



## **PROFIBUS Описание системы**

Технология и применение

## Введение

Промышленные коммуникационные системы развиваются поразительными темпами, и их развитие влияет на технологии автоматизации в целом. Изначально, автоматизация касалась только процессов производства, но сейчас системы автоматизации являются частью сети, охватывающей обслуживание и ремонт, складирование и оптимизацию использования ресурсов, предоставление данных для MES и ERP систем в дополнение к непосредственным задачам автоматизации.

Технологии полевой шины, которые способствуют переходу от централизованных к децентрализованным системам автоматизации и поддерживают использование распределенного интеллекта, были движущей силой этого развития. Коммуникационные системы, базирующиеся на Ethernet, связывают технологии автоматизации и информационные технологии, обеспечивая, таким образом, единый способ коммуникации на всех уровнях – от полевого, до уровня управления предприятием.

PROFIBUS и PROFINET предлагают стандартизированные, согласованные решения прикладных задач. Благодаря стандартному протоколу, PROFIBUS используется во всех подсистемах автоматизации производства и процесса, включая системы обеспечения безопасности и управления приводной

техникой, что гарантирует горизонтальную согласованность всей системы автоматизации. PROFINET также предлагает стандартный протокол, который в дополнение к горизонтальным коммуникациям обеспечивает и вертикальные, связывая полевой уровень с уровнем управления предприятием. Таким образом, на основе данных коммуникационных систем возможно создание межсетевых, интегрированных решений для определенных задач автоматизации.

С 1989 года, PROFIBUS развился в лидирующую в мире полевую шину, используемую в системах автоматизации производств и процессов. Широта возможных применений выделяет PROFIBUS среди других полевых шин. Требования, специфичные для различных задач, были интегрированы в профили приложений.

PROFIBUS является стандартизированной и открытой коммуникационной системой. Использование открытых стандартов гарантирует долгосрочную совместимость и расширяемость, что является основой для защиты вложений пользователей и производителей. Защита вложений является одной из важнейших задач PROFIBUS & PROFINET International.

В мире используется более 30 миллионов PROFIBUS устройств во всех областях промышленной автоматизации. PROFIBUS делает значительный вклад в экономический и технологический успех компаний.

## Содержание

<b>1. ВВЕДЕНИЕ В PROFIBUS .....</b>	<b>1</b>
1.1. Позиция на рынке .....	1
1.2. Модульный дизайн .....	2
1.3. Решение специфичных задач .....	3
1.4. Гибридная автоматизация .....	3
1.5. Модель OSI в качестве основы .....	4
1.6. Стандартизация .....	4
<b>2. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ...5</b>	<b>5</b>
2.1. Технологии передачи данных RS485 и RS485-IS .....	5
2.2. Технологии передачи данных MBR и MBR-IS.....	6
2.3. Передача данных по оптическим каналам.....	6
2.4. Передача по беспроводным каналам	7
2.5. Технологии передачи в опасных зонах.	7
2.6. Топология.....	8
2.7. Резервирование .....	9
2.8. Сведения о монтаже RS485.....	10
2.9. Сведения о монтаже MBR.....	10
2.10. Диагностика шины.....	11
<b>3. КОММУНИКАЦИИ PROFIBUS .....</b>	<b>11</b>
3.1. Коммуникационный протокол PROFIBUS DP .....	12
3.2. Классы устройств.....	12
3.3. Циклический обмен и диагностика PROFIBUS .....	13
3.4. Ациклический обмен и адресация параметров.....	14
3.5. Стандартные функциональные блоки	15
3.6. Коммуникационные функциональные блоки как независимый от системы интерфейс к PROFIBUS .....	15
<b>4. ПРОФИЛИ ПРИЛОЖЕНИЙ.....16</b>	<b>16</b>
4.1. PROFIDRIVE.....	17
4.2. PROFIBUS PA .....	17
4.3. Улучшения в профиле PA v3.02 .....	17
4.4. HART через PROFIBUS.....	19
4.5. PROFISAFE.....	20
4.6. Идентификация и обслуживание (I&M)	20
<b>5. ИНТЕГРАЦИЯ УСТРОЙСТВ.....20</b>	<b>20</b>
<b>6. ПРОВЕРКА КАЧЕСТВА И СЕРТИФИКАЦИЯ..... 22</b>	<b>22</b>
<b>7. РЕАЛИЗАЦИЯ PROFIBUS..... 23</b>	<b>23</b>
7.1. Стандартные компоненты .....	23
Интерфейсные модули .....	23
7.2. Реализация интерфейсов передачи данных .....	25
<b>8. ВЫГОДЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ..... 25</b>	<b>25</b>
8.1. Стандартизация и согласованность	26
8.2. Сбережение средств.....	26
8.3. Обеспечение качества .....	26
8.4. Инновации и защита инвестиций ..	26
8.5. Глобальная поддержка .....	26
8.6. Сотрудничество.....	27
<b>9. PROFIBUS &amp; PROFINET INTERNATIONAL (PI) .....</b>	<b>27</b>
9.1. Ответственность PI.....	27





## 1. Введение в PROFIBUS

Автоматизация на протяжении многих лет характеризовалась быстро изменяющейся технологической базой. Стимулом к этому было и остается стремление снизить цену производства, требование высокого и стабильного качества, повышения надежности, готовности и гибкости систем, и в особенности стремление достичь единообразия потока данных внутри предприятия. Значимой вехой стала разработка технологии полевой шины с переходом от аналоговых способов коммуникации к цифровым, позволявшим производить быстрый обмен подробной информацией о состоянии производственных систем и их окружения. Цифровые коммуникации так же позволили переложить функции центрального контроллера на распределенные полевые устройства, что позволило значительно упростить структуру коммуникационных сетей. Общемировой стандарт промышленных интерфейсов открыл путь к единообразной по стилю, виду интерфейса и способу управления автоматике, позволил уйти от множества несовместимых, проприетарных решений.

Шина PROFIBUS сделала огромный вклад в развитие технологии полевой шины. Она соединяет контроллеры и системы управления с датчиками и исполнительными механизмами на полевом уровне и, так же, позволяет производить постоянный обмен данными с вышестоящими системами. PROFIBUS – стандарт автоматизации полевого уровня, принадлежащий PROFIBUS & PROFINET International (PI). PI так же разработала стандарт PROFINET – стандарт автоматизации базирующаяся на Ethernet, и успешно выпустила его на рынок. PROFIBUS и PROFINET используют одинаковые профили устройств, защищая, таким образом, инвестиции пользователей и производителей устройств на базе этих технологий. Обе технологии применимы в сфере автоматизации процессов и производств и могут быть использованы совместно (что можно видеть в фармацевтической и пищевой промышленности, производстве напитков).

Согласованность, целостность PROFIBUS основана на стандартизированном протоколе передачи данных PROFIBUS DP, который применим во множестве задач автоматизации процессов и

производств, также как и в управлении перемещением и задачах связанных с безопасностью. Такая унификация упрощает проектирование, установку и обслуживание систем.

### 1.1. Позиция на рынке

Первые проприетарные полевые шины появились на рынке в 80х годах. В 1987 21 компания и институт объединились для создания совместного проекта с целью разработки и тестирования открытого стандарта полевой шины. Этот проект стал отправной точкой создания PROFIBUS. После завершения совместного проекта для продолжения работы в 1989 году была создана PROFIBUS NETWORK ORGANIZATION (PNO). Организация включала в себя 10 компаний, 4 научных института и ZVEI (Zentralverband der Elektrotechnik und Elektronikindustrie - Ассоциация немецких производителей электротоваров и электроники). Двумя годами позже организация уже включала в себя 100 членов. По состоянию на 2010 в организации PROFIBUS & PROFINET International, созданной в 1995, уже около 1400 членов. PI имеет 27 региональных представительств по всему миру. Общая цель – непрерывное продолжение разработки и распространение технологий PROFIBUS и PROFINET. В мире уже установлено свыше 30 миллионов устройств PROFIBUS, что делает этот стандарт мировым лидером на рынке промышленных систем коммуникации.

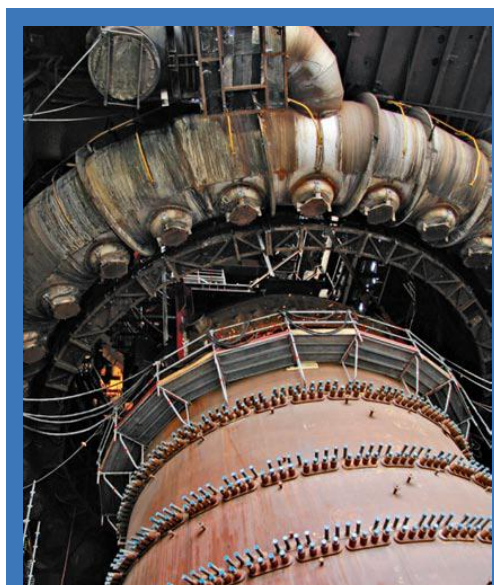
Успех PROFIBUS определяется использованием передовых технологий и успешной деятельностью организации, которая была создана для представления интересов производителей и пользователей.

В дополнение ко многим мерам, предпринимаемым для развития и распространения технологии, существует так же глобальный сервис поддержки для членов организации. Организация проводит консультирование, предоставляет информацию и предпринимает меры для обеспечения гарантии качества и соответствия стандартам продукции ее членов.

PI образует наибольшее в мире объединение пользователей в области промышленных коммуникаций, что предоставляет возможности для будущего, но и налагает определенные обязательства. Возможности – в создании и распространении ведущих на рынке технологий, которые дают выгоду своим пользователям. Обязательства – поддерживать цели PROFIBUS, открытость и защиту инвестиций в будущем.

## 1.2. Модульный дизайн

Концепция модульности позволила достичь PROFIBUS лидерства на мировом рынке. Коммуникационный протокол может использоваться совместно с множеством специфичных для задачи технологических модулей, которые совместимы друг с другом. Это обеспечивает полную согласованность с широким кругом задач (Рисунок 1). С таким «блоком для построения системы», технологии автоматизации могут применяться в любых областях производства и промышленности, даже связанных с обеспечением безопасности. Ядром подобного блока является коммуникационный протокол PROFIBUS DP (Decentralized Periphery – распределенная периферия), который одинаков для любых задач и используется для обмена данными между централизованными устройствами автоматизации и распределенными



Доменные печи функционируют без перерыва и могут быть модернизированы лишь через большие промежутки времени. PROFIBUS полностью доказал свои качества в таких больших проектах как этот.

полевыми устройствами.

В зависимости от задачи доступен ряд различных технологий передачи данных. Стандарт RS485 предназначен для использования в производстве и промышленности в задачах не требующих взрывозащиты. RS-485-IS (Intrinsically Safe - искробезопасный) применяется в взрывоопасных зонах. MBP (Manchester coded Bus Powered) и

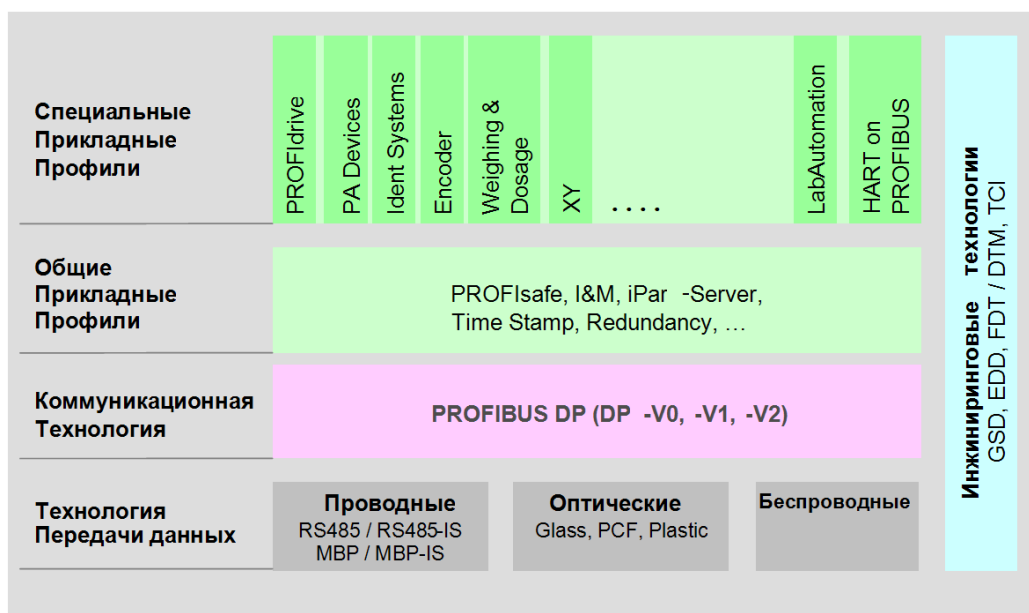


Рисунок 1: Блоки для построения системы PROFIBUS



MPD-IS - технологии передачи специально ориентированные на применение в перерабатывающей промышленности и способны обеспечивать электропитанием устройства подключенные к шине в дополнение к передаче данных. Так же доступны несколько технологий передачи данных по оптическим каналам.

Профили приложений PROFIBUS созданы для стандартизации процесса обмена данными между полевыми устройствами на пользовательском уровне. Использование этих профилей гарантирует возможность взаимодействия между полевыми устройствами различных производителей. Профили определяют типичные для задачи возможности устройства, и устройства PROFIBUS должны им соответствовать. Существуют общие для нескольких классов устройств возможности, а так же специфичные для классов. Полевые устройства с различными профилями приложений могут работать в одной системе автоматизации. Простые устройства с универсальной функциональностью (например, распределенное устройство бинарного ввода-вывода) обычно не используют профили приложений.

Дополнительно к возможностям передачи данных, блок обеспечивает необходимые инженерные технологии для описания устройства (идентификации) и интеграции.

### 1.3. Решение специфичных задач

Блок может входить в состав «решения» ориентированного на решение какой – либо задачи. «Решения» представляют собой объединение соответствующих компонентов. Примеры включают «решения» для перерабатывающей промышленности, автоматизации процессов, приводных технологий и систем безопасности. Структура модульных решений показана на рисунке 2. Только коммуникационный протокол общий для всех решений, что гарантирует согласованность и целостность PROFIBUS, упомянутую выше.

Сегмент Рынка	Автоматика Процесса	Автоматика Предприятия	Управление Перемещением	Задачи Безопасности
PROFIBUS Решение	PROFIBUS PA	PROFIBUS DP	PROFIdrive	Safety
Прикладной Профиль	PA Devices (и другие)	Ident Systems (и другие)	PROFIdrive	PROFIsafe
Коммуникационная Технология	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP	PROFIBUS DP
Технология Передачи данных	RS 485 / 485-IS MBP / MBP-IS	RS 485	RS 485	RS 485 MBP - IS

Рисунок 3: Решения PROFIBUS для различных сегментов рынка

### 1.4. Гибридная автоматизация

Раньше, автоматизация производства и автоматизация процесса рассматривались как две строго разделенные области, использующие разные технологии автоматизации. Причиной этого были различные граничные условия в системах автоматизации. Системы автоматизации производства работают с быстротекущими процессами и имеют короткий срок службы. Автоматизация процесса, с другой стороны, характеризуется медленными процессами и долгим сроком службы систем. Это приводит к необходимости применения разнородных решений в общей системе. Сегодня возможно избежать разнородных решений используя PROFIBUS для всех задач в производственной цепочке. PROFIBUS единственная полевая шина удовлетворяющая всем требованиям подобных гибридных систем автоматизации процесса и производства (Рисунок 3).

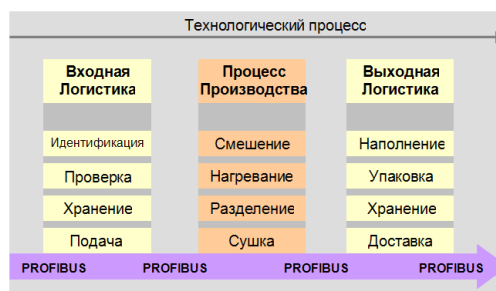


Рисунок 2: Единое решение на основе PROFIBUS

#### Примеры

В фармацевтической индустрии, производство медикаментов является задачей управления технологическим процессом. А упаковывание

таблеток, например, является задачей управления производством со сложными упаковочными машинами.

В пищевой промышленности, например на пивоварнях, управление варкой и брожением является типичной задачей автоматизации процесса, а очистка и наполнение бутылок, складирование ящиков роботами – задачей управления производством.

В автопромышленности процесс покраски предъявляет требования к системам автоматизации процесса (требуется взрывозащита) и является частью производственной цепочки которая в свою очередь использует и системы управления производством.

### 1.5. Модель OSI в качестве основы

Дизайн технологических модулей PROFIBUS согласуется с эталонной моделью OSI (Open Systems Interconnection Reference Model - эталонная модель взаимодействия открытых систем). Процесс обмена данными между двумя узлами в этой модели распределен по семи уровням (от первого физического уровня, до седьмого уровня приложения). PROFIBUS использует уровни 1, 2 и 7 (Рисунок 4):

- **Уровень 1** определяет способ физической передачи данных через среду. PROFIBUS использует для передачи данных медные провода (для RS485 и MBP), оптические и беспроводные каналы.

- **Уровень 2** определяет метод доступа к шине, а так же защиту данных. PROFIBUS использует архитектуру ведущий – ведомый в сочетании с методом передачи маркера.

- **Уровень 7** образует интерфейс для приложения и таким образом является связующим звеном между управляющим процессом и коммуникационной системой. В качестве коммуникационного протокола PROFIBUS использует PROFIBUS DP.

- Непосредственно управляющий процесс (приложение, алгоритм) расположен над 7 уровнем и не является часть модели OSI.

Прикладная программа		Профиль приложения
7	Прикладной уровень	Протокол PROFIBUS DP (DP-V0, DP-V1, DP-V2)
6	Уровень представления	Не используется
5	Сеансовый уровень	
4	Транспортный уровень	
3	Сетевой уровень	
2	Канальный уровень	Fieldbus Data Link (FDL): Ведущий ведомый Передача маркера
1	Физический уровень	Технология передачи данных
Модель OSI		Реализация модели в PROFIBUS

**Рисунок 4: Соответствие между уровнями модели OSI и PROFIBUS**

Рисунок 4 показывает 7 уровней модели OSI и реализацию модели в PROFIBUS.

### 1.6. Стандартизация

Содержание уровней модели OSI установлено стандартом, что гарантирует открытость системы. PROFIBUS и другие полевые шины описаны в стандарте IEC61158 («Digital data communication for measurement and control» - Промышленные коммуникационные сети. Спецификации на шинные линии связи.) и IEC61784 ("Profile sets for continuous and discrete manufacturing relative to fieldbus use in industrial control systems" – Промышленные сети связи. Профили полевой шины)

#### IEC61158

IEC61158 описывает технологии и методы функционирования полевых шин. Он разделен в соответствии с эталонной моделью OSI. Каждая полевая шина в стандарте имеет «тип протокола полевой шины». Так для PROFIBUS определен тип 3 и тип 10 для PROFINET.

#### IEC61784

IEC61784 определяет поднаборы сервисов и расширяет множество протоколов определенных в IEC61158 (и других стандартах) которые используются в определенных полевых шинах для коммуникации. Профили объединены в «Семейства коммуникационных профилей». Для PROFIBUS это семейство 3 с делением на части 3/1 (для RS485 и оптоволокна) и 3/2 (MBP). Часть 3/3 относится к PROFINET.





Организация водоснабжения требует значительных вложений в существующие и новые водоочистные станции. Требуется максимальная надежность и правильное выполнение требований технологии. Многие разработчики и операторы предпочитают использовать решения на основе PROFIBUS.

## 2. Технология передачи данных

### 2.1. Технологии передачи данных RS485 и RS485-IS

RS485 - простая в использовании и рентабельная технология передачи данных. Ее целесообразно использовать в задачах требующих большой скорости передачи данных и не требующих взрывозащиты (искробезопасности). RS485 широко применяется в задачах, связанных с

автоматизацией производства. Так же применяется и в автоматизации процессов. В качестве среды передачи данных используется экранированная витая пара. Структура шины позволяет производить горячее подключение и отключение станций и последовательную сдачу системы в эксплуатацию. Последующее расширение системы до определенного предела не влияет на уже работающие станции. Более подробное описание можно найти в таблицах 1 и 2.

При соблюдении определенных ограничений использование RS485 возможно и во взрывоопасных зонах (RS485-IS). Спецификация этого интерфейса определяет безопасные уровни напряжений и токов, которым должен соответствовать каждый узел для обеспечения безопасного функционирования всей сети. В сети, для заданного напряжения, определен максимальный ток через все узлы который не должен быть превышен. В отличие от модели FISCO с единственным активным искробезопасным источником в RS485-IS каждый узел является активным источником.

	RS485	RS485-IS	MBP	MBP-IS	Fiber Optic
<b>Передача данных</b>	Цифровая; Дифф. сигнал, NRZ кодирование	Цифровая; Дифф. сигнал, NRZ кодирование	Цифровая, Синхронная, Манчестерский код	Цифровая, Синхронная, Манчестерский код	Оптическая, цифровая, NRZ кодирование
<b>Скорость передачи</b>	9.6 до 12000 Kbit/s	9.6 до 15000 Kbit/s	31.25 Kbit/s	31.25 Kbit/s	9.6 to 12000 Kbit/s
<b>Защита данных</b>	HD=4; Бит четности; Разделитель начала/конца передачи	HD=4; Бит четности; Разделитель начала/конца передачи	Преамбула; Разделитель начала/конца передачи	Преамбула; Разделитель начала/конца передачи	HD=4; Бит четности; Разделитель начала/конца передачи
<b>Кабель</b>	Экранированная витая пара, Тип кабеля A	Экранированная витая пара, Тип кабеля A	Экранированная витая пара, Тип кабеля A	Экранированная витая пара, Тип кабеля A	Одно, многомодовый кабель; PCF, Пластиковый кабель
<b>Электропитание по шине</b>	Возможно; Через дополнительные жилы	Возможно; Через дополнительные жилы	Возможно; По сигнальным линиям	Возможно; По сигнальным линиям	Возможно; Используя гибридный кабель
<b>Типы взрывозащиты</b>	Нет	Искробезопасность Ex ib	Нет	Искробезопасность Ex ia/ib	Нет
<b>Топология</b>	Линейная топология с терминированием	Линейная топология с терминированием	Линейная топология с терминированием	Линейная и древовидная с терминированием	Звезда или кольцо; Возможна линейная топология
<b>Количество узлов</b>	До 32 узлов на сегмент. До 126 узлов в сети	До 32 узлов на сегмент. До 126 узлов в сети	До 32 узлов на сегмент. До 126 узлов в сети	До 32 узлов на сегмент. До 126 узлов в сети	До 126 узлов в сети
<b>Количество повторителей</b>	До 9 с восстановлением формы сигнала	До 9 с восстановлением формы сигнала	До 4 с восстановлением формы сигнала	До 4 с восстановлением формы сигнала	Неограничено, необходимо учитывать задержку распространения сигнала

Таблица 1: Обзор технологий передачи данных

## 2.2. Технологии передачи данных MBP и MBP-IS

Технология передачи MBP реализует возможность одновременной передачи данных и подачи электропитания узлам, подключенным к шине. Передача данных и питания производится через один и тот же кабель, это позволяет значительно упростить прокладку кабелей. В свою очередь это делает процесс установки системы проще и безопаснее. MBP предоставляет

Скорость передачи [Kbit/s]	Дальность передачи в сегменте [m]	Технология
9,6 19,2 45,45 93,75	1200	RS485
187,5	1000	RS485
500	400	RS485
1500	200	RS485
3000 6000 12000	100	RS485
31,25	1900	MBP
Значения даны для кабеля типа А со следующими характеристиками		
Волновое сопротивление	135 ... 165 Ω	
Емкость	≤ 30 pF/m	
Сопротивление жил	≤ 110 Ω/km	
Диаметр жилы	> 0.64 mm	
Сечение жилы	> 0,34 mm <sup>2</sup>	

Таблица 4: Характеристики RS485 и MBP

Стандарт IEC 61158-2 для технологии передачи данных MBP
До 32 узлов в сегменте
Скорость передачи данных 31,25 Kbit/s
Для полевых устройств: Мин. рабочее напряжение 9 V DC Мин. потребляемый ток 10 mA
Передача цифрового сигнала с использованием кода Манчестер II (MBP) при амплитуде ± 9 mA
Передача сигнала и электропитания через витую пару
Тип кабеля - А
Подключения полевых устройств через ответвления к основному кабелю (магистрали), обеспечение отключения узла без влияния на остальные узлы
Максимальная длина основного кабеля, включая ответвления - 1900 m

Таблица 3: Характеристики MBP и MBP-IS

полевым устройствам все выгоды цифровой передачи данных. Этот стандарт был разработан специально для удовлетворения всех требований систем автоматизации процессов и описан в IEC61158-2.

Подробности в таблицах 1 и 2.

MBP-IS предназначена для использования во взрывоопасных зонах и широко применяется в химической промышленности и нефтегазовой отрасли. Взрывозащита реализуется ограничением мощности питания от шины или, что чаще, ограничением мощности в установленных полевых устройствах. Простейшим путем создания искробезопасных систем является использование моделей FISCO и Entity. Использование компонентов соответствующих указанным стандартам гарантирует искробезопасность и более не требует дополнительных проверок.

## 2.3. Передача данных по оптическим каналам

Существуют условия применения полевых шин, в которых передача по проводам становится практически невозможна, к примеру, в условиях сильных электромагнитных помех или при необходимости передачи на большие расстояния. В таких случаях возможно применение оптических каналов передачи данных. Соответствующее руководство описывает применение таких технологий с PROFIBUS. Спецификации гарантируют, что существующие PROFIBUS устройства могут быть интегрированы в волоконно-оптическую сеть без какого – либо негативного влияния, что гарантирует совместимость с уже существующими PROFIBUS системами.

Поддерживаемые типы волоконно-оптического кабеля перечислены в таблице 4. Вследствие характеристик передачи, типичной топологией сети является «звезда» и «кольцо», так же возможно применение линейных структур. Реализация волоконно-оптической сети в простейшем случае потребует применения электрооптических преобразователей, которые соединяют устройства, имеющие интерфейс

Тип волокна	Диаметр сердцевины [µm]	Дальность
Многомодовое стеклянное	62,5 / 125	2 - 3 km
Одномодовое стеклянное	9 / 125	> 15 km
Пластиковое волокно	980 / 1000	до 100 m
HCS®	200 / 230	около 500 m

Таблица 2: Поддерживаемые типы оптоволоконного кабеля

RS485, с волоконно-оптической сетью. Это делает возможным переход от RS485 к оптической передаче в автоматизированной системе, в зависимости от сложившихся условий.

## 2.4. Передача по беспроводным каналам

PROFIBUS так же используется и в беспроводных коммуникациях. Не смотря на то, что PI не предоставляет подобных спецификаций или руководств, гарантируется совместимость беспроводных и проводных систем. Беспроводную передачу данных используют многие реально работающие системы.

В системах PROFIBUS возможно беспроводное подключение датчиков и исполнительных механизмов. К выпуску готовится руководство описывающее интеграцию с WirelessHART.

## 2.5. Технологии передачи в опасных зонах.

При работе полевых шин в опасных зонах, обычным выбором является интерфейс PROFIBUS MBP. Кроме требований стандарта IEC 61158-2 должны соблюдаться и требования IEC 60079-11, представляющего более строгие требования к взрывозащите. Главным образом используются две концепции:

- **Модель FISCO (IEC60079-27)** представляет нормативно одобренную реализацию взрывозащиты не требующую отдельных вычислений. Характеризуется, однако, достаточно низкой мощностью подаваемой на сегмент, а следовательно и небольшой допустимой длиной кабеля и малым числом устройств в сегменте.

- **Концепция мощной магистрали**, где ограничения на мощность были сняты применением более высокого класса взрывозащиты Ex e (повышенная защита). Искрозащита применяется там, где работа с полевыми устройствами возможна без получения специального разрешения.

В некоторых случаях, так как интерфейс RS485 соответствует требованиям типа взрывозащиты Ex e, он может применяться в опасных зонах.

### Модель FISCO (IEC60079-27)

**Модель FISCO (Fieldbus Intrinsically Safe Concept** – концепция искробезопасности полевых шин) упрощает проектирование, монтаж и расширение сетей PROFIBUS в опасных зонах 1 класса. Эта модель базируется на том, что коммуникационная сеть искробезопасна и не требует вычислений для подтверждения если все компоненты, такие как полевые устройства, кабельные соединения, разделители сегментов и терминаторы шин соответствуют набору ограничений (по напряжению, току, мощности, индуктивности и емкости). Считается что искрозащита в сегменте подтверждена, если все его компоненты сертифицированы по стандарту FISCO. Существует ряд ограничений:

- Каждый сегмент может иметь только один источник питания.

- Общая длина кабеля не должна превышать 1000 метров.

Модель FISCO гарантирует, что:

- Полевые устройства всегда функционируют как пассивные приемники.

- Допустимые входные мощности каждого полевого устройства больше возможной и допустимой выходной мощности источника питания сегмента.

Тип взрывозащиты Ex i (IEC60079) – искрозащита, наиболее используемый тип в системах измерения и управления. Такая защита основывается на ограничении напряжения и тока в искробезопасных цепях до уровня, когда ни термический эффект ни искра не могут вызвать возгорания взрывоопасной смеси. Эти ограничения связывают с ограничением тока питания сегмента до 100 mA с соответствующим ограничением длины кабеля и количества узлов сети.

## Концепция мощной магистрали

Искрозащита действительно необходима только в системах управления процессом, где требуется иметь доступ к устройствам для их замены и обслуживания без остановки всего процесса. В других частях системы (на магистральном кабеле) это требование не действует, поэтому может применяться тип взрывозащиты Ex e (increased safety – повышенная защита), что соответственно позволяет передавать больше мощности. Увеличивается предельная длина кабеля и количество полевых устройств.

Следовательно, возможно применять смещенную концепцию – класс защиты Ex e для магистрали и искробезопасность Ex i для ответвлений, которые могут быть созданы с помощью устройств называемых барьерами полевой шины. Выходная мощность барьеров условно искробезопасна для подключения полевых устройств. Обзор данной концепции дан на рисунке 5.

Для автоматических систем, работающих в опасных зонах 2 класса, магистраль разрабатывается с применением взрывозащиты типа Ex nA (неискрящее оборудование), что позволяет использовать высокие токи в зоне класса 2. В следствии мене строгих требований к взрывозащите, обычные полевые разделители могут использоваться вместо барьеров. Полевые устройства с типом защиты Ex nL (ограничение энергии) могут быть подключены к защищенным от короткого замыкания выходам барьера, рассчитанным на выходной ток 40mA.

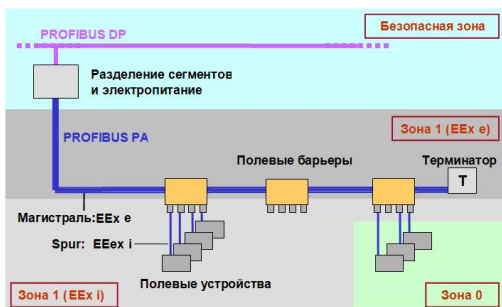


Рисунок 5: Использование различных типов взрывозащиты

## 2.6. Топология

В случае использования интерфейса RS485 топология сети представляет линейную структуру с количеством узлов в сегменте до 32 (ведущих и ведомых). В начале и конце каждого сегмента устанавливаются активные терминаторы шины, на который постоянно должно подаваться питание. Шинный терминатор реализуют как опциональную включаемую часть устройств или коннектора. Если в сегменте более 32 узлов или длина линий превышает максимально допустимую, то необходимо использовать репитеры.

В случае использования технологии MBP возможно использовать любую топологию сети. На практике топология «магистраль с ответвлениями» стала стандартом де-факто (см. рисунок 6). Благодаря отработанным

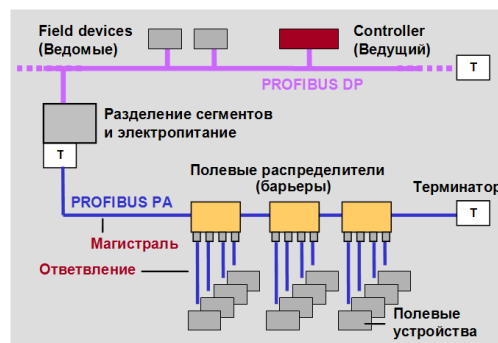


Рисунок 6: Соединение DP и PA сегментов

технологиям монтажа доступным на рынке такая топология показывает высокий уровень надежности. Общая длина сегмента не должна превышать 1900 метров, а длина искробезопасных ответвлений – 30 метров и должна включаться в общую длину.

Разделение сегментов MBP и RS485. Технология передачи MBP применяется в определенных частях системы, для устройств, работающих в опасных зонах. Соединение этих частей с сегментами RS485 производится с помощью «разделителей сегментов» или «соединителей» (links). Они выполняют следующие задачи:

- Перекодирование асинхронных сигналов RS485 в синхронные сигналы MBP.
- Предоставление питания для сегмента PA и ограничение тока питания.

- Разделение скоростей передачи.
- Изолирование и ограничение мощности для опасных зон.

Разделители сегментов прозрачны с точки зрения протокола шины, устройства в сегментах MBP непосредственно видны на стороне DP и разделитель не требует никакой дополнительной настройки.

«Соединители» (links), напротив, интеллектуальные устройства и позволяют представлять все устройства в MBP сегменте как одно ведомое устройство в сегменте RS485. Соединители требуют настройки и ограничивают объем данных передаваемых от и к подсоединенным устройствам 244 байтами. Циклические данные от устройств PA собираются в одну DP телеграмму и для ее получения ведущий должен сделать отдельный запрос. Более быстрые сегменты DP позволяют интегрировать большее количество PA сегментов в DP сеть через разделители сегментов или «соединители».

## 2.7. Резервирование

Для задач, где требуется высокая степень готовности и надежности, таких как непрерывное производство, применяются резервированные системы, в которых может быть дублирован каждый элемент. Существует несколько концепций резервирования, которые при необходимости могут работать и совместно, в

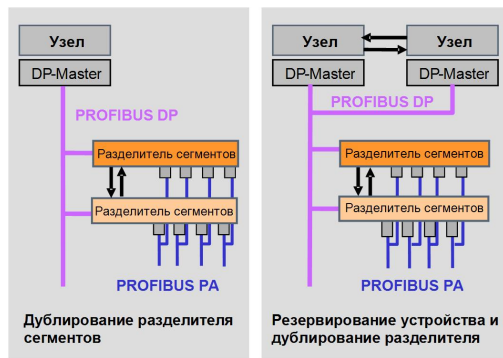


Figure 8: Различные концепции резервирования

особых случаях возможно резервирование с полным пространственным разделением:

- **Резервирование ведущего:** Разрабатывается дублированная система управления или контроллер (рисунок 7).
- **Резервирование каналов передачи данных:** Разрабатываются дублированные каналы передачи.
- **Резервирование разделителей / соединителей / шлюзов:** Предусматриваются дублированные разделители сегментов. В случае сбоя одного другой может взять на себя его функции. Ведущий не уведомляется о переключении на другой разделитель, данные не теряются.
- **Резервирование кольцом:** Использование резервированных разделителей и полевых устройств с активными распределителями позволяет реализовать кольцевое резервирование, что позволяет достичь более

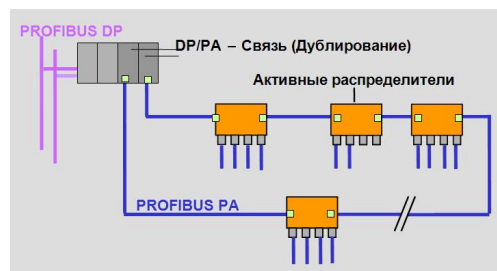


Рисунок 7: Кольцевая топология PROFIBUS PA

надежного резервирования каналов связи. В случае сбоя в сегменте (короткое замыкание или обрыв) он продолжает функционировать, передавая данные через разделитель (кольцо размыкается, образуя линейную структуру – рисунок 8).

- **Резервирование ведомого:** Резервируется все полевое устройство или только PROFIBUS соединение. Концепция резервирования ведомых устройств описана в спецификациях PROFIBUS. Резервированные полевые устройства должны иметь одинаковую базу, кроме того, должно быть определено какое устройство является основным, а какое – вторичным.



Существуют решения различных производителей для резервирования каналов связи и ведущих устройств.

## 2.8. Сведения о монтаже RS485

Существуют различные типы кабеля (типы от А до D) для различных случаев применения. Они служат соединения устройств друг с другом и элементами сети (разделителями сегментов, соединителями, повторителями). Для применения с RS485 рекомендован кабель типа А. При присоединении к узлам необходимо убедиться, что кабели данных не перепутаны. Чтобы добиться высокой помехозащищенности системы следует применять экранированный кабель. Экран кабеля с обоих концов должен присоединяться к защитному заземлению, при этом контакты должны обеспечивать хорошую проводимость. Рекомендуется эквипотенциальное соединение всех полевых устройств в сети. Кабель данных должен располагаться как можно дальше от силовых линий. Следует избегать скоростей передачи в линиях связи выше чем 1,5 мбит/с. К одному сегменту возможно подключить до 32 узлов.

Коннекторы, предлагаемые на рынке, позволяют подключение входящего и исходящего кабеля данных непосредственно в коннекторе. Это позволяет избежать заглушек и дает возможность подключать и отключать коннектор от шины в любое время, без прерывания передачи данных. Такие коннекторы применимы с RS485 и различаются степенью защиты. Для защиты IP 20 предпочтительно использовать 9 штырьковый коннектор D-Sub. Для IP65/67 существуют различные решения:

- M12 круглый коннектор по IEC60947-5-2
- Коннекторы Han-Brid по рекомендациям DESINA
- Гибридные коннекторы
- Коннекторы 7/8"

Имеются гибридные системы подключения предоставляющие возможность передачи данных по волоконно-оптическому кабелю и 24в питания по медному кабелю в одном гибридном кабеле.

Опыт показывает, что сложности с передачей данных в сетях PROFIBUS обычно заключаются в неправильной разводке или монтаже кабеля. В случае проблем могут помочь устройства тестирования шины. Эти устройства помогут выявить многие ошибки в разводке кабеля.

В каталоге продуктов PROFIBUS на [www.profibus.com](http://www.profibus.com) можно найти ссылки на множество различных типов коннекторов, кабелей, повторителей и тестирующих устройств.

## 2.9. Сведения о монтаже MBP

Искробезопасная технология передачи данных MBP обычно используется в небольшом числе подсегментов (полевые устройства в опасных зонах) системы. MBP сегменты соединяются с сегментами RS485 (система управления и инженерные устройства в станциях измерения) через разделители сегментов или «соединители».

Как уже было сказано, разделители сегментов представляют собой преобразователи сигнала, которые адаптируют сигналы RS485 в сигналы MBP и наоборот. Они прозрачны с точки зрения протокола шины.

«Соединители» же представляют собой интеллектуальные устройства. Они позволяют воспринимать все устройства в сегменте MBP как единственное подчиненное устройство в сегменте RS485. В сегменте MBP «соединитель» действует в качестве мастера. Если используется «соединитель» сегменты PA(MBP) не влияют на скорость передачи данных в сегменте RS485. Становится возможным создание высокоскоростных сетей с устройствами, использующими интерфейс MBP, для задач управления.

В качестве среды передачи используется экранированная витая пара (тип А). Главный кабель шины имеет на концах пассивное терминирование. Терминаторы шин уже встроены в разделители сегментов и «соединители». Полевые устройства, использующие интерфейс MBP, обычно снабжают схемами автоматического определения полярности подключения, поэтому ошибки при подключении таких устройств не будут иметь



негативных последствий для функционирования шины.

Для разработки дизайна сегментов сети может использоваться бесплатное программное обеспечение ([www.segmentchecker.com](http://www.segmentchecker.com)). С помощью этого ПО, электрическое функционирование сегментов может быть проверено до начала монтажных работ. На этапе разработки и проверки так же определяется длина кабеля и возможное количество устройств. Выполнение предварительной разработки и планирования защищает пользователя от возможной необходимости внесения последующих дорогостоящих изменений в уже установленную систему.

Допускается совместная работа устройств с внешним питанием и с питанием от шины. При расчете максимального тока питания необходимо учесть, что даже устройства с внешним питанием потребляют определенный небольшой ток от шины.

## 2.10. Диагностика шины

Диагностика шины позволяет проводить проверку функционирования физического уровня шины для каждого сегмента или устройства. Диагностика шины производится с помощью специальных инструментов доступных на рынке. Для сдачи систем в эксплуатацию более не требуется глубоких знаний о формах электрического сигнала и возможных причинах сбоев.

Даже если симуляционные испытания на старение системы не выявили никаких рисков, существуют другие причины для непрерывного мониторинга физического уровня сети. Даже в большей мере, чем нежелательные изменения в связи состоянием окружения на работу системы влияют вмешательства в работу системы для обслуживания или монтажа. Инструмент диагностики отслеживает все важные параметры, влияющие на качество передачи.

Интеграция диагностики шины в технологии электропитания делает возможным постоянный мониторинг состояния системы. Постоянное наблюдение облегчает обнаружение ошибок, которые иначе могут остаться незамеченными,

оно позволяет определить изменения в физическом уровне сети и исправить неполадки до того как они приведут к сбою шины. Диагностика шины позволяет значительно облегчить устранение неполадок, так как обслуживающий персонал обеспечивается подробной информацией о возможных ошибках.

Замечание: Пояснения о диагностике полевых устройств находится в разделе 4, часть «Профиль РА»

## 3. Коммуникации PROFIBUS

Устройства PROFIBUS обмениваются данными, используя протокол PROFIBUS DP, один для всех устройств. Протокол PROFIBUS DP устанавливает правила циклического и ациклического обмена.

Процесс обмена использует метод ведущий – ведомый. Ведущее устройство (PLC, PC или система управления) циклически запрашивает у подчиненных устройств (полевые устройства, устройства ввода-вывода, привода) обмен данными. Запрошенный ведомый посылает запрашивающему мастеру ответное сообщение. Сообщение – запрос от мастера содержит выходные данные, например, уставку скорости привода, а соответствующий ответ ведомого – входные данные, например, последнее измеренное значение с датчика. Цикл шины заканчивается, когда ведущим будут опрошены по очереди все подчиненные устройства.

Кроме циклического обмена, служащего для быстрого обмена данными между ведущими и ведомыми устройствами через постоянные промежутки времени, PROFIBUS так же может передавать данные по требованию, например данные для настройки устройств. Ведущее

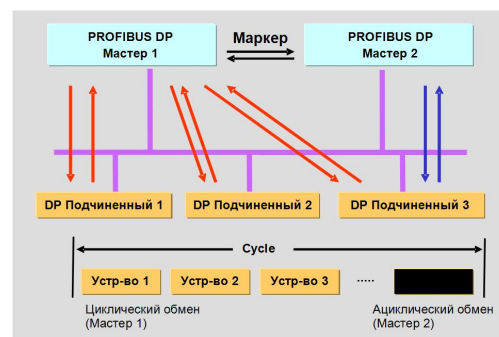


Рисунок 9: Циклические и ациклические коммуникации DP-V1

устройство может ациклически (в произвольный момент) обратиться к подчиненному для чтения или записи данных. В сети PROFIBUS может быть несколько ведущих устройств. В таком случае, право на доступ к шине передается от активного ведущего устройства следующему в сети (принцип передачи маркера).

### 3.1. Коммуникационный протокол PROFIBUS DP

Для оптимального удовлетворения потребностям в различных областях применения, функциональность коммуникационного протокола PROFIBUS DP разделена на три уровня: DP-V0, DP-V1 и DP-V2 (рисунок 10).

**Версия DP-V0** предоставляет базовую функциональность коммуникационного протокола. Она включает циклический обмен данными и специфичные для устройства, модуля или канала процедуры диагностики для быстрого выявления неисправностей, например, «превышение температуры», «короткое замыкание выхода».

**Версия DP-V1** расширяет DP-V0 функциями ациклического обмена для параметризации, управления, мониторинга и обработки аварийных сигналов. DP-V1 позволяет он-лайн доступ к

устройствам на шине через средство разработки (рисунок 9).

**Версия DP-V2** содержит дополнительные функции, в частности, требующиеся для задач управления приводами. Это функции для обмена между подчиненными устройствами, синхронизации циклов и работы с метками времени.

Полевые устройства для автоматизации процессов, это обычно подчиненные устройства с уровнем функциональности DP-1 и могут производить ациклический обмен для установки параметров устройства.

### 3.2. Классы устройств

Устройства PROFIBUS разделены на 3 класса по выполняемым функциям:

PROFIBUS DP **мастер класса 1 (DPM1)**

PROFIBUS DP мастер класса 1 - ведущее устройство, использующее циклический обмен для обмена данными процесса со связанными подчиненными устройствами. Устройства данного типа обычно встроены в программируемые контроллеры или станции автоматизации систем

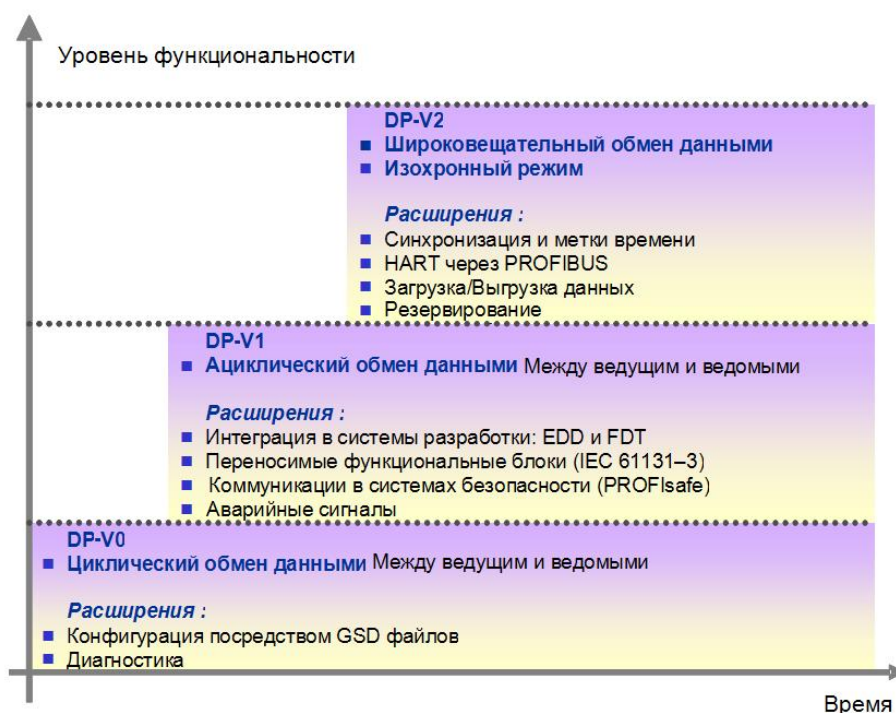


Рисунок 10: Протокол PROFIBUS DP, уровни функциональности



Производители чистых химикатов должны гибко реагировать на пожелания своих заказчиков и часто адаптировать перенастраивать свои системы. Благодаря замечательной гибкости, PROFIBUS является наиболее подходящим решением в данной ситуации.

управления процессом.

### PROFIBUS DP мастер класса 2 (DPM2)

PROFIBUS DP мастер класса 2 - ведущее устройство, рассматриваемое как инструмент для введения в эксплуатацию PROFIBUS систем. В ходе расширения функционала DP-V1 и DP-V2, DPM2 был специально определен как ведущее устройство, которое может использоваться для установки параметров устройств через ациклический обмен. Устройства этого типа обычно являются частью инженерной станции и не требуют постоянного подключения к системе.

### Ведомые устройства PROFIBUS

Ведомые устройства PROFIBUS - пассивные коммуникационные узлы, реагирующие на запросы мастера посылкой ответных сообщений. Обычно это полевые устройства (удаленный ввод-вывод, привода, клапаны, датчики, анализаторы) которые получают значения переменных процесса или играют определенную роль в управлении процессом. Выделяют компактные и модульные ведомые устройства. Модульные устройства состоят из головной станции, имеющей интерфейс для подключения полевой шины и слоты для подключения различных модулей. Модульное устройство обеспечивает гибкость, позволяя адаптироваться к требуемым входным и выходным данным. Компактные устройства имеют фиксированный набор входных и выходных данных.

Подавляющее большинство ведомых устройств в автоматике процессов это модульные устройства в которых отдельные модули существуют в программном обеспечении устройства (виртуальные модули) и могут не представлять отдельного физического модуля. Виртуальные модули, предоставляющие доступ к соответствующим данным ввода-вывода, активируются или деактивируются при установлении циклических коммуникаций. Набор виртуальных модулей, который может использоваться подчиненным устройством в автоматизации процессов, определяется в профиле PA устройств.

Часто PROFIBUS мастер поддерживает функции и DPM1 и DPM2. Так же существуют устройства, которые могут функционировать и как ведущие и как ведомые. На практике, редко можно однозначно отнести конкретное физическое устройство к какому-либо из описанных выше классов.

### 3.3. Циклический обмен и диагностика PROFIBUS

После загрузки конфигурации, мастера класса 1 устанавливает циклические коммуникации со связанными ведомыми устройствами (канал MSO). Во время загрузки, подчиненное устройство применяет двух-стадийный метод проверки конфигурационных данных, принятых от мастера. Заданные параметры (адрес мастера, интервал сторожевого таймера, идентификатор) передаются подчиненному устройству (параметризация) и затем проверяются (конфигурация). Идентификатор уникален для каждого типа устройств и назначается PI. Подчиненное устройство может участвовать в циклическом обмене, только если идентификатор, переданный в конфигурации, совпадает с идентификатором самого устройства. Далее передается и проверяется конфигурация модулей. Необходимо чтобы модули, указанные в конфигурации, соответствовали физически установленным или чтобы устройство могло адаптироваться к принятой конфигурации модулей.



К производству пищевых продуктов предъявляются особо строгие требования по обеспечению качества и контролю процесса производства. В PROFIBUS, обеспечение указанных свойств имеет наивысший приоритет, свидетельством этого является широкое его распространение в пищевой промышленности.

Успешность установления связи проверяется запросом диагностических данных. Подчиненное устройство сообщает мастеру о неверных параметрах через соответствующие сообщения об ошибках стандартной диагностики PROFIBUS. Если параметры и данные конфигурации верны, мастер инициирует циклический обмен с подчиненным устройством.

Диагностика PROFIBUS включает в себя стандартную и расширенную диагностику. Последняя включает в себя специфичные для устройств данные, относящиеся к процессу измерения или регулировки. Об изменении любых диагностических параметров подчиненное устройство сообщает в ответных сообщениях во

время циклического обмена. На следующем цикле шины мастер вместо данных процесса запросит диагностические данные устройства. Каждое подчиненное устройство может участвовать в циклическом обмене только с одним мастером класса 1 (DPM1). Это гарантирует непротиворечивость выходных данных.

### 3.4. Ациклический обмен и адресация параметров

Ациклический обмен заключается в чтении или записи параметров устройства по команде мастера. Эти параметры используются для конфигурирования полевого устройства для выполнения возложенной на него задачи в рамках технического процесса.

Существует два канала для ациклической передачи данных (MS1 и MS2). Канала связи MS1, между ведущим и ведомым устройствами, может быть создан, только если между ними уже установлены циклические коммуникации.

Так как подчиненное устройство может циклически обмениваться данными только с одним мастером, то возможно существование только одного канала MS1. При условии установки соответствующих параметров, соединение MS1 устанавливается неявно, совместно с инициализацией циклического обмена. Соединение MS1 контролируется сторожевым таймером.

Подчиненное устройство, когда оно не участвует в циклическом обмене, может иметь соединение MS2 с одним или более ведущим устройством. Соединение MS2 в явном виде устанавливается мастером. Оно имеет отдельный механизм мониторинга, который может закрыть соединение, если оно не используется определенный период времени. В отличие от циклического обмена данными ациклический обмен не требует сложного конфигурирования. Обычно, для установления связи MS2 достаточно знать адрес нужного устройства.

Параметры подчиненного устройства адресуются указанием номера слота и индекса. «Слот» (значение от 0 до 254) соотносится с физическим слотом подключения модуля в модульном устройстве. В устройствах PA слот соотносится с функциональным блоком. «Индекс» является адресом параметра в слоте.

Устройства с профилем PA 3.0 и выше должны иметь канал MS2, канал MS1 является опциональным. На практике, лишь немногие устройства с профилем PA имеют канал MS1. В автоматизации процессов для ациклического



обмена данными обычно используется только канал MS2.

### 3.5. Стандартные функциональные блоки

Технология стандартизированных функциональных блоков играет важную роль при разработке и использовании профилей приложения, так как растущие функциональные возможности полевых устройств допускают возможность интеграции с различными контроллерами без специальных знаний о системах передачи данных и необходимости адаптации прикладной программы. Это достигается использованием функциональных блоков, представляющих иногда достаточно сложные функции полевых устройств (калибровка, пуск мотора, изменение скорости). Вспомогательные функциональные блоки (Proxu FB) являются «представлением» полевых устройств в управляющей программе. Обычно функциональные блоки создаются с помощью языка программирования «структурированный текст» («Structured Text» ST IEC 61131-3). Вспомогательные функциональные блоки предоставляют доступ к своим функциям в графической форме и таким образом могут быть использованы в более простых языках программирования из стандарта IEC 61131-3, таких как LD/COP (релейно – контактная схема), FBD/FUP (язык функциональных блоков) или IL/APL (список инструкций). Вспомогательные функциональные блоки создаются рабочими группами профилей устройств и предоставляются пользователям различными путями. Достоинство такого подхода в том, что такие функциональные блоки могут быть использованы в контроллерах различных производителей. Производители устройств тоже могут использовать подобный подход, что дает их устройствам конкурентное преимущество за счет инкапсулирования определенных функций.

Для того чтобы функциональные блоки могли быть использованы в прикладных программах, в дополнение к известному интерфейсу PROFIBUS (MS0, MS1, MS2 по IEC 64458) должен быть определен системно – независимый, с точки зрения производителей контроллеров, интерфейс

(API). Если производители контроллеров предоставляют стандартизированные коммуникационные блоки (comm FB), это упрощает портирование пользовательского программного обеспечения и вспомогательных функциональных блоков, используемых в программируемых логических контроллерах (PLC).

### 3.6. Коммуникационные функциональные блоки как независимый от системы интерфейс к PROFIBUS

PNO в руководстве «Коммуникационные и вспомогательные функциональные блоки IEC 61158» определила функциональные блоки системно независимого интерфейса. Эти блоки поддерживаются языками программирования по стандарту IEC 61131-3 и коммуникационными сервисами IEC 61158 определенными для PROFIBUS. Руководство определяет коммуникационные блоки для ведущих устройств (мастеров) класса 1 и 2 и подчиненных устройств, а так же некоторые вспомогательные функции. С помощью коммуникационных функциональных блоков технологические функции полевых устройств могут быть адресованы единообразно. Все функциональные блоки используют один

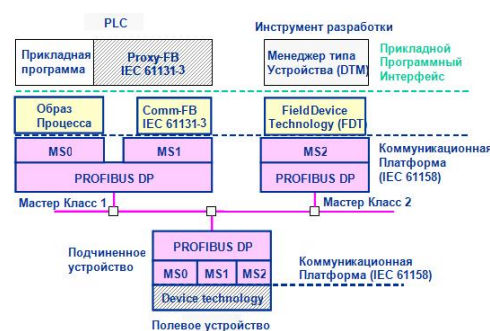


Рисунок 11: Использование функциональных блоков

принцип отображения ошибок, коды ошибок заданы в стандарте IEC 61158–6. Производители предоставляют стандартные коммуникационные блоки в библиотеках IEC (IEC libraries) для каждого контроллера. В дополнении к уже упоминавшемуся системно – независимому

Имя профиля	Содержание профиля	Руководство PNO
<b>Специальные прикладные профили</b>		
Dosing / Weighing	Профиль описывает использование дозирующих и взвешивающих систем с PROFIBUS	3.182a, 3.182 b
Encoder	Профиль описывает подключение различных типов энкодеров	3.062
Fluid Power	Профиль описывает управление гидравлическими приводами через PROFIBUS	3.112
HART on PROFIBUS	Профиль описывает интеграцию устройств HART в PROFIBUS системы	3.102
Ident Systems	Профиль описывает коммуникации между устройствами опознавания (сканеры штрих-кодов, радиометки)	3.142
LabDevices	Профиль определяет свойства устройств лабораторной автоматике на PROFIBUS	2.412
Liquid Pumps	Профиль описывает использование жидкостных насосов PROFIBUS (cooperation with VDMA)	2.422
Low Voltage Switchgear	Профиль определяет обмен данными для низковольтного коммутационного оборудования (разъединители, пускатели, и т.д.) в PROFIBUS	3.122
PA Devices	Профиль определяет параметры устройств автоматизации процесса в PROFIBUS	3.042
PROFdrive	Профиль описывает поведение и доступ к устройствам электропривода в PROFIBUS	3.172; 3.272
Remote I/O	Профиль определяющий взаимозаменяемость устройств удаленного ввода-вывода в автоматике процессов	3.132
SEMI	Профиль определяющий параметры устройств для производства полупроводниковых компонентов (SEMI standard)	3.152
<b>Общие прикладные профили</b>		
Identification & Maintenance	Профиль определяет концепцию идентификации PROFINET устройств и доступ к их данным из сети интернет	3.502
iPar-Server	Профиль определяет сохранение дополнительных параметров в контроллерах и выгрузку параметров в устройства после замены	3.532
PROFIsafe	Профиль определяет коммуникации для задач связанных с обеспечением безопасности с контроллерами безопасности через PROFIBUS	3.092
Redundancy	Профиль определяет механизмы резервирования и дублирования устройств и линий передачи данных	2.212
Time Stamp	Профиль определяет создание меток времени для действий и событий	3.522

**Таблица 5: профили приложений PROFIBUS**

доступу к ациклическому обмену данными через MS1, интерфейс FDT дополняет API для доступа к инженерным и конфигурационным инструментам.

## 4. Профили приложений

Чтобы обеспечить беспрепятственное взаимодействие между узлами на шине в автоматизированной системе, базовые функции и сервисы должны совпадать. Они должны «говорить на одном языке», использовать одни принципы и форматы данных. Это относится как к обмену данными и к функциям устройств, так и к решениям для определенных областей промышленности, в целом. Такое единообразие достигается использованием «профилей» определенных для семейств устройств или для

решений, специфичных для определенных областей промышленности. Профили определяют функциональные возможности устройств, которыми оно должно обязательно обладать. Это может быть общий для классов функционал, например касающийся безопасности (Common Application Profiles – общие прикладные профили) или функционал специфичный для класса устройств (особые прикладные профили). Таким образом, профили делят на:

### - Профили устройств

Для роботов, приводов, энкодеров, насосов и т.д.

### - Отраслевые профили

Для лабораторий, железнодорожных составов и т.д.





Измерение влажности играет важную роль во многих процессах практически во всех отраслях промышленности, но долгое время необходимость интеграции систем измерения с технологией полевой шины оставалась без внимания. PROFIBUS предлагает подобные решения. Одним из примеров является измерение влажности при изготовлении макаронных изделий.

#### - Интеграционные профили

Для интеграции подсистем HART или IO-link.

Рисунок 1 показывает классификацию профилей в системе PROFIBUS, а таблица 5 дает описание доступных профилей PROFIBUS. Далее следует более подробная информация по некоторым из них.

#### 4.1. PROFIdrive

Этот профиль используется в автоматизации производства. Он определяет поведение устройства, метод доступа и формат данных для управления электроприводами на PROFIBUS, от простых частотных преобразователей до высоко динамичных серво контроллеров. Более подробная информация по этому профилю может быть найдена в соответствующем документе (№ 4.322).

#### 4.2. PROFIBUS PA

Этот профиль является основой для использования PROFIBUS в автоматизации

процессов. Автоматизация процессов часто требует применение искробезопасного оборудования и подачи питания по шине. Профиль PA определяет функции и параметры для устройств, контролирующих процесс, таких как передатчики, исполнительные механизмы, клапаны и анализаторы. Эти функции и параметры используются для настройки устройств под определенную задачу и условия процесса. Спецификации опираются на функциональные блоки, а параметры делятся на входные, выходные и внутренние. Профиль так же определяет, как используются различные сервисы коммуникационного протокола PROFIBUS. Например, обмен данными процесса происходит циклически и использует стандартный для всех устройств формат данных. В дополнение к измеренным значениям и преобразованным измеренным величинам этот формат также предоставляет информацию о качестве значения и возможных нарушениях пределов значения. Стандартизированная диагностическая информация создает основу для построения согласованных приложений, упрощает разработку, повышает надежность систем и обеспечивает взаимозаменяемость устройств. Профиль PA версии 3.02 был расширен по сравнению с 3.01 массой специфичных для различных приложений функций. Эти функции – результат многолетнего опыта использования PROFIBUS PA систем, они нацелены на удовлетворение потребностей пользователей.

#### 4.3. Улучшения в профиле PA v3.02

Улучшения, сделанные в профиле PA v3.02 нацелены на оптимизацию управления жизненным циклом устройств. Целью являлось объединение простоты традиционной технологии 4-20 mA с потенциалом производительности технологии полевой шины.

##### Гибкость версий при замене устройств

До сего момента, для замены устройства, должно было использоваться устройство того же поколения (версии), что и заменяемое, даже если на рынке есть более продвинутые модели с инновационными возможностями. Новая версия

профиля снимает это ограничение, позволяя новым устройствам настраивать себя в соответствии с версией и функциями заменяемого устройства (настройка идентификатора, рисунок 12). Новое устройство уведомляется о версии предыдущего контроллером или системой управления и автоматически настраивает себя на функции этого устройства без прерывания процесса. Работа этой функции проверяется при сертификации устройств с профилем PA v3.02. В очередной раз, когда планируется остановка системы, новое устройство может быть интегрировано в систему управления, после чего новые возможности

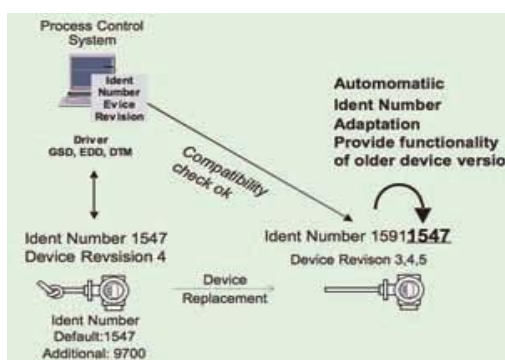


Рисунок 13: Замена устройств с передачей функций предшественника

становятся доступными для использования.

#### Упрощенная интеграция устройств

В отличие от устройств 4-20 мА, конфигурируемых «в поле», интеграция полевых устройств налагает на оператора больше требований вследствие больших функциональных возможностей. Несмотря на это, работа с описанием устройств, которая требуется для их интеграции, не должна требовать специальных знаний от пользователя.

Упрощение, реализованное в профиле 3.02 основывается на общих для производителей правилах, гарантирующих непротиворечивую совместимость между файлами описания устройств (GSD, EDD, DTM) и полевыми устройствами. Кроме прочего, правила требуют хранения стандартных параметров и описателя в самом устройстве, что позволяет автоматически находить соответствие между устройством и файлом описания (рисунок 13). Это дает

значительное упрощение при начальной установке и замене устройств. Кроме того, простые и понятные обозначения на корпусах устройств упрощают нахождение соответствующего устройству файла описания (например, когда устройство берется со склада). Все эти свойства проверяются при сертификации

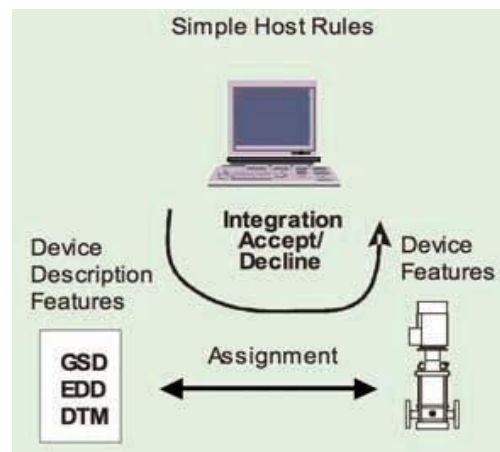


Рисунок 12: Однозначное соответствие устройства и файла описания

устройств.

#### Ускорение выгрузки и загрузки данных

В различные фазы жизненного цикла системы требуется передавать значительные объемы данных, например во время настройки параметров, при сдаче системы в эксплуатацию, во время обслуживания или замены устройств. В зависимости от функциональных возможностей устройства у него может быть до нескольких сотен параметров, что делает важным время передачи. Профиль 3.02 оптимизирует передачу через оптимизацию группировки параметров и упрощение процедуры доступа. В зависимости от объема данных, требуемое время может быть снижено в десятки раз.

#### Стандартизированная диагностика устройств

Соответствие при замене устройств так же гарантируется и в отношении выходной и диагностической информации. Устройства с профилем 3.02 обязаны выдавать диагностическую информацию по категориям, в соответствии рекомендациям NAMUR 107 (Рисунок 14), соответствие категориям устанавливается производителем. Таким

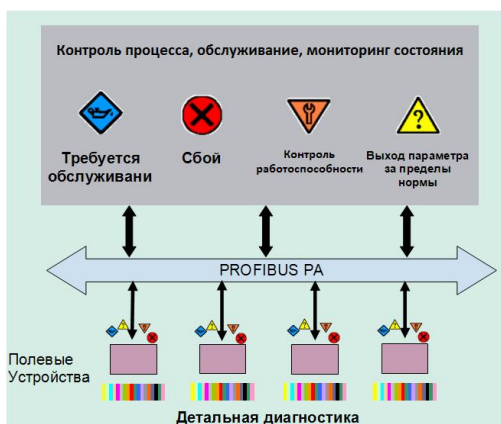


Рисунок 14: Диагностика по рекомендациям NAMUR 107

образом, при замене устройства владельцу не нужно тратить время и прилагать усилия для адаптации или внесения изменений. Все устройства по-умолчанию предоставляют идентично структурированную диагностическую информацию, что дает возможность быстро и легко производить общий обзор системы. Дополнительная детальная информация дает возможность планировать замену и починку устройств, что позволяет избежать простоев из – за неисправностей, сократить затраты и продлить срок службы системы.

#### 4.4. HART через PROFIBUS

Ввиду большого числа используемых HART устройств, их интеграция в существующие или новые сети PROFIBUS является насущной задачей для многих пользователей. Документ "PROFIBUS профиль HART" предоставляет для этой задачи открытое решение. Он описывает использование коммуникационного механизма PROFIBUS без внесения изменений в протокол или сервисы PROFIBUS. Документ определяет профиль PROFIBUS, который реализуется в ведущих и ведомых устройствах и позволяет использовать протокол HART с PROFIBUS. Разработка спецификаций происходила при сотрудничестве с организацией HART, что гарантирует полное соответствие спецификациям HART.

HART клиент интегрирован в ведущее устройство PROFIBUS, а ведущее устройство HART - в ведомое устройство PROFIBUS (Рисунок 15), которое

выполняет роль концентратора и организует связь с HART устройствами.

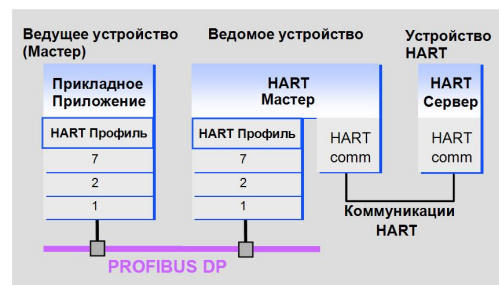


Рисунок 15: Функционирование HART устройств через PROFIBUS

Для передачи сообщений HART был определен независимый от MS1 и MS2 канал. Одно HDM (HART Master Device) работает с несколькими клиентами. Количество клиентов зависит от реализации.

Версия профиля 2.0 добавляет возможность интеграции нового поколения беспроводных HART устройств. Нет необходимости реализации этого профиля в ведущих устройствах PROFIBUS DP для циклического обмена данными с распределенной периферией и диагностики канала.

Устройства HART могут присоединяться к HMD через различные компоненты или к PROFIBUS через модули. Способ соединения задается в GSD файле компонента или в конфигураторе модуля устройства. HART устройство обычно интегрируется через ведущее устройство PROFIBUS класса 2 или HMD. Детальная конфигурация сложных HART устройств может производиться с использованием концепции EDD или FDT/DTM.



Использование PROFIBUS с профилем PROFIdrive широко распространено в системах управления упаковочными машинами. Все функции выполняются на одной шине, что значительно снижает расходы на оборудование, разработку и обучение.

#### 4.5. PROFIsafe

Риск для человеческого здоровья, порча оборудования и урон для окружающей среды являются неотъемлемой частью многих промышленных процессов. Вследствие этого, большую важность приобретают технологии автоматизации, имеющие отношения к обеспечению безопасности, так как они представляют гораздо более высокие требования к безопасности в сравнении со стандартными технологиями автоматизации. Полевая шина так же должна удовлетворять высоким требованиям безопасности и коммуникационный профиль PROFIsafe позволяют добиться этого с PROFIBUS.

Детальная информация о PROFIsafe может быть найдена в соответствующем документе (Порядковый номер 4.341).

#### 4.6. Идентификация и Обслуживание (I&M)

Описания, собранные в профиле приложения Identification & Maintenance (Идентификация и Обслуживание) определяют, какие данные должны храниться в каждом PROFIBUS устройстве. Это позволяет владельцам устройств получать доступ ко всем данным всех устройств во время конфигурирования и сдачи системы в эксплуатацию, а так же при параметризации и обновлении. Источником данных для этого являются XML (eXtended Markup Language) файлы,

храняемые на сервере [www.profibus.com](http://www.profibus.com). Эти файлы создаются и поддерживаются производителем в актуальном состоянии на протяжении всего жизненного цикла устройств (Рисунок 16).

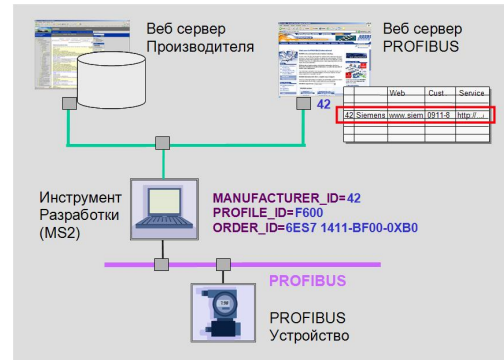


Рисунок 16: Принципы функционирования I&M

### 5. Интеграция устройств

Открытость PROFIBUS является достоинством, заслуживающим особого внимания, которое позволяет PROFIBUS быть совместимым с большим количеством устройств от многих производителей. Однако, это означает что выигрышу от большого количества устройств и систем противопоставляется соответствующее большое количество устройств человеко-машинного интерфейса. Стандарты для централизованной и единообразной интеграции полевых шин в автоматические системы, были разработаны для того, чтобы установка, управление версиями и обслуживание устройств не требовало непропорционально большого времени и усилий. Устройства обычно интегрируются отображением их функциональности в операторское программное обеспечение. Этот процесс оптимизирован постоянным менеджментом данных в течении цикла жизни системы, с идентичными структурами данных для каждого устройства. Все стандарты, на которые упомянуты далее, могут использоваться совместно с PROFIBUS. Общая информация об интеграции устройств может быть найдена на рисунке 17.



## Общее Описание Станции (GSD - General Station Description)

GSD файл предоставляет производителем устройств и представляет электронную таблицу с описанием коммуникационных атрибутов устройства. Он предоставляет всю необходимую информацию для организации циклических коммуникаций с ведущим PROFIBUS устройством и для конфигурации сети PROFIBUS в форме текстового описания. GSD содержит ключевые данные об устройстве - информацию о его коммуникационных возможностях и диагностические значения. Одного GSD файла достаточно для организации циклического обмена измеренными величинами между устройством и автоматизированной системой.

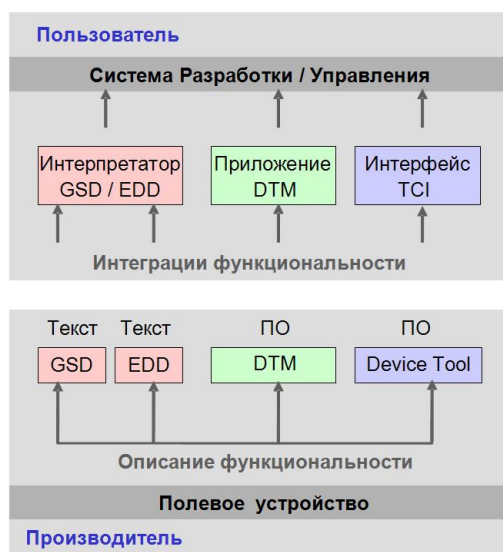


Рисунок 17: Интеграция устройств

## Описание Электронных Устройств (EDD - Electronic Device Description)

Одного GSD не достаточно для описания специфических функций и параметров сложного полевого устройства. Для параметризации, обслуживания и диагностики требуется более мощный язык. Для этих целей существует Язык Описания Электронных Устройств (Electronic Device Description Language - EDDL) по стандарту IEC 61804-2. Дальнейшая разработка стандарта производится совместными усилиями PI, HART Communication Foundation, Fieldbus Foundation и OPC Foundation.

EDD – описание устройства в текстовой форме, независимое от операционной системы. Оно предоставляет информацию об ациклических функциях устройства, а так же данные для заказа, инструкции по обслуживанию и т.д. Данные из EDD файлов извлекаются с помощью EDD интерпретаторов. Интерпретатор является открытым интерфейсом между EDD и программой оператора. EDD предоставляет программе данные стандартного вида для отображения независимо от устройства и производителя.

## Менеджер Типа Устройства (DTM - Device Type Manager) и Инструментарий Полевого Устройства (FDT - Field Device Tool)

В отличие от GSD и EDD использующих файлы описания, технология DTM/FDT базируется на программных методах интеграции. DTM – программный компонент использующий для коммуникаций с инженерной системой интерфейс FDT. Технология DTM/FDT разрабатывается FDT Group.

DTM – программа оператора устройства с помощью которой задействуются функционал или коммуникационные возможности устройства. Она имеет стандартизированный интерфейс FDT с основным приложением инженерной системы. DTM программируется производителем в соответствии со спецификой конкретных устройств и имеет отдельный пользовательский интерфейс для каждого устройства. Технология DTM обеспечивает большую гибкость настройки.

Интерфейс FDT открыт и может использоваться всеми производителями, и служит для интеграции полевых устройств с операторской программой. Он определяет как DTM взаимодействует с основным приложением инженерной системы. Сам интерфейс независим от коммуникационного протокола и реализован сейчас для более чем 13 протоколов, включая PROFIBUS, PROFINET и IO-Link.

## Интерфейс Вызова Инструмента (TCL - Tool Calling Interface)

Требование централизованного взаимодействия с датчиками и исполнительными механизмами, обладающими коммуникационными способностями, в системах производства привело

к разработке TCL. TCL – открытый интерфейс между инженерным инструментарием всей системы и инструментарием сложного устройства (привода, лазерные сканеры и т.д.), который делает возможным централизованную параметризацию и диагностику с инженерной станции без остановки всей системы. Интерфейс TCL не зависит от производителя, и позволяет загрузку динамических параметров в устройство без необходимости покидать инженерный инструмент. Для пользователей это означает значительное упрощение и сбережение времени при вызове инструмента устройства, конфигурации и онлайн диагностике систем и машин. В дополнение к интегрированным в устройство инструментам, такие технологии как EDDL и FDT могут быть использованы через соответствующее программное обеспечение.

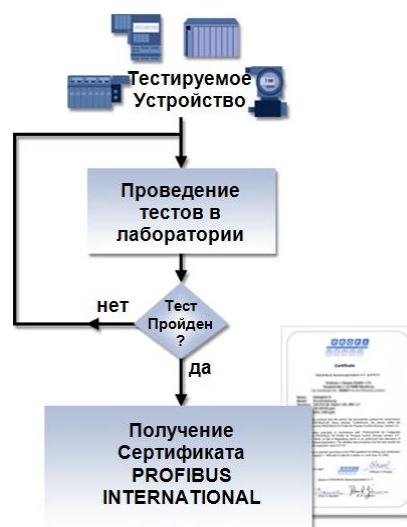


Рисунок 18: Сертификация устройств

сертификационный центр выдает сертификат на устройство по требованию производителя.

Процедура тестирования и сертификации описаны в соответствующих руководствах.

#### Процедура тестирования.

Для проведения тестирования необходимы идентификационный номер устройства и GSD файл, так же может требоваться EDD файл.

Процедура тестирования одинакова для всех лабораторий и состоит из следующих шагов:

**Проверка GSD/EDD файлов** гарантирует, что описание устройства соответствует спецификациям.

**Тест аппаратного обеспечения.** Проверяются электрические свойства интерфейса PROFIBUS тестируемого устройства на соответствие стандарту. Проверяются номиналы терминирующих резисторов, пригодность модулей драйверов и других использованных модулей, а так же уровень производительности.

**Функциональный тест.** Тестируется протокол доступа к шине, протокол передачи и функции устройства. Параметризация и настройка тестирующей системы производится с помощью GSD файла. Используется метод черного ящика, т.е. не требуется знать внутреннюю структуру или особенности реализации устройства. Ответные сообщения, сгенерированные тестируемым

## 6. Проверка качества и сертификация

Для того чтобы различные PROFIBUS устройства различных производителей могли правильно выполнять свои задачи в системах автоматизации, они должны обмениваться информацией через шину без ошибок. Залогом этого является реализация коммуникационного протокола и профилей приложения по установленным стандартам. Для того чтобы гарантировать корректность реализации протокола и профилей производителем, каждое новое устройство проходит процедуру обязательной сертификации (рисунок 18).

Цель сертификации – гарантировать пользователям, что полевые устройств PROFIBUS от разных производителей смогут работать друг с другом без ошибок и сбоев. Сертификация проводится в аккредитованных тестовых лабораториях, процедура сертификации и требования к устройствам описаны в руководствах PI. Сертификация позволяет выявить ошибки реализации стандарта на ранних стадиях, и производитель может внести исправления, прежде чем выпустить устройство. Сертификационный тест так же проверяет совместимость устройства с другими сертифицированными полевыми устройствами. После успешного прохождения тестов



устройством, и временные соотношения записываются монитором шины.

**Тест соответствия.** Ключевой момент тестирования. Проверяется соответствие реализации протокола стандарту. Тестируется работа конечного автомата, поведение в случае ошибок, адресуемость, диагностическая информация и смешанные операции.

**Тест совместимости.** Исследуется возможность работ устройства с устройствами других производителей. Проверяется работоспособность системы в случае подключения к ней тестируемого образца. Тестируется работоспособность устройства с различными мастерами.

**Тест профиля.** Выполняется проверка совместной работы нескольких тестируемых устройств. Тест профиля производится для PROFIdrive, PA устройств и профиля PROFIsafe. Тестируется корректность реализации функций профиля.

Все шаги тестирования подробно документируются. Записи доступны для производителя и сертификационной организации. Отчет о проведении тестирования является основанием для выдачи сертификата.

Когда полевое устройство проходит все тесты, производитель может запросить сертификат от организации PROFIBUS. Каждому сертифицированному устройству присваивают сертификационный номер. Сертификат действителен в течение 3 лет и может быть продлен по запросу производителя или по результатам нового тестирования. Адреса тестовых лабораторий можно узнать на сайте PROFIBUS в сети Интернет.

## 7. Реализация PROFIBUS

Этот раздел содержит информацию о различных возможных вариантах реализации коммуникационного интерфейса в полевых устройствах.

Для реализации устройств и протокола PROFIBUS существует широкий спектр базовых технических решений, сервисов и инструментов разработки (PROFIBUS ASIC, стеки PROFIBUS, мониторы шины,

тестовые инструменты). Все это позволяет эффективно и быстро разрабатывать PROFIBUS устройства. Обзор всех доступных возможностей доступен в каталоге PI ([www.profibus.com/products/product-guide/](http://www.profibus.com/products/product-guide/)). Дальнейшая информация доступна из технической документации, за консультациями обращайтесь в центр компетенции PI.

При реализации интерфейса PROFIBUS стоит помнить, что поведение устройства определяется протоколом PROFIBUS и реализованной прикладной программой. Базовые решения обычно только «пре - сертифицированы», т.е. протестированы с помощью образцового устройства. Это не гарантирует, что каждое полевое устройство, реализованное с помощью этого решения, будет соответствовать стандарту. Прикладная программа имеет значительное влияние на поведение устройства.

### 7.1. Стандартные компоненты

#### Интерфейсные модули

Для мало и средне серийных устройств целесообразно использовать интерфейсные модули PROFIBUS. На рынке существует множество подобных модулей. Эти модули полностью реализуют протокол шины и предоставляют простой интерфейс для взаимодействия с ними. Такой подход освобождает производителя устройств от необходимости решать коммуникационные задачи. Интерфейсный модуль может быть присоединен к основной печатной плате устройства как дополнительный модуль.

#### Чип протокола

Для устройств выпускаемых крупной серией возможна индивидуальная реализация протокола PROFIBUS на основе базовых технических решений. Существует несколько вариантов реализации:

- **На основе одного чипа**, в котором реализованы все функции протокола PROFIBUS и который не требует отдельного микроконтроллера (это полностью аппаратное решение с фиксированной функциональностью).



От поставки сырья для варки пива до наполнения бутылок: Пивоварение является хорошим примером, показывающим взаимодействие между дискретными и непрерывными процедурами в процессе. PROFIBUS выполняет именно эту задачу со своей собственной шиной и не имеет конкурентов в этой области.

- **Коммуникационный модуль**, реализующий меньшую или большую часть протокола. Требуется дополнительный микроконтроллер и встроенная программа для полной реализации протокола PROFIBUS.

- **Коммуникационный чип**, который уже включает микроконтроллер вместе со встроенным программным обеспечением.

Выбор того или иного решения зависит от сложности полевого устройства, требуемой производительности и функциональных возможностей.

#### **Реализация простых подчиненных устройств**

Простое I/O устройство может быть реализовано на одном ASIC чипе. Все функции протокола уже интегрированы в ASIC. Не требуется применение дополнительного микроконтроллера и коммуникационного программного обеспечения. Дополнительно потребуются лишь компоненты для соединения с шиной – драйверы шины, оптическая развязка, кварцевый резонатор и т.д.

#### **Реализация интеллектуальных подчиненных устройств**

Для создания таких устройств используется коммуникационный модуль, реализующий второй уровень протокола PROFIBUS. Остальная часть протокола реализуется в программном

обеспечении контроллера. В большинстве существующих чипов ASIC циклическая передача реализована аппаратно для передачи критичных ко времени доставки данных.

Для критичных ко времени приложений используются коммуникационные чипы с интегрированными микроконтроллерами. В случае необходимости возможно использование внешнего микроконтроллера для выполнения задач, связанных с приложением. В зависимости от требуемой производительности, производитель может использовать и микроконтроллер, интегрированный в коммуникационный чип.

Существующие чипы ASIC предоставляют достаточно простой интерфейс для взаимодействия с ними и работают практически со всеми широко используемыми микроконтроллерами.

#### **Реализация сложных ведущих устройств**

Критичные ко времени части протокола PROFIBUS так же реализуются с помощью коммуникационных модулей, а остальная часть протокола – в программном обеспечении контроллера.

Различные производители предлагают чипы ASIC для реализации сложных ведущих устройств. Эти чипы могут работать совместно с обычными микроконтроллерами.

Обзор доступных коммуникационных чипов дан на сайте PROFIBUS. Для получения дальнейшей информации обращайтесь к поставщикам или производителям.

#### **Стек PROFIBUS**

Иногда оправдано использование чипов и программного обеспечения (стека PROFIBUS) от разных производителей. Это дает возможность создавать устройства собственного дизайна, полностью удовлетворяющие промышленным требованиям. Возможность использования чипов и стека от разных производителей наглядно демонстрирует открытость стандарта PROFIBUS.

Чисто программные решения не распространены на рынке по причине того, что по соотношению цена – производительность такие решения

проигрывают решениям, использующим реализацию протокола на чипе. Программные решения используются лишь в случаях задач со специфическими требованиями. Обзор доступных программных решений доступен на сайте PROFIBUS.

### Реализация пользовательских профилей

Протокол PROFIBUS гарантирует надежную передачу последовательности битов. Интерпретация данных, полученных полевым устройством, выполняется пользователем. Пользовательский профиль реализует связь между протоколом PROFIBUS и прикладным процессом полевого устройства. Форматы данных, методы доступа, параметризация, диагностика определенные в описании профиля реализуются в программном обеспечении производителем полевого устройства. Компании, предоставляющие компоненты для создания полевых устройств так же помогают своим пользователям в создании пользовательских профилей.

## 7.2. Реализация интерфейсов передачи данных

### Технология передачи данных RS485

Полевых устройств, не использующих питание от шины, обычно имеют стандартный интерфейс RS485. Этот интерфейс предоставляет великолепную гибкость в использовании полевого устройства, поскольку его можно присоединить к шине PROFIBUS DP без использования разделителей сегментов.

RS485 характеризуется низкой ценой реализации интерфейса в высокой надежности. Скорость передачи данных составляет от 9600 бит/с до 12 Мбит/с. Так же существует искробезопасная версия – RS485-IS.

Технология RS485 проверена временем, многие производители предлагают модули RS485

### Технология передачи данных MBP

Реализация устройств использующих питание от шины требует минимизации потребляемой мощности. Обычно для таких устройств доступно

лишь 10-15 мА поступающих по кабелю шины. Этого тока должно хватать для питания всего устройства, включая интерфейс шины и измерительную электронику.

Для удовлетворения вышеозначенным требованиям были разработаны специальные модемные чипы. Эти модемы забирают требуемую мощность с шины и предоставляют электропитание остальным компонентам устройства. Так же модемные чипы преобразуют сигналы, поступающие от коммуникационного чипа в сигналы, передающиеся по шине MBP.

Типичная конфигурация платы промышленного стандарта представлена на рисунке 19.

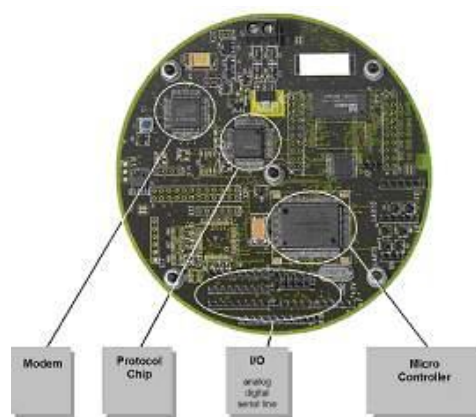


Рисунок 19: Пример реализации технологии MBP

## 8. Выгоды пользователя

Владельцы промышленных машин и автоматизированных систем предъявляют высокие требования к надежности и сбережению средств. Системы должны выполнять свои функции в течение многих лет. Должно обеспечиваться взаимодействие компонентов и систем от разных производителей. PROFIBUS, мировой лидер в области модульных коммуникационных систем, удовлетворяет всем этим требованиям. Выдающаяся особенность PROFIBUS заключается в его способности оптимально удовлетворять специфическим требованиям различных областей промышленности за счет возможности подбора необходимых модулей и профилей. PROFIBUS DP

– для производящей промышленности, PROFIdrive – для задач управления приводами и т.д. Профили приложения гарантируют единообразное поведение и взаимодействие используемых устройств вне зависимости от производителя.

## 8.1. Стандартизация и согласованность

Основными принципами PROFIBUS являются модульная структура и стандартизация, что обеспечивает гибкость и простоту использования. Современные системы и машины имеют сложную структуру и глубоко интегрируются в коммуникационную систему компании. PROFIBUS предоставляет уникальное вертикальное и горизонтальное единообразие. Все PROFIBUS устройства используют один и тот же протокол. Использование единого протокола делает возможными использование одной и той же шины для решения всех задач – выполнения дискретных операций (наполнение или упаковка), непрерывных операций (смешение или нагрев)

и задач обеспечения безопасности. «Гибридная автоматизация» с PROFIBUS снижает сложность и стоимость всех операций от разработки и монтажа до документации и обслуживания.

## 8.2. Сбережение средств

Для сбережения средств пользователя машины и системы должны обладать высоким коэффициентом готовности. Интегрированное резервирование PROFIBUS незаменимо, когда нужно обеспечить непрерывное функционирование системы. Значительный вклад в обеспечение надежности вносят диагностические сообщения от устройств, постоянно поступающие на шину. Диагностические сообщения несут информацию о текущем состоянии машин и систем, что позволяет выявить необходимость обслуживания. Все эти меры повышают надежность систем и снижают стоимость обслуживания. Экономия средств так же достигается возможностью использовать наиболее подходящее для конкретной задачи оборудование из широкого

спектра доступных устройств от различных производителей.

## 8.3. Обеспечение качества

Гарантия качества и корректности реализации протокола имеет большое значение для PROFIBUS, поскольку это позволяет устройствам разных типов от разных производителей правильно выполнять свои функции в автоматизированных системах. Независимые тестовые лаборатории производят сертификацию устройств на соответствие спецификациям PROFIBUS, которые базируются на международных стандартах. Специально созданные учебные центры предлагают курсы «Сертифицированный инженер» и «Сертифицированный установщик». Кроме того, PI организует тематические семинары для пользователей.

## 8.4. Инновации и защита инвестиций

Технология PROFIBUS постоянно развивается. Пожелания пользователей являются основой развития и задают его направление. Примером является разработка новой версии (3.02) профиля для автоматизации процессов, а так же разработка способа подключения PROFIBUS сегмента к сетям на основе Ethernet. Дизайн и коммуникации PROFIBUS были адаптированы к использованию с PROFINET, в то время как сами сегменты PROFIBUS и их характеристики остаются полностью неизменными. Подобным образом происходит и интеграция с технологией HART или IO-Link. Такой подход обеспечивает защиту вложений, поскольку не требует замены уже установленного оборудования.

## 8.5. Глобальная поддержка

Более 30 миллионов установленных PROFIBUS устройств во всем мире доказывают надежность шины PROFIBUS. Более 300 компаний производителей выпускают более 2500 типов устройств. Шина PROFIBUS используется повсеместно, постоянно развивается и

поддерживается крупнейшей в мире пользовательской организацией PROFIBUS & PROFINET INTERNATIONAL. Региональные представительства, центры компетенции, тестовые лаборатории и учебные центры предоставляют свои услуги и оказывают поддержку пользователям по всему миру.

## 8.6. Сотрудничество

Целью PI на ближайшие годы является предоставление пользователям перспективных, долгосрочных решений на основе PROFIBUS и PROFINET, поддержание контактов с другими организациями, пользователями и группами. PI продолжает задавать направление развития и реализовывать решения, выгодные для пользователей.

## 9. PROFIBUS & PROFINET International (PI)

Для поддержания, развития и внедрения открытых технологий необходима организация, независимая от компаний производителей. Для PROFIBUS и PROFINET такой организацией стала PNO (PROFIBUS NETWORK ORGANIZATION), которая была создана в 1989 году как некоммерческая группа представляющая интересы производителей, пользователей и организаций. PNO входит в состав PI (PROFIBUS & PROFINET INTERNATIONAL) - международной организации, основанной в 1995 году. PI имеет 25 региональных ассоциаций и приблизительно 1400, PI представлена на всех континентах и является крупнейшей в мире пользовательской

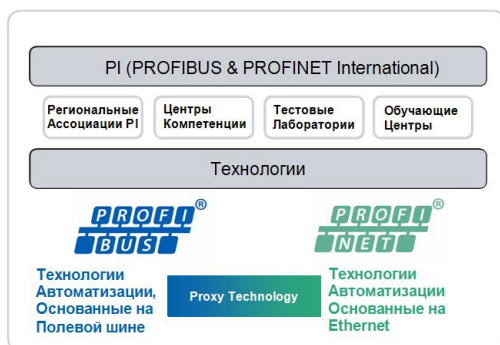


Рисунок 20: PROFIBUS & PROFINET International (PI)

организацией в сфере промышленных коммуникаций (Рисунок 20).

### 9.1. Ответственность PI

Ключевыми задачами PI являются:

- Дальнейшая разработка PROFIBUS и PROFINET.
- Продвижение PROFIBUS и PROFINET на мировом рынке.
- Защита вложений пользователей и производителей посредством стандартизации.
- Представление интересов членов в комитетах по стандартизации и ассоциациях.
- Предоставление поддержки компаниям по всему миру через центры компетенции.
- Гарантия качества продуктов на основе процедуры сертификации в тестовых лабораториях.
- Подготовка специалистов в учебных центрах.

#### Развитие технологии

Ответственным за дальнейшую разработку технологии лежит на немецком отделении PNO. Консультативный совет отделения контролирует всю деятельность по разработке PROFIBUS и PROFINET. В этой работе участвуют более 50 рабочих групп, включающих в себя более 500 экспертов из отделов разработки различных компаний.

#### Техническая поддержка

PI имеет более 40 центров компетенции по всему миру. Эти центры предоставляют всю возможную помощь и поддержку пользователям и производителям устройств. Как и все учреждения PI, центры не зависят от производителей. Центры компетенции регулярно проходят проверку, как часть индивидуальной процедуры аккредитации. Адреса центров можно найти на сайте PI.

#### Сертификация

PI имеет 10 тестовых лабораторий для сертификации устройств с интерфейсом



PROFIBUS/PROFINET. Как и все учреждения PI, лаборатории не зависимы от производителей. Тестовые лаборатории проходят проверку в соответствии с правилами аккредитации. Адреса центров можно найти на сайте PI.

### **Обучение**

Учебные центры были созданы для установления единых стандартов подготовки инженеров и специалистов. Процедура аккредитации центров гарантирует высокое качество подготовки, а значит и качество разработки и монтажа PROFIBUS и PROFINET систем. Адреса центров можно найти на сайте PI.

### **Internet**

Текущая информация о PI и технологиях PROFIBUS и PROFINET доступна на сайте [www.profibus.com](http://www.profibus.com). Там же содержится, к примеру, описание доступных устройств, словарь, обучающие материалы и раздел загрузки, содержащий спецификации, профили, инструкции по установке и другая документация.

PROFIBUS

Описание системы

Версия ноябрь 2010

Порядковый номер 4.332

**Издатель**

PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. PNO

Haid-und-Neu-Str. 7

76313 Karlsruhe

Deutschland

Tel.: +49 (0) 721 / 96 58 590

Fax: +49 (0) 721 / 96 58 589

[germany@profibus.com](mailto:germany@profibus.com)

PROFIBUS PNO Poland

ul. St. Konarskiego 18

44-100 Gliwice

Poland

tel. +48 32 208 41 36

fax: +48 32 208 41 39

[poland@profibus.com](mailto:poland@profibus.com)

**Отказ от ответственности**

PNO детально проработала содержание этой брошюры. Тем не менее, исключить присутствие ошибок нельзя. PNO не несет никакой ответственности, вне зависимости от причин. Однако данные в этой брошюре периодически проверяются. Необходимые корректировки будут включены в следующие издания. Мы с благодарностью примем все предложения по улучшению.

Термины, использованные в брошюре, могут быть зарегистрированными торговыми марками, любое их использование третьей стороной может нарушить права владельцев.

Брошюра не является заменой стандартов IEC 61158 и IEC 61784, руководств и профилей PROFIBUS. При наличии сомнений, преимущественное значение имеют IEC 61158 и IEC 61784.

©Copyright by PROFIBUS Nutzerorganisation e.V. 2010. All rights reserved.

# Поддержка по всему Миру с Profibus International!



Дополнительная информация и контактные данные: [www.profibus.com/community](http://www.profibus.com/community)

**Региональные Ассоциации PI (RPA)** Региональные Ассоциации представляют PI по всему миру. Они действуют от лица PI в различных регионах с целью продвижения технологий PROFIBUS, PROFINET и IO-Link. Ассоциации организуют ярмарки, семинары, мастер-классы и другие мероприятия.

**Центры Компетенции (PICC)** Центры компетенции тесно взаимодействуют с RPA и это то место, куда следует направлять все технические вопросы. Центры компетенции оказывают помощь в разработке PROFIBUS и PROFINET устройств, сдаче систем в эксплуатацию, а так же осуществляют поддержку и обучение

**Учебные Центры (PITC)** Учебные центры помогают пользователям и разработчикам освоить технологии PROFIBUS и PROFINET. Те, кто успешно сдает заключительный экзамен по курсу "Установщик" или "Инженер" получают соответствующий сертификат от PI.

**Тестовые Лаборатории (PITL)** Тестовые лаборатории PI авторизованы для проведения сертификационного тестирования устройств PROFIBUS и PROFINET. После успешного прохождения тестирования устройство получает сертификат. Процедура сертификации играет важнейшую роль в обеспечении качества продуктов, гарантии безпроблемного функционирования и надежности.

PROFIBUS Nutzerorganisation e. V. (PNO)  
Member of PROFIBUS & PROFINET International  
Haid-und-Neu-Str. 7 • 76131 Karlsruhe • Germany  
Phone +49 721 96 58 590 • Fax +49 721 96 58 589  
[www.profibus.com](http://www.profibus.com) • [www.profinet.com](http://www.profinet.com)