождение связей
<i>Reject</i>	Отклонение неподходящей службы
<i>Status</i>	Чтение статуса устройства
<i>UnsolicitedStatus</i>	Инициативная посылка статуса
<i>Identify</i>	Чтение данных поставщика, типа и версии

3.2.3.2.2 Службы словаря объектов

Перечисленные ниже службы FMS обеспечивают для Прикладного уровня доступ к описаниям объектов (OD) в VFD и возможность их изменения.

<i>GetOD</i>	Чтение словаря объектов (OD)
<i>InitiatePutOD</i>	Запуск загрузки OD
<i>PutOD</i>	Загрузка OD в устройство
<i>TerminatePutOD</i>	Останов загрузки OD

3.2.3.2.3 Службы доступа к переменным

Перечисленные ниже службы FMS обеспечивают для Прикладного уровня доступ к переменным, связанным с описанием объектов, и возможность их изменения.

<i>Read</i>	Чтение переменной
<i>Write</i>	Запись переменной
<i>InformationReport</i>	Посылка данных*
<i>DefineVariableList</i>	Определение списка переменных
<i>DeleteVariableList</i>	Удаление списка переменных

*Может использовать VCR типов

Издатель/Подписчик или Рассылка отчетов.

3.2.3.2.4 Службы обработки событий

Перечисленные ниже службы FMS обеспечивают для Прикладного уровня возможность передачи отчетов о событиях и управления обработкой события.

<i>EventNotification</i>	Отчет о событии*
<i>AcknowledgeEventNotification</i>	Подтверждение события
<i>AlterEventConditionMonitoring</i>	Выключение / включение обработки событий *

*Может использовать VCR типа **Рассылка отчетов.**

3.2.3.2.5 Службы выгрузки/загрузки

Часто возникает необходимость дистанционного выполнения выгрузки и загрузки данных и программ по полевой шине fieldbus, особенно в случае сложных устройств, например программируемых логических контроллеров.

Для обеспечения возможности выполнения выгрузок и загрузок с помощью служб FMS используется "Домен". Домен представляет собой область памяти в устройстве.

Перечисленные ниже службы FMS обеспечивают для Прикладного уровня возможность выгрузки и загрузки Домена в удаленном устройстве.

<i>RequestDomainUpload</i>	Запрос выгрузки
<i>InitiateUploadSequence</i>	Открытие выгрузки
<i>UploadSegment</i>	Чтение данных из устройства
<i>TerminateUploadSequence</i>	Останов выгрузки
<i>RequestDomainDownload</i>	Запрос загрузки
<i>InitiateDownloadSequence</i>	Открытие загрузки
<i>DownloadSegment</i>	Посылка данных в устройство
<i>TerminateDownloadSequence</i>	Останов загрузки

3.2.3.2.6 Службы вызова программ

"Вызов программ" ("Program Invocation" – PI) позволяет дистанционно управлять выполнением программы в одном устройстве.

Устройство может загрузить программу в Домен (см. предыдущий раздел) другого устройства с

помощью службы загрузки, а затем дистанционно управлять этой программой путем посылки запросов службы PI.

На диаграмме состояний для PI, представленной ниже в этом документе, показан пример поведения протокола FMS.

<i>CreateProgramInvocation</i>	Создание объекта программы
<i>DeleteProgramInvocation</i>	Удаление объекта программы
<i>Start</i>	Запуск программы
<i>Stop</i>	Останов программы
<i>Resume</i>	Возобновление выполнения программы
<i>Reset</i>	Сброс программы
<i>Kill</i>	Удаление программы

3.2.3.3 Формат сообщений

& ASN.1 Tutorial and Reference — Steedman

Точный формат сообщений FMS определяется формальным языком описания синтаксиса, называемым Abstract Syntax Notation 1 (ASN.1) (Абстрактная синтаксическая нотация версии 1, язык ASN.1).

Язык ASN.1 был разработан Международным консультативным комитетом по телеграфии и телефонии (МККТТ) в начале 1980-х в рамках работы по стандартизации почтовой системы.

На Рис. 26 показан фрагментарный пример определения ASN.1 для службы FMS Read (Чтение).

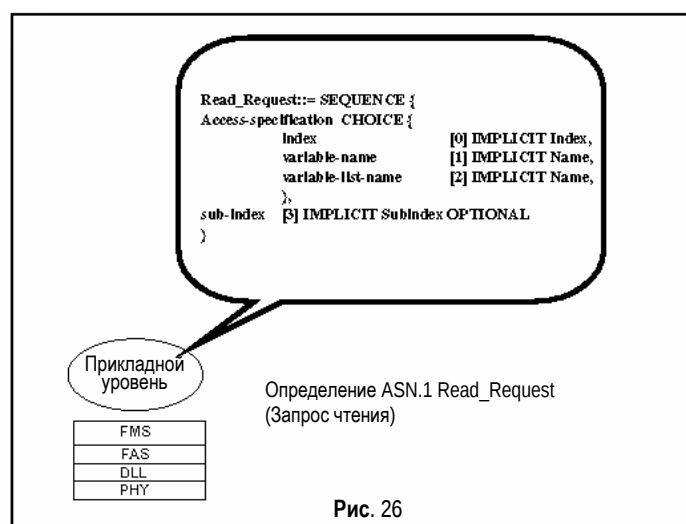


Рис. 26

В этом примере показано, что в сообщении в SEQUENCE имеются пункты Access-specification и sub-index.

Для Access-specification предлагается ВЫБОР (CHOICE) способа доступа к переменной либо по индексу, либо по имени.

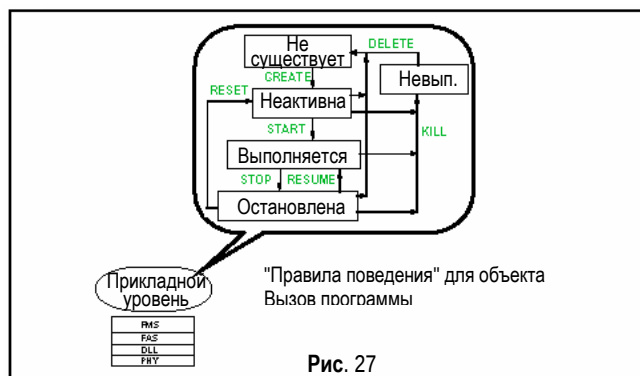
Указание субиндекса является необязательным (OPTIONAL). Он используется только для выбора отдельных элементов массива или для записи переменных.

Цифры в скобках представляют собой фактические номера кодирования, которые используются для идентификации полей в закодированном сообщении.

3.2.3.4 Поведение протокола

Для объектов определенных типов существуют специальные "правила поведения", которые описываются в спецификации FMS. Например, на Рис. 27 проиллюстрировано упрощенное поведение объекта "Вызов программы".

Удаленное устройство может управлять состоянием программы в другом устройстве на полевой шине fieldbus.



Например, удаленное устройство может использовать службу FMS **Вызов программы** для изменения состояния программы с Non-existent (Не существует) на Idle (Неактивна).

Служба FMS **Запуск** может использоваться для изменения состояния с Idle (Неактивна) на Running (Выполнение) и т.д.

3.3 Прикладной уровень — Блоки

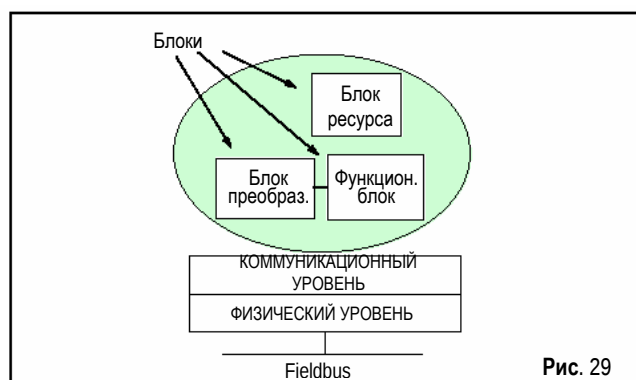
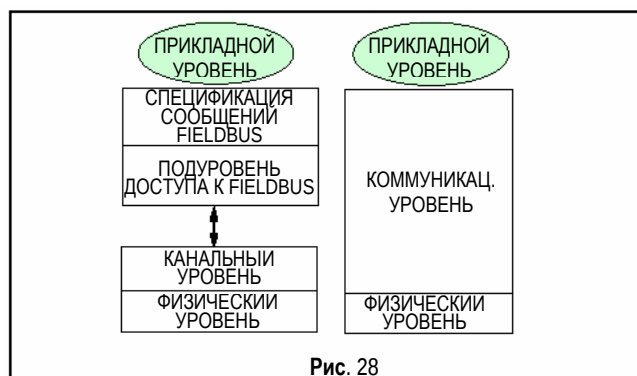
& FF-890 Function Blocks — Part 1 (Функциональные блоки — Часть 1)

Организацией Fieldbus Foundation определено стандартное Приложение пользователя на базе "Блоков". Блоки являются представлениями различных типов прикладных функций (Рис. 28).

Типы блоков, используемых на Прикладном уровне, представлены на Рис. 29.

3.3.1 Блок ресурса

Блок ресурса (Resource Block) описывает характеристики устройства fieldbus, такие как имя устройства, производитель и серийный номер. В каждом устройстве имеется только один блок ресурса.



3.3.2 Функциональный блок

Функциональные блоки (FB) обеспечивают поведение системы управления. Параметры входов и выходов функциональных блоков могут быть связаны по полевой шине fieldbus. Для каждого функционального блока запланировано точное время его исполнения. В одном приложении пользователя (на прикладном уровне) может быть множество функциональных блоков.

Организацией Fieldbus Foundation определен набор стандартных функциональных блоков. В спецификации & FF-891 Function Blocks — Part 2 (Функциональные блоки — Часть 2) определено десять стандартных функциональных блоков для базового управления. Эти блоки перечислены ниже.

Имя функционального блока	Символ
Analog Input (Аналоговый ввод)	AI
Analog Output (Аналоговый вывод)	AO
Bias (Смещение)	B
Control Selector (Селектор входов управления)	CS
Discrete Input (Дискретный ввод)	DI
Discrete Output (Дискретный вывод)	DO
Manual Loader (Операторский ввод)	ML
Proportional/Derivative (Пропорционально-дифференциальное регулирование)	PD
Proportional/Integral/Derivative (Пропорционально-интегрально-дифференциальное регулирование)	PID (ПИД)
Ratio (Отношение)	RA

В спецификации & FF-892 Function Blocks — Part 3 (Функциональные блоки — Часть 3) определено девятнадцать дополнительных стандартных функциональных блоков для усовершенствованного управления.

Функциональные блоки могут встраиваться в устройства fieldbus по мере необходимости для достижения требуемой функциональности устройства. Например,

простой датчик температуры может содержать функциональный блок аналогового ввода, а позиционер регулирующего клапана может содержать функциональный блок ПИД и блок аналогового вывода.

Таким образом, функционально законченный контур регулирования может быть построен с использованием одного датчика и одного клапана (см. Рис. 30).

3.3.3 Блоки преобразователя

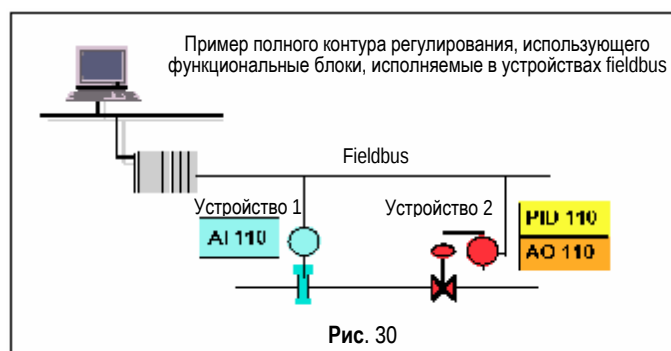
Блоки Преобразователей (Transducer Blocks) освобождают Функциональные Блоки от выполнения функций локального ввода-вывода (в/в), необходимых для чтения сигналов от сенсоров и управления исполнительными устройствами. В блоках преобразователей содержится такая информация, как дата калибровки и тип сенсора. Обычно имеется по одному блоку преобразователя для каждого функционального блока ввода или вывода. На Прикладном уровне определены следующие дополнительные объекты:

Объекты "Связь" (Link) определяют связи между входами и выходами функциональных блоков внутри устройства и через полевую шину fieldbus.

Объекты "Тренд" (Trend) позволяют осуществлять локальное накопление параметров функциональных блоков для последующей передачи на верхний уровень управления или другим устройствам.

Объекты "Тревога" (Alert) позволяют выводить сообщения об алармах и событиях на полевой шине fieldbus.

Объекты "Вид" (View) представляют собой предварительно определенные группы наборов параметров блоков, которые могут использоваться человеко-машинным интерфейсом. Спецификация функционального блока определяет четыре вида для каждого типа блока.



На Рис. 31 показан пример отображения типовых переменных функционального блока в этих видах. В этом примере показан лишь частичный список параметров блока.

- VIEW_1 – Operation Dynamic (Оперативные динамические данные) – Информация, требующаяся оператору для выполнения процесса.
- VIEW_2 – Operation Static (Оперативные статические данные) – Информация, которую может потребоваться прочитать один раз, а затем отобразить вместе с динамическими данными.
- VIEW_3 – All Dynamic (Все динамические данные) – Информация, которая изменяется и может потребоваться для ссылки на нее на детальном экране.
- VIEW_4 – Other Static (Другие статические данные) – Информация о конфигурации и обслуживании.

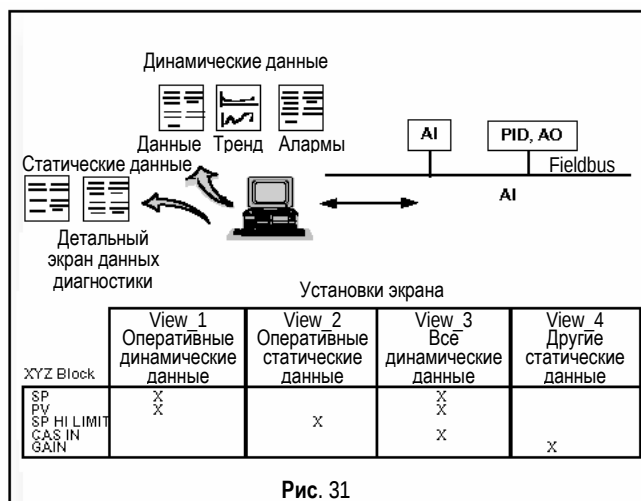


Рис. 31

3.3.4 Определение устройства Fieldbus

Функционирование устройства определяется расположением блоков и связями между ними (Рис. 32).

Функции устройства становятся доступными для коммуникационной системы fieldbus при использовании Виртуального полевого устройства (VFD) прикладного уровня, описанного выше.

Заголовок словаря объектов Прикладного уровня указывает на Директорию, которая всегда является первой записью в программе функционального блока. Эта Директория обеспечивает начальные индексы всех других записей, используемых в программе функционального блока (Рис. 33).

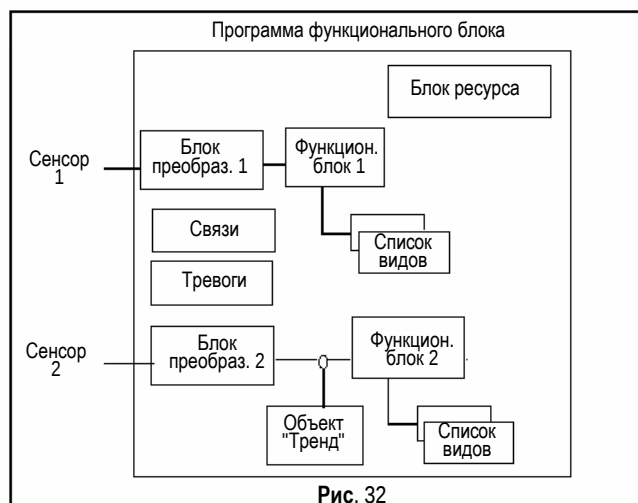


Рис. 32

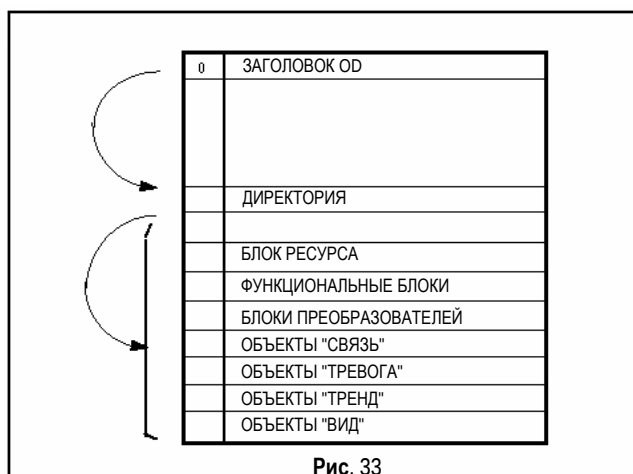


Рис. 33

Доступ к описаниям объектов VFD и связанным с ними данным можно получить дистанционно по сети fieldbus с помощью Виртуальных Коммуникационных Связей (VCR), как показано ниже (Рис. 34).

3.4 Управление системой

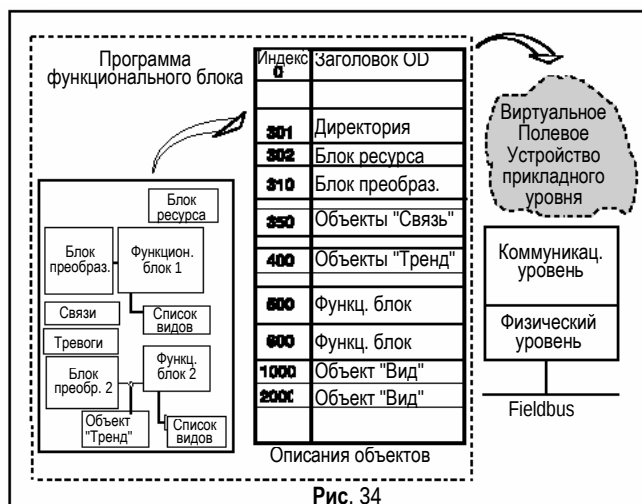
& FF-800 System Management Specification (Спецификация Управления системой)

Для правильного функционирования системы управления функциональные блоки должны исполняться с точно определенными интервалами в надлежащей последовательности.

Функция Управление системой обеспечивает синхронизацию исполнения функциональных блоков и связь параметров функциональных блоков по шине fieldbus.

Кроме того, функция Управление системой обеспечивает выполнение других важных функций системы, таких как рассылка ("публикация") информации о времени и дате во все устройства, автоматическое переключение на резервный задатчик времени, автоматическое назначение адресов устройств и поиск имен параметров или "тэгов" на шине fieldbus.

Вся информация о конфигурации, требующаяся для Управления системой, такая как расписание исполнения функциональных блоков, представлена в описаниях объектов в Виртуальном полевом устройстве (VFD) Управления сетью и системой в каждом устройстве. Этот VFD обеспечивает доступ к Информационной Базе Управления Системой (SMIB), а также к Информационной Базе Управления Сетью (NMIB).



3.4.1 Планирование исполнения функциональных блоков

Для генерации расписаний исполнения функционального блока и Активного Планировщика Связей (АПС) используется специальный инструмент составления расписаний. Предположим, что инструмент составления расписаний создал следующие расписания для контура, проиллюстрированного выше на Рис. 30.

Эти расписания содержат сдвиг времени запуска исполнения от начального момента "абсолютного времени начала расписания". "Абсолютное время начала расписания" известно во всех устройствах на полевой шине fieldbus (Рис. 35).

"Макроцикл" представляет собой одиночную итерацию (шаг цикла) расписания в устройстве. На приведенном ниже рисунке показаны связи между абсолютным временем начала расписания, макроциклом АПС, макроциклами устройств и сдвигами времени запуска исполнения.

	Сдвиг от абсолютного времени начала расписания
Запланированная отсрочка исполнения функционального блока AI	0
Обмен запланированными сообщениями блока AI	20
Запланированное исполнение функционального блока PID	30
Запланированное исполнение функционального блока AO	50

Рис. 35

На Рис. 36 Управление системой в датчике инициирует исполнение функционального блока AI со сдвигом времени 0. Со сдвигом времени 20 Активный Планировщик Связей (АПС) посылает сообщение Принудительной Рассылки Данных (Compel Data – CD) в буфер функционального блока AI в датчике, и данные из буфера рассылаются (публикуются) по шине fieldbus.

Со сдвигом времени 30 Управление системой в клапане инициирует исполнение функционального блока PID, после которого со сдвигом времени 50 выполняется функциональный блок АО.

Затем эта последовательность повторяется, обеспечивая тем самым постоянную динамику контура регулирования.

Следует отметить, что во время исполнения функционального блока АПС посылает сообщение Передачи Маркера во все устройства для того, чтобы они могли передавать свои незапланированные сообщения, такие как уведомления об алармах или изменения задания (уставки) от оператора.

Например, единственным промежутком времени, в течение которого полевая шина fieldbus не может использоваться для передачи по ней незапланированных сообщений, является интервал между сдвигом 20 и сдвигом 30, когда по полевой шине fieldbus рассылаются (публикуются) данные функционального блока AI.

3.4.1.1 Синхронизация времени

Система FOUNDATION Fieldbus поддерживает функцию синхронизации времени. Обычно устанавливается местное время или универсальное глобальное время (по Гринвичу).

В Управлении системой имеется задатчик (публикатор) времени, который периодически посылает сообщение синхронизации времени во все устройства. Расписание работы канального уровня дискретизируется и рассылается устройствам в виде сообщений синхронизации времени с тем, чтобы они могли скорректировать свои часы. В промежутке между сообщениями синхронизации в каждом устройстве время поддерживается независимо в соответствии со своими внутренними часами.

Синхронизация времени позволяет устройствам устанавливать временные отметки для данных по всей сети fieldbus. Если на полевой шине имеется резервный задатчик (публикатор) времени, то в случае отказа текущего активного задатчика (публикатора) времени активируется этот резервный публикатор.

3.4.1.2 Назначение адреса устройства

Для нормального функционирования каждое устройство fieldbus должно иметь уникальный сетевой адрес и тэг физического устройства для полевой шины fieldbus.

Для того чтобы избежать необходимости переключения адресов на приборах, назначение сетевых адресов может выполняться автоматически Управлением системой.

Назначение адресов новому устройству выполняется в следующей последовательности:

- Тэг физического устройства назначается новому устройству с помощью устройства конфигурирования. Это может выполняться в режиме "офф-лайн" в цехе КИП или в режиме "он-лайн" с использованием специальных адресов по умолчанию по шине fieldbus.

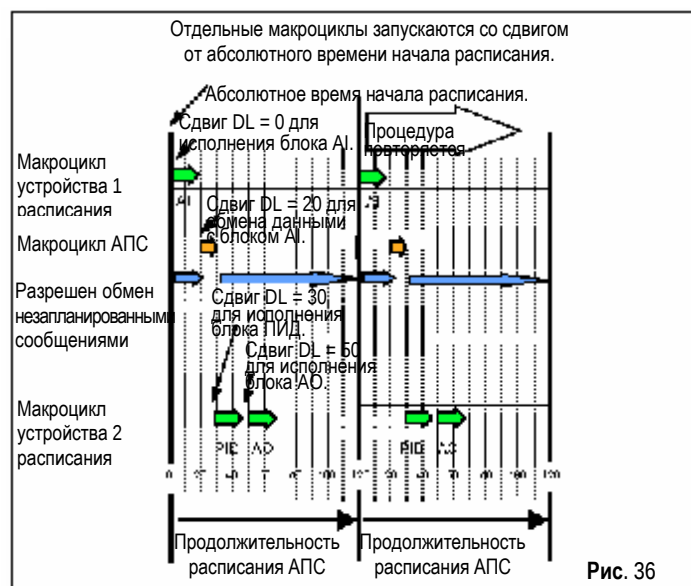


Рис. 36

- С использованием сетевых адресов по умолчанию Управление системой запрашивает у устройства его тэг физического устройства. Управление системой использует тэг физического устройства для поиска нового сетевого адреса в таблице-конфигураторе. Затем Управление системой посылает в устройство специальное сообщение "Задать Адрес", которое принудительно переводит устройство на новый сетевой адрес.
- Эта процедура повторяется для всех устройств, которые вводятся в сеть с адресом по умолчанию.

3.4.1.3 Служба поиска тэгов

Для удобства работы систем верхнего уровня управления и переносных приборов обслуживания Управление системой поддерживает службу поиска устройств или переменных путем поиска тэга.

Во все устройства fieldbus рассылается сообщение "запрос поиска тэга". После получения этого сообщения каждое устройство ищет в своих Виртуальных полевых устройствах (VFD) запрошенный тэг и возвращает информацию о полном пути (если тэг обнаружен), включающую в себя сетевой адрес, номер VFD, индекс виртуальной коммуникационной связи (VCR) и индекс словаря объектов (OD).

После получения информации о пути, верхний уровень управления или устройство обслуживания может получать доступ к данным по тэгу.

3.5 Описания устройств

Особые требования предъявляются к такой характеристике устройств fieldbus, как возможность взаимодействия и совместимость. Для обеспечения взаимодействия и совместимости в дополнение к

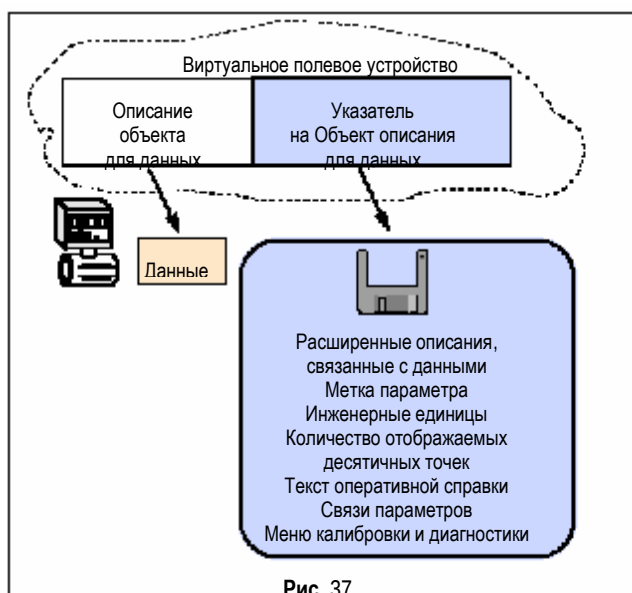


Рис. 37

стандартным параметрам функциональных блоков и определениям поведения используется технология Описания Устройств (DD).

DD предоставляет расширенное описание каждого объекта в Виртуальном полевом устройстве (VFD), как показано на Рис. 37.

DD предоставляет информацию, необходимую системе управления или верхнему уровню управления для понимания значения данных в VFD, включая интерфейс пользователя для таких функций, как калибровка и диагностика. Таким образом, DD по сути является "драйвером" этого устройства.

Описания устройств (DD) подобны драйверам, используемым в персональном компьютере (ПК) для управления различными принтерами и другими устройствами, подключенными к ПК. Если для устройства имеется DD, то с таким устройством может работать любая система управления или верхний уровень управления.

3.5.1 Генератор меток описаний устройств

& FD-900 Device Description Language Specification (Спецификация языка описаний устройств)

& FD-100 DDL Tokenizer User's Manual (Генератор меток описания устройств DDL. Руководство пользователя)

Описания устройств (DD) написаны на стандартизированном языке программирования, называемом Языком описания устройств (Device Description Language – DDL). Используемый на базе PC инструмент, называемый "Генератор меток" ("Tokenizer") преобразует исходные входные файлы DD в выходные файлы DD путем замены ключевых слов и стандартных строк в исходном файле фиксированными "метками" ("token"), как показано на Рис. 38.

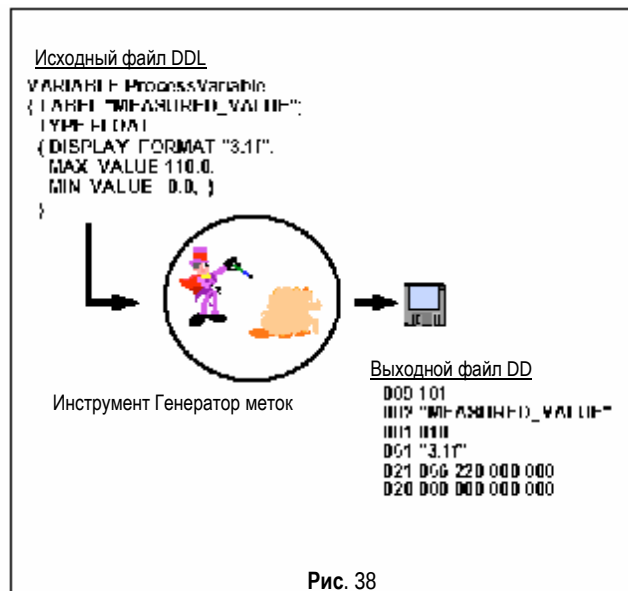


Рис. 38

Организация Fieldbus Foundation (FF) предоставляет Описания устройств (DD) для всех стандартных функциональных блоков и блоков преобразователей. Производители устройств обычно создают инкрементные (добавочные) файлы DD, которые содержат ссылки на стандартные Описания Устройств. Кроме того, поставщики могут добавлять в свои устройства индивидуальные функциональные возможности, такие как процедуры калибровки и диагностики. Эти функциональные возможности также могут быть описаны в инкрементных файлах Описаний устройств.

Организация Fieldbus Foundation выпускает стандартные Описания устройств на компакт-дисках. Пользователь может получить инкрементный файл DD от поставщика устройства или от организации Fieldbus Foundation, если поставщик зарегистрировал свой инкрементный файл DD в Fieldbus Foundation (Рис. 39).

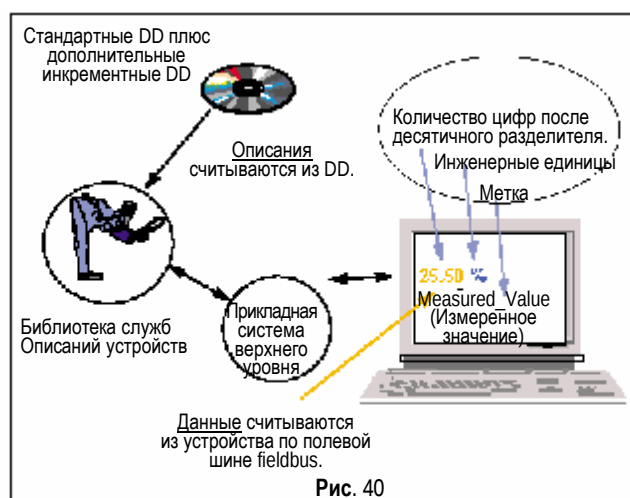
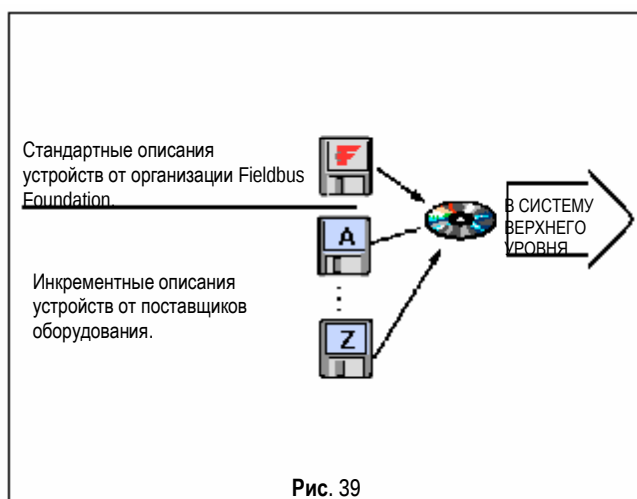
Инкрементные файлы Описаний устройств можно также считывать непосредственно из устройства по полевой шине fieldbus, если устройство поддерживает службы выгрузки и содержит Виртуальное полевое устройство (VFD) для данного DD.

3.5.2 Службы Описаний устройств (DDS)

& FD-110 DDS User's Guide (DDS. Руководство пользователя)

На стороне верхнего уровня управления для чтения Описаний устройств используются библиотечные функции, называемые "Службами описаний устройств" (DDS) (Рис. 40).

Следует отметить, что с помощью DDS считываются описания, но не текущие значения параметров. Текущие значения параметров считываются из устройства fieldbus по полевой шине fieldbus с использованием коммуникационных служб FMS.



Новые устройства добавляются к полевой шине fieldbus просто путем подключения устройства к проводу шины fieldbus и предоставления стандартного или инкрементного файла DD для нового устройства системе управления или верхнему уровню управления (при его наличии) (Рис. 41).

Технология DDS обеспечивает возможность работы устройств от разных производителей на одной полевой шине с одной версией программы интерфейса "верхний уровень управления – пользователь".

3.5.3 Иерархия Описаний устройств

Для упрощения встраивания устройств и выполнения конфигурирования системы организацией Fieldbus Foundation определена иерархия Описаний устройств (DD). Эта иерархия показана на Рис. 42.

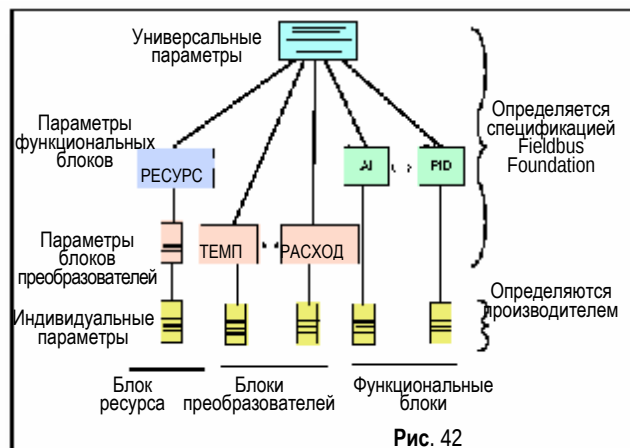
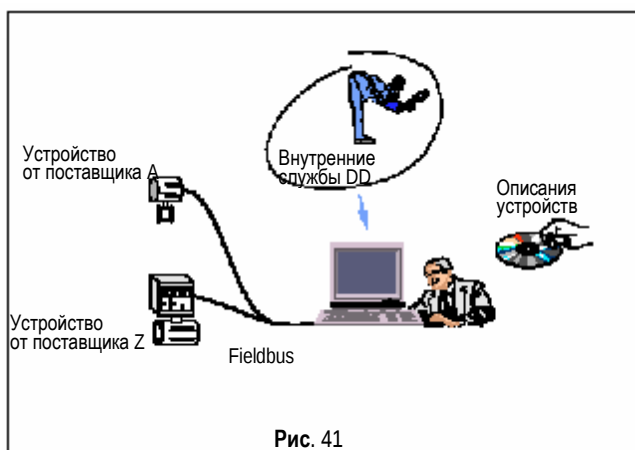
Первый уровень в этой иерархии – Универсальные параметры. Универсальные параметры состоят из типовых атрибутов, таких как Тэг, Версия, Режим и т.д. Универсальные параметры должны содержаться во всех блоках.

Следующий уровень иерархии – Параметры функционального блока. На этом уровне определяются параметры для стандартных функциональных блоков. Кроме того, на этом уровне определяются параметры для стандартного блока ресурса.

Третий уровень называется Параметры блока преобразователя. На этом уровне определяются параметры для блоков преобразователей. В некоторых случаях спецификация блока преобразователя может добавлять параметры в стандартный блок ресурса.

Организацией Fieldbus Foundation выпущены Описания устройств для первых трех уровней этой иерархии. Эти Описания устройств являются стандартными DD организации Fieldbus Foundation.

Четвертым уровнем этой иерархии являются Индивидуальные Параметры. На этом уровне каждый производитель может свободно добавлять дополнительные параметры к параметрам функционального блока и блока производителя. Эти новые параметры будут включены в инкрементный файл Описания устройства (DD), рассмотренный выше.



3.5.4 Взаимодействие и совместимость

& FD-210 Interoperability Tester User's Guide
(Руководство по проведению испытаний устройств на совместимость и взаимодействие)

Каждый производитель предоставляет организации Fieldbus Foundation отчет о результатах тестирования на взаимодействие и совместимость для каждого устройства.

В этом отчете определяются универсальные параметры, параметры функциональных блоков, блоков преобразователей и индивидуальные параметры. Для установления соотношения типа и версии устройства с версией его Описания устройства (DD) используется Идентификатор, называемый Идентификацией производителя.

Любой верхний уровень управления, использующий интерпретатор Службы описания устройств (DDS), может взаимодействовать со всеми параметрами, которые были определены в устройстве путем считывания их из DD этого устройства.

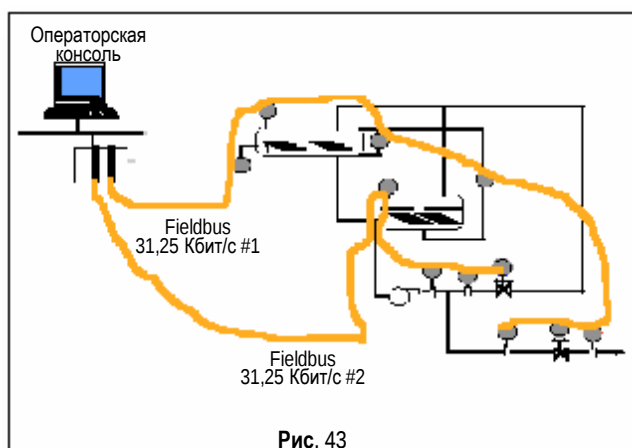
4. КОНФИГУРИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ

Конфигурирование системы Fieldbus выполняется в два этапа:

- 1) Проектирование системы и
- 2) Конфигурирование устройств.

4.1 Проектирование системы

Проектирование системы для систем на базе полевой шины fieldbus очень похоже на проектирование существующих в настоящее время Распределенных систем управления (Distributed Control Systems – DCS), за исключением перечисленных ниже отличий.



Первое отличие связано с физическим подключением, то есть с тем, что вместо традиционного подключения точка-точка для передачи аналоговых сигналов 4-20 мА используется цифровая шина, в которой к одному проводу может быть подключено сразу несколько устройств.

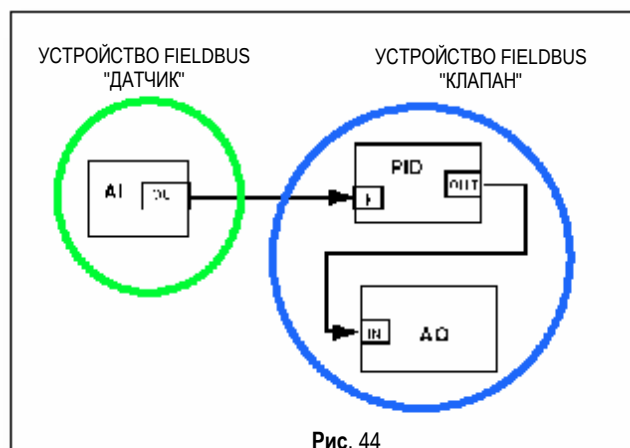
Каждое устройство на полевой шине fieldbus должно иметь уникальный тэг физического устройства и соответствующий сетевой адрес.

Второе отличие состоит в возможности вынесения некоторых функций подсистем управления и ввода-вывода (в/в) из системы управления в устройства в полевые устройства (fieldbus). Благодаря этому можно уменьшить количество монтируемых в стойке контроллеров и удаленно устанавливаемого оборудования ввода-вывода (в/в), требующегося для создания системы (Рис. 43).

4.2 Конфигурирование устройств

После завершения проектирования системы и выбора приборов выполняется конфигурирование устройств путем подключения входов и выходов функциональных блоков в каждом устройстве в соответствии с требованиями стратегии управления (Рис. 44).

После ввода всех соединений функциональных блоков и других элементов конфигурации, таких как имена устройств, тэги контуров и частота выполнения контура, устройство конфигурирования генерирует информацию для каждого устройства fieldbus.



При наличии такого устройства как Задатчик связей может быть сконфигурирован автономный (функционально-законченный) контур. Задатчик связей обеспечивает непрерывное функционирование контура без использования устройства конфигурирования или центральной консоли (Рис. 45).

Система становится готовой к эксплуатации после того, как устройства fieldbus получают свои конфигурации.

5. СИСТЕМА ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Преимущества технологии fieldbus непосредственно наблюдались во время полевых испытаний в условиях реального технологического процесса. В этом разделе описаны результаты одного из тестов. Устройства fieldbus были установлены в системе улавливания конденсата на установке теплоснабжения завода.

Конденсат пара, возвращающийся на установку теплоснабжения завода с других объектов, поступает в систему улавливания конденсата, а затем возвращается из нее в систему водоподготовки (Рис. 46).

В этом процессе используются два резервуара: сепаратор емкостью приблизительно 85 галлонов и резервуар для сбора конденсата емкостью приблизительно 20 галлонов. Сепаратор устанавливается непосредственно над другим резервуаром.

Возвращающийся конденсат стекает в сепаратор, понижение давления в котором может вызвать испарение конденсата. Конденсатная жидкость стекает в резервуар для сбора конденсата, из которого она выкачивается в систему питательной воды котла.



Рис. 45

5.1 Контрольно-измерительные приборы и регулирующие устройства

Приборы fieldbus, установленные в системе, включали в себя датчики, контролирующие следующие параметры:

- уровень жидкости в каждом резервуаре и общий уровень
- давление в сепараторе
- расход питательной воды
- производительность насоса
- расход на рециркуляцию

Регулирующие клапаны были оснащены цифровыми позиционерами, которые используются для управления расходом питательной воды котла и расходом на рециркуляцию.

Эти приборы были подключены к одной из двух полевых шин fieldbus, соединенных с распределенной системой управления (DCS), расположенной в диспетчерской теплопункта. При установке использовалась комбинация существующей проводки из витых пар и новых кабельных соединений. Хотя искрозащитный барьер в данном процессе не требуется, он, тем не менее, был представлен в системе.

Технические параметры полевой шины fieldbus контролировались анализаторами данных на шине.

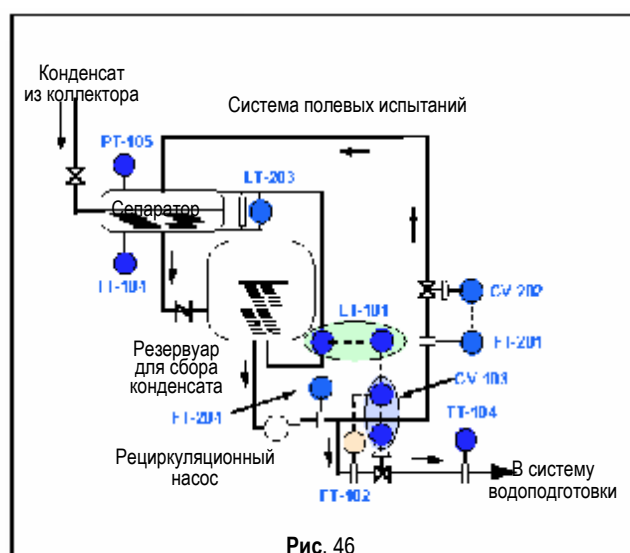


Рис. 46

Кабельные соединения были выполнены путем подключения устройств fieldbus к одной из двух терминальных панелей в распределительной коробке, расположенной рядом с технологическим оборудованием. Для соединения полевых шин fieldbus с диспетчерской использовались две проводных пары, по одной паре на каждую терминальную панель.

Суммарный уровень конденсата в системе поддерживается путем установки задания ПИД-контура регулирования уровня LIC-101, который расположен в датчике уровня. ПИД-контур регулирования уровня используется в качестве первичного контура, каскадно подключенного к ПИД-контур регулирования расхода FIC-103, расположенному в клапане подачи питательной воды.

Рециркуляция конденсата, из резервуара для сбора конденсата в сепаратор, регулируется дополнительным ПИД-контуром регулирования FIC-202, расположенном в клапане. Стратегия управления для этого каскадного контура полностью реализуется в датчиках и клапанах-регуляторах расхода, как показано на Рис. 47.

5.2 Выявленные преимущества установки, запуска и эксплуатации

Длина кабельных соединений от устройств fieldbus к терминальной панели составила в среднем по 28 метров нового провода для каждого устройства, в то время как в качестве линии от каждой терминальной панели до диспетчерской использовались два существующих провода по 185 метров.

Если бы использовались стандартные аналоговые устройства 4-20 мА, то требовалось бы десять новых проводов длиной по 230 метров (28 метров от устройства до терминальной панели плюс 185 метров до диспетчерской плюс 17 метров до DCS). Экономия затрат на монтаж проиллюстрирована в представленной ниже таблице.

Технология проводного монтажа	Длина провода	Количество клемм
Аналоговые устройства 4-20 мА	2300 метров	120
Цифровая шина	510 метров	46
Экономия при использовании Fieldbus	1790 метров	74
Экономия в %	78%	62%

Уменьшение количества интерфейсных плат (на 50%), пространства, занимаемого шкафами оборудования (вследствие уменьшения количества интерфейсов ввода-вывода) и устранение необходимости использования распределительных панелей в общей сложности привело к сокращению расходов на оборудование на 46%.

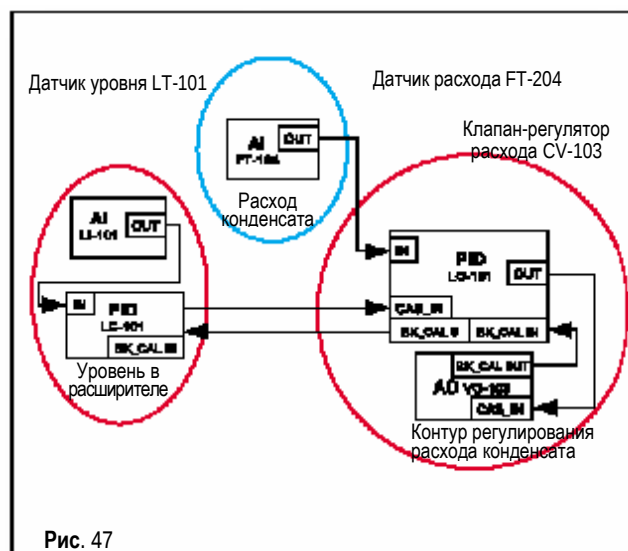
Для некоторых применений может требоваться меньшее количество устройств на каждую проводную пару, чем в тестовой системе. В этом случае экономия, показанная в приведенной выше таблице, будет пропорционально меньше в соответствии с конкретной конфигурацией кабельных соединений.

На этапе пусконаладки наблюдалось сокращение объема работ по подтверждению правильности подключения устройств fieldbus. Наладка была выполнена одним человеком с использованием тестового прибора, подключенного к полевой шине fieldbus. В случае традиционного проводного монтажа 4-20 мА для проверки каждого провода и подтверждения нормальной работы каждого датчика требовалось два человека.

Каждый датчик опрашивался и настраивался дистанционно. Параметры устройств, такие как верхние и нижние границы диапазона, были изменены в условиях эксплуатации без необходимости подстройки потенциометра по месту техническим специалистом.

Отсоединение устройства от полевой шины fieldbus не оказало влияния ни на какие другие устройства, оставшиеся на шине. После повторного подключения устройства система не имела никаких проблем с восстановлением связи с этим устройством. Благодаря тому, что проверка кабельных соединений, идентификация устройств и отладка конфигурации устройств выполнялась дистанционно, было сэкономлено приблизительно два человеко-дня рабочего времени (25%).

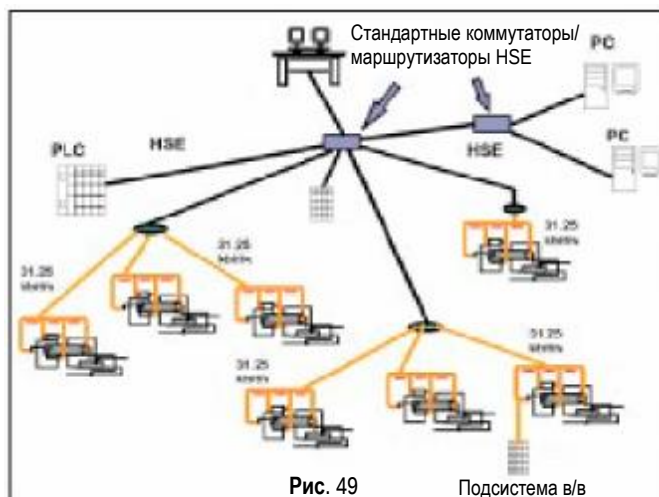
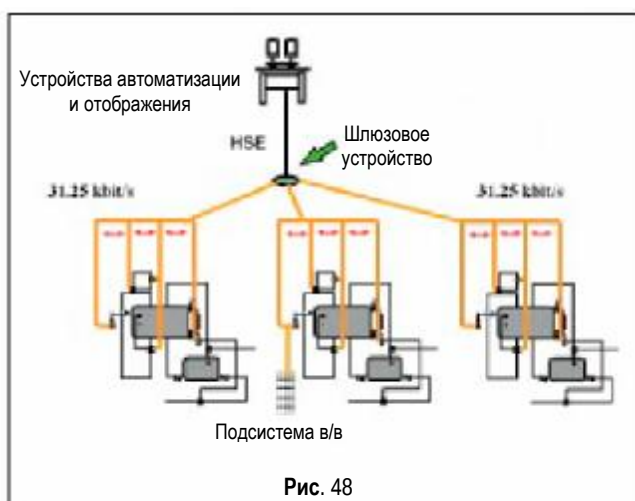
Благодаря ПИД-алгоритмам, которые выполнялись в устройствах fieldbus, была снижена нагрузка по обработке данных на контроллер DCS.



6. ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ETHERNET

Для обмена данными между полевыми шинами, работающими на скорости 31,25 Кбит/с, и обеспечения доступа к ним по Высокоскоростной магистрали Ethernet (High Speed Ethernet – HSE), работающей со скоростью 100 Мбит/с или 1 Гбит/с, используется Шлюзовое устройство (Linking Device) (Рис. 48). Показанная на рисунке подсистема в/в позволяет подключать другие сети, такие как DeviceNet[®] и Profibus[®] и передавать их параметры в стандартные функциональные блоки FOUNDATION fieldbus. Подсистема в/в может быть подключена клевой шине fieldbus со скоростью обмена 31,25 Кбит/с или к HSE.

Поскольку обмен всеми сообщениями FOUNDATION fieldbus происходит по HSE с использованием стандартных транспортных протоколов (TCP/IP, SNMP, и т.д.), для создания больших сетей используется коммерческое серийное оборудование HSE, такое как Коммутаторы (Switch) и Маршрутизаторы (Router) (Рис. 49). Разумеется, для обеспечения отказоустойчивости необходимого для данного применения уровня вся сеть HSE или ее части могут быть резервированы.



7. СПРАВОЧНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Fieldbus Standard for Use in Industrial Control Systems, Part 2: Physical Layer Specifications and Service Definition, ISA S50.02-1992.
2. International Standard for Use in Industrial Control Systems, Part 2: Physical Layer Specifications and Service Definition, IEC 61158-2 (1993).
3. Digital data communications for measurement and control — Fieldbus for use in industrial control systems, Part 3: Data Link Service Definition and Part 4: Спецификация протокола канального уровня, 61158 DIS, IEC SC65C/WG6 – ISA SP50, 1994-1998.
4. FOUNDATION Fieldbus Specifications, Revision 1.3, Fieldbus Foundation, 1994-1998.
5. Benefits Observed During Field Trials Of An Interoperable Fieldbus, Kurt A. Zech, Fieldbus Foundation, Paper #94-504 — ISA, 1994
6. Abstract Syntax Notation One (ASN.1) The Tutorial and Reference, Douglas Steedman, Technology Appraisals Ltd., 1993, ISBN 1 871802 06 7

8. СПИСОК ДОКУМЕНТОВ

Организация Fieldbus Foundation предоставляет следующие документы:

- AG-140 31.25 kbit/s Wiring and Installation Guide (Руководство по установке и монтажу кабельных соединений (31,25 Кбит/с))
- AG-163 31.25 kbit/s Intrinsically Safe Systems Application Guide (Руководство по применению искробезопасных систем (31,25 Кбит/с))
- AG-165 Fieldbus Installation and Planning Guide (Руководство по планированию и установке полевой шины Fieldbus)
- FF-800 System Architecture Specification (Спецификация архитектуры системы)
- FF-801 Network Management Specification (Спецификация управления сетью)
- FF-816 31.25 kbit/s Physical Layer Profile Specification (Спецификация профиля физического уровня (31,25 Кбит/с))
- FF-818 31.25 kbit/s Fiber Optic Physical Layer Profile (Волоконно-оптическая связь, профиль физического уровня (31,25 Кбит/с))
- FF-821 Data Link Layer Services Subset Specification (Спецификация подгруппы служб канального уровня)
- FF-822 Data Link Layer Protocol Specification (Спецификация протокола канального уровня)

- FF-880 System Management Specification (Спецификация Управления системой)
- FF-870 Fieldbus Message Specification (Спецификация сообщений Fieldbus)
- FF-875 Fieldbus Access Sublayer Specification (Спецификация подуровня доступа Fieldbus)
- FF-890 Function Blocks — Part 1 (Функциональные блоки — Часть 1)
- FF-891 Function Blocks — Part 2 (Функциональные блоки — Часть 2)
- FF-891 Function Blocks — Part 3 (Функциональные блоки — Часть 3)
- FF-900 Device Description Language Specification (Спецификация языка описания устройств)
- FF-940 31.25 kbit/s Communication Profile (Коммуникационный профиль (31,25 Кбит/с))
- FD-100 DDL Tokenizer User's Manual (Генератор меток DDL. Руководство пользователя)
- FD-110 DDS User's Guide (DDS. Руководство пользователя)
- FD-200 Conformance Tester User's Guide (Руководство по проведению аттестационных испытаний)
- FD-210 Interoperability Tester User's Guide (Руководство по проведению испытаний устройств на совместимость и взаимодействие)

9. СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ASN.1	Абстрактная синтаксическая нотация версии 1
МККТТ	Международный консультативный комитет по телеграфии и телефонии
CD	Принудительная рассылка данных
DC	Постоянный ток
DCS	Распределенная система управления
DD	Описание устройства
DDL	Язык описания устройств
DDS	Службы описания устройств
DLL	Канальный уровень
EUC	Совет конечных пользователей
FAS	Подуровень доступа к Fieldbus
FB	Функциональный блок
FF	Fieldbus Foundation
FMS	Спецификация сообщений Fieldbus
HSE	Высокоскоростной Ethernet
Гбит/с	Гигабиты в секунду
МЭК (IEC)	Международная электротехническая комиссия
И.Б. (I.S.)	Искробезопасность
ISA	The International Society of Measurement and Control
ISO	Международная организация по стандартизации
Кбит/с	килобиты в секунду
кГц	килогерцы
ЛВС (LAN)	Локальная вычислительная сеть
АПС (LAS)	Активный планировщик связей
мА	Миллиамперы
Мбит/с	Мегабиты в секунду
NMIB	Информационная база управления сетью
OD	Словарь объектов
OSI	Взаимодействие открытых систем
PC	Персональный компьютер
PDU	Модуль данных протокола
PHY	Физический уровень
PID (ПИД)	Пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД) регулирование
PN	Проверка узлов
PT	Передача маркера
SM	Управление системой
SMIB	Информационная база управления системой
SNMP	Простой протокол управления сетью
SNTP	Простой протокол управления временем
TCP/IP	Протокол управления передачей/протокол Internet
TD	Рассылка синхронизации времени
VFD	Виртуальное полевое устройство
VCR	Виртуальная коммуникационная связь