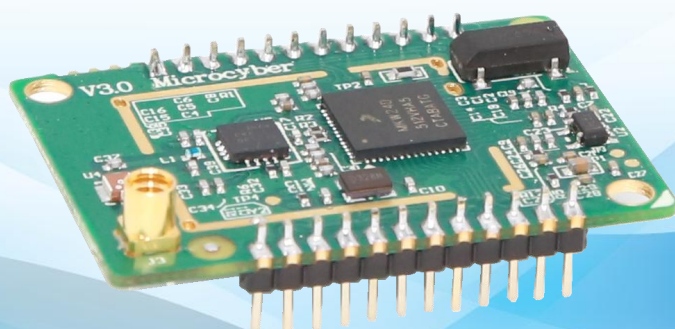




Руководство пользователя модуля M1100S *WirelessHART*



Корпорация Микрокибер

Оглавление

1.1 Обзор сети WirelessHART	1
1.2 Краткое описание модуля M1100S WirelessHART	1
1.3 Термины и сокращения	2
1.4 Справочные характеристики	3
2 M1100S Состав модулей и общая структура	3
3 Механические и электрические характеристики	4
3.1 Механические характеристики	4
3.2 Pin Назначение	4
3.3 Электрические характеристики	5
4 Механизм связи и формат сообщений между WHM и прибором Board	5
4.1 Общение	5
4.2 Формат кадра данных	7
4.3 Фаза инициализации	10
4.4 Эксплуатационная фаза	10
4.5 WirelessHART Запрос сети	10
4.6 Обслуживание Интерфейс	12
4.7 Внутрисистемная коммуникация	12
5 Синхронизация информации модуля M1100S и прибора Bard	13
5.1 Статус устройства	13
5.1.1 Общая структура	13
5.1.2 Выдача индикации - Команда #64520	14
5.1.3 Получение индикации - Команда #64518	15
5.1.4 Создание информации о текущем состоянии и измененном значении счетчика	16
5.2 WirelessHART Присоединяйтесь к Статус	16
6 Режим Burst	16
7 Приложение А	18
8 Приложение В	20

Резюме

1.1 Обзор сети WirelessHART

Стандарт *WirelessHART* разработан совместно компаниями-членами HCF, основными производителями беспроводных устройств и промышленными пользователями под руководством HART Communication Foundation (HCF). *WirelessHART* - это протокол связи беспроводной ячеистой сети, специально разработанный для автоматизации технологических процессов.

WirelessHART использует технологию ячеистой топологии сети, безопасную и стабильную с частотным диапазоном ISM 2,4 ГГц, а вся информация упакована в один пакет, для осуществления передачи данных с помощью технологий DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) и FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) на основе IEEE802.15.4. Сеть *WirelessHART* состоит из трех ключевых элементов: Полевые устройства *WirelessHART*, шлюз *WirelessHART* и менеджер сети *WirelessHART*, также поддерживается адаптер *WirelessHART*, позволяющий существующим устройствам HART получить доступ к сети *WirelessHART*, и поддерживаются портативные устройства *WirelessHART* для подключения соседних устройств *WirelessHART*. На рисунке 1.1 показана полная структура сети *WirelessHART*.

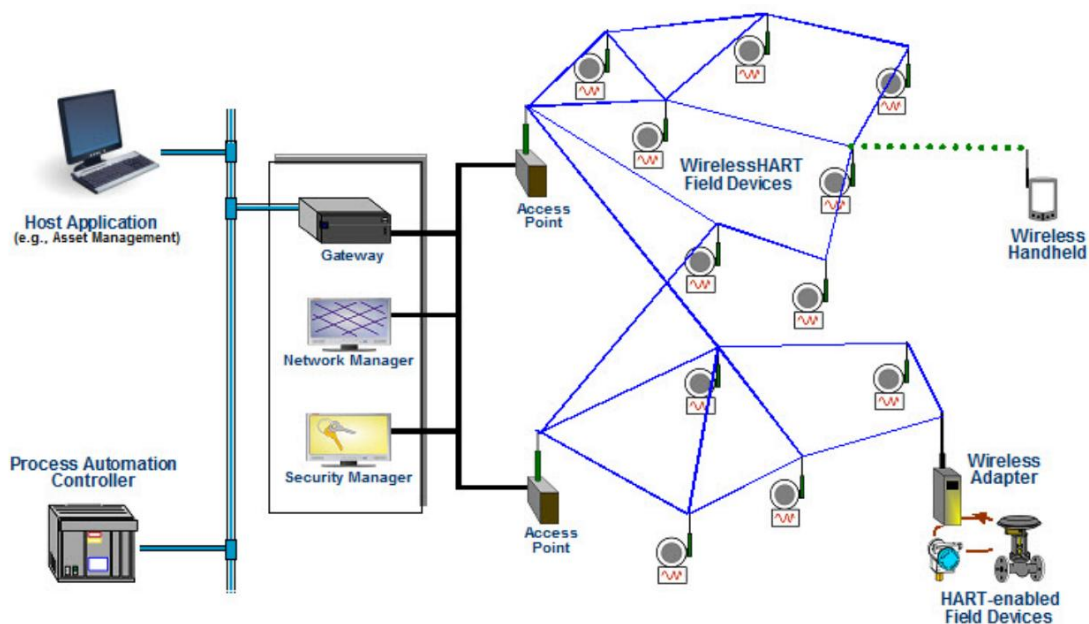


Рисунок 1.1 Структура сети WirelessHART

1.2 Краткое описание модуля M1100S WirelessHART

Модуль M1100S *WirelessHART* - это модуль беспроводной связи, совместимый с протоколом HART7.4, и является основной частью полевого устройства *WirelessHART*, как показано на рис. 1.2. Периферия M1100S обеспечивает

последовательный порт TTL и интерфейс управления. Через последовательный порт M1100S взаимодействует со специальной приборной платой, чтобы объединить полное полевое устройство *WirelessHART*. Интерфейс управления используется для управления входом и выходом последовательного порта. M1100S поддерживает все обязательные команды полевого устройства в протоколе HART7.5 и режиме Burst.

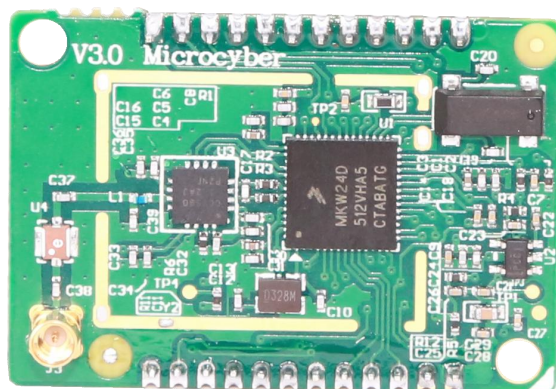


Рисунок 1.2 Фото модуля M1100S

1.3 Термины и сокращения

<i>WirelessHART</i>	
M1100S	Модуль <i>WirelessHART</i>
HCf	HART Communication Foundation
DSSS	Спектр распространения с прямой
последовательностью	
FHSS	Спектр распространения с частотной
скачкообразной перестройкой	
Делимитер	Разделитель
Адрес	Адрес
Команда	
Длина полезной нагрузки	
Полезная нагрузка	
Контрольная сумма	
STX	Начало кадра передачи
ACK	Подтверждение
Burst	Активный режим передачи данных
MasterAddress	
SlaveAddress	
состояние устройства	
расширенный статус устройства	
стандартизированный статус 3	
счетчик изменений конфигурации	
Неисправность устройства	
Конфигурация изменена	
Холодный старт	

Доступно большее количество статусов
Фиксированный ток петли
Насыщенный ток петли
Неосновная переменная вне пределов
Первичная переменная вне пределов

1.4 Справочные характеристики

Спецификация беспроводных команд - HCF_SPEC-155 v2.0

Спецификация протокола полевой связи HART - HCF_SPEC-13 v7.4

Спецификация краткого описания команд - HCF_SPEC-99 v9.0

Спецификация командных таблиц-HCF_SPEC-183 v23.0

2 M1100S Состав модулей и общая структура

Между модулем M1100S и приборной платой используется режим связи через последовательный порт с полудуплексным механизмом связи для полного информационного взаимодействия между приборной платой и модулем M1100S. Приборная плата обеспечивает порт обслуживания для реализации конфигурации параметров модуля M1100S, мониторинга процесса и других функций. Типичные сценарии применения модуля M1100S показаны на рисунке 2.1 ниже.

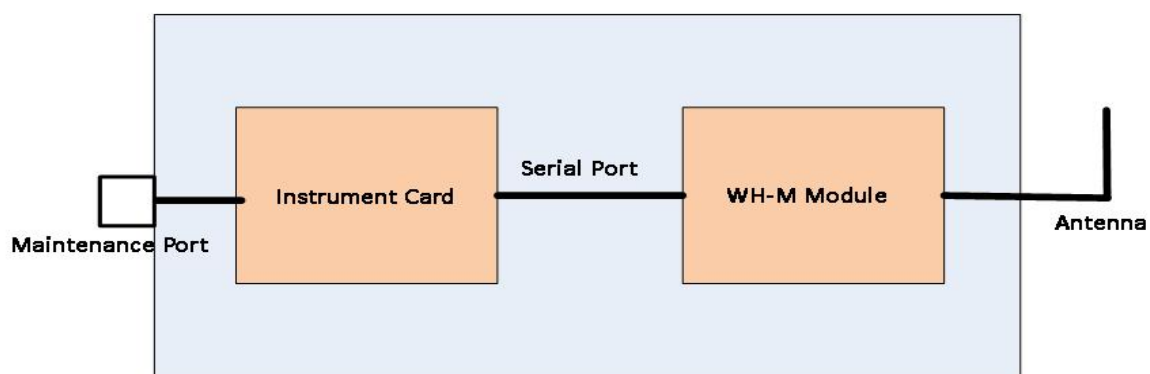


Рисунок 2.1 Типовая схема применения M1100S

3 Механические и электрические характеристики

3.1 Механические характеристики

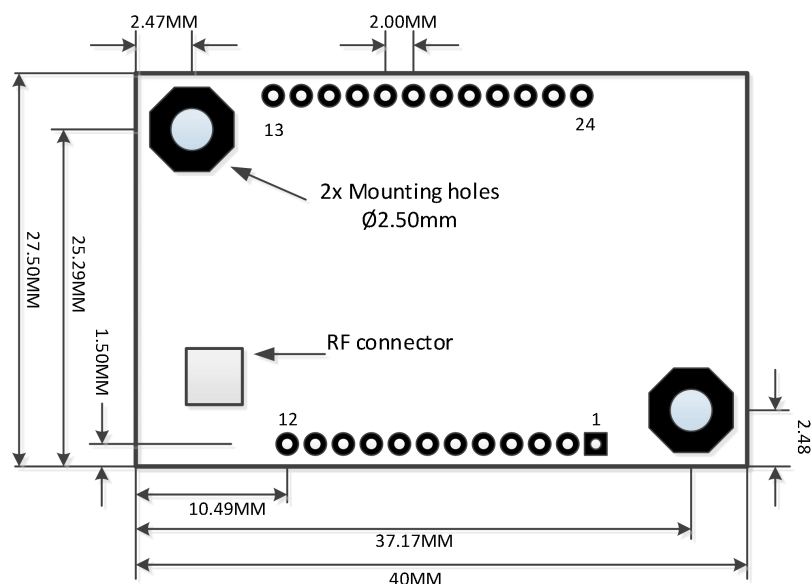


Рисунок 3.1 Механические размеры модуля M1100S

3.2 Pin Назначение

Марк	Имя	Направление	Описание
1	GND	В	Энергетическая горка
2	VCC	В	Источник питания +
3	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
4	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
5	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
6	RST	В	Контакт сброса модуля
7	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
8	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
9	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
10	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
11	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
12	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
13	TXD	Выйти	Выход данных последовательного 1
14	RXD	В	Ввод данных последовательного 1
15	CD	Выйти	Индикация отправки данных модуля. Низкий уровень действителен.
16	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
17	RTS	В	Индикация запроса карты прибора на отпарку данных. Низкий уровень действителен.
18	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
19	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте

20	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
21	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
22	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
23	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте
24	РЕЗЕРВ	-	Не подключайте

3.3 Электрические характеристики

Условия эксплуатации	
Напряжение питания	2,7 В - 3,3 В
Рабочая температура	-40°C - +85°C
Относительная влажность	<90%
Потребление тока	
Передающий ток	53 мА (10 дБм)
Получение тока	33 мА
Ток сна	10 мкА
Цифровой ввод-вывод	
V_{IH}	$0.7 \cdot V_{CC}$
V_{IL}	$0 - 0.3 \cdot V_{CC}$
V_{OH}	$0.8 \cdot V_{CC}$
V_{OL}	$0 - 0.2 \cdot V_{CC}$
Радиочастотные характеристики	
Частотный диапазон	2,4 ГГц - 2,48 ГГц
Количество каналов	15
Разделение каналов	5 МГц
Занимаемая полоса пропускания	2.7 МГц
Скорость передачи	250 Кбит/с
Чувствительность приемника	-102 дБм
Выходная мощность	10 дБм
Выходной импеданс	50Ω
Точность частоты	-40ppm - 40ppm

4 Механизм связи и формат сообщений между WHM и прибором Board

4.1 Общение

Приборная плата пользователя связана с модулем через стандартный последовательный порт TTL (UART) и две линии управления.

Рисунок 4. 1 Настройка последовательного порта

Скорость передачи данных	9600
Стартовый бит	1
Байт данных	8
проверьте	чет-нечет
Стоп-бит	1

Пользовательский интерфейс модуля в деталях:

TXD: порт вывода последовательных данных. Модуль *WirelessHART* использует его для передачи данных на приборную плату.

RXD: порт ввода последовательных данных, который используется приборной платой для отправки данных в модуль *WirelessHART*.

RTS: Указывает на запрос приборной панели на отправку данных. Низкий уровень действителен. Перед тем, как приборная плата отправит данные в модуль, она должна подтянуть вниз сигнал порта до тех пор, пока данные не будут отправлены. Поскольку M1100S может находиться в режиме глубокого сна, сигнал RTS должен быть подтянут вниз t_{pre} до того, как приборная плата отправит данные. (См. Рисунок 4.1).

CD: Указывает на запрос M1100S на отправку данных. Низкий уровень действителен. M1100S использует этот порт, чтобы указать, что он будет посылать данные на приборную панель. Если данные не передаются, CD будет поддерживать высокий уровень. Перед тем, как M1100S отправит данные на приборную панель, он понижает уровень сигнала порта и удерживает его низким до тех пор, пока все данные не будут переданы. M1100S начинает передавать преамбулы сразу после подачи низкого уровня на CD.

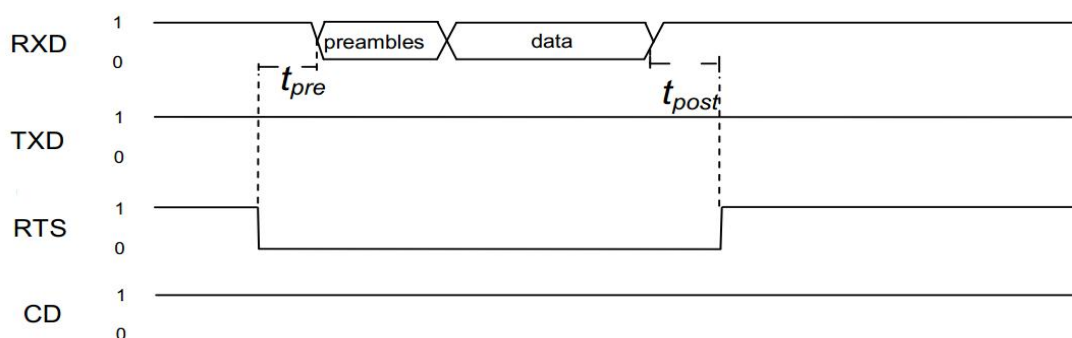


Рисунок 4.2 Диаграмма последовательности для приборной панели, отправляющей данные

Рисунок 4.2 представляет собой схему последовательности отправки данных картой прибора на *WirelessHART* M1100S. В качестве преамбулы используется 0xFF. Должно следовать не менее двух преамбул после оттягивания вниз t_{pre} RTS.

$$t = 4 \text{ мс}_{pre}$$

$$t_{char} = 1,15 \text{ мс}$$

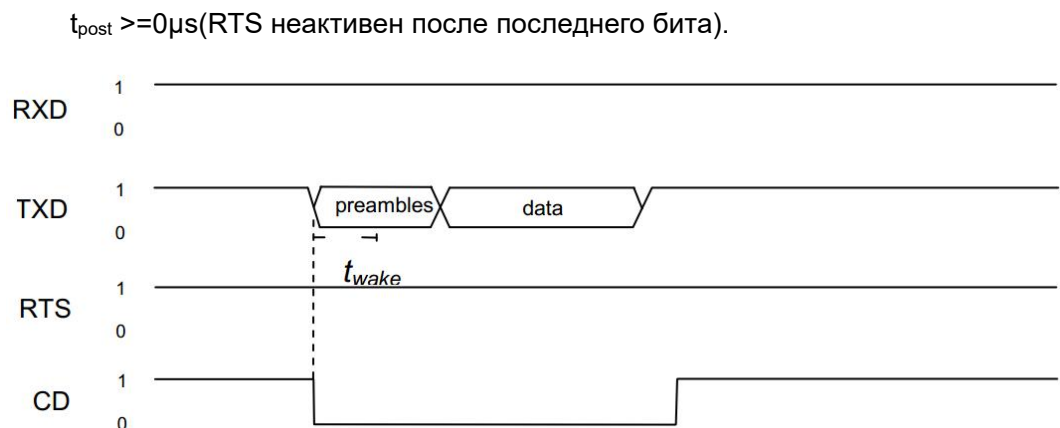


Рисунок 4.3 Диаграмма последовательности отправки данных модулем *WirelessHART*

Рисунок 4.3 представляет собой схему последовательности передачи данных модулем *WirelessHART* на приборную панель. Модуль M1100S начинает передавать преамбулы сразу после того, как подаст сигнал CD. Предполагается, что приборной плате требуется не менее двух правильных преамбул, у нее есть время t_{wake} , чтобы быть готовой к приему после подачи сигнала CD.

Действительная коммуникация включает запрос и ответ. Как приборная панель, так и M1100S могут выступать в роли ведущего и должны быть в состоянии выступать в роли ведомого. На каждый запрос всегда должен быть ответ. Передача ответа должна происходить в течение 32 мс после получения запроса. Если в течение 32 мс запросчик не получил ответа, он может послать запрос снова. M1100S выполняет повторную попытку до 3 раз. В то же время, чтобы избежать конфликта, не допускается отправка непрерывного запроса в течение 4,5 с после получения ответа.

4.2 Формат кадра данных

Последовательный порт UART используется между M1100S и приборной платой. Определение формата данных между приборной панелью и модулем M1100S показано на рисунке 4.4

Разделитель (1 байт)	Адрес (1/5 байта)	Команда (1 байт)	Длина полезной нагрузки (1 байт)	Полезная нагрузка (0-90 байт)	Проверьте (1 байт)
-------------------------	----------------------	---------------------	-------------------------------------	----------------------------------	-----------------------

Рисунок 4.4 Формат кадра данных

Разделитель определяется как 1 байт. Его значение описывает тип кадров данных и выбранный адрес. В Таблице 4.1 перечислены все разделители, связанные с интерфейсом, и их значение.

Таблица 4.1 Список разделителей

Разделитель	Описание
0x02	STX с использованием адреса опроса (короткого): Запрос HART во время фазы инициализации
0x82	STX с использованием длинного адреса: Запрос HART
0x06	ACK с использованием адреса опроса (короткого): Ответ HART во время фазы инициализации
0x86	ACK с использованием длинного адреса: Ответ HART

Адресная часть делится на длинный адрес и короткий адрес в соответствии с различными разделителями. Длинный адрес составляет 5 байт, а короткий - 1 байт. Рисунок 4.5 - формы адреса.

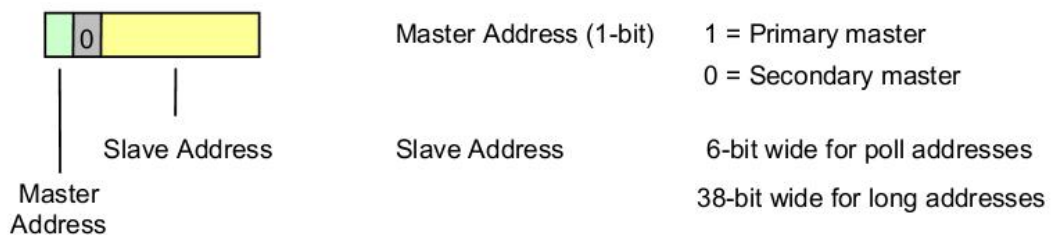


Рисунок 4.5 Формат адреса

MasterAddress идентифицирует сверстника, который отправляет запрос. SlaveAddress идентифицирует сверстника, который принимает запрос и отправляет ответ. 6-битный короткий адрес может принимать значения в диапазоне 0-63. 38-битный длинный адрес состоит из уникального DeviceID и расширенного типа устройства (подробнее см. спецификацию HART).

M1100S всегда действует как первичный ведущий, а приборная плата должна быть вторичным ведущим. Когда тип адреса - короткий адрес, приборная панель использует 0 в качестве SlaveAddress, а M1100S - 15. Длинный адрес M1100S - 0x000000.

Ответ использует то же поле адреса, что и запрос. Пример: M1100S посылает запрос на приборную панель и использует короткий адрес. Поле адреса кадра данных запроса равно 0x80 (первичный адрес ведущего и ведомого 0). Когда приборная панель отвечает, поле адреса не изменяется и также равно 0x80.

Поле команды имеет ширину 8 бит и содержит команду HART, поддерживаемую M1100S. Если номер команды больше 255, поле команды будет занято командой 31; тогда 16-битный номер команды является частью полезной нагрузки для размещения команды HART.

Длина полезной нагрузки имеет ширину 8 бит и равна количеству байт, содержащихся в полезной нагрузке, т.е. количеству байт между полем длины полезной нагрузки и контрольной суммой. Поле длины полезной нагрузки и

контрольная сумма не включены.

Поле контрольной суммы имеет ширину 8 бит. Оно вычисляется путем XOR'a всех данных до контрольной суммы.

Данные полезной нагрузки могут быть до 90 байт, а команды меньше или равны 255.

На рисунке 4.6 показан формат данных полезной нагрузки для команд.

- a) Полезная нагрузка запроса;
- b) Нормальный формат данных ответа;
- c) Полезная нагрузка ответа на ошибку команды;
- d) Полезная нагрузка ответа на ошибку связи.

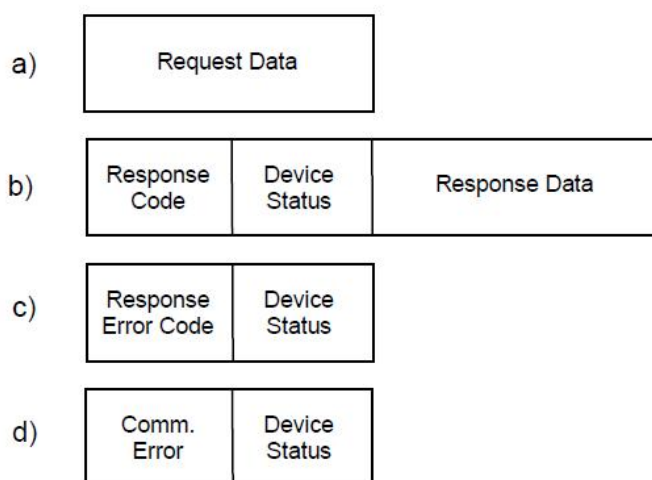


Рисунок 4.6 Команды, меньшие или равные 255

Команда расширения будет использоваться, если команд больше 255. Если ответ об ошибке связи совпадает с ответом команд ниже 255, он не будет показан на рисунке ниже. На рисунке 4.7 показан формат полезной нагрузки запроса и ответа с командой расширения.

- a) Полезная нагрузка запроса;
- b) Полезная нагрузка нормального ответа;
- c) Полезная нагрузка ответа на ошибку команды

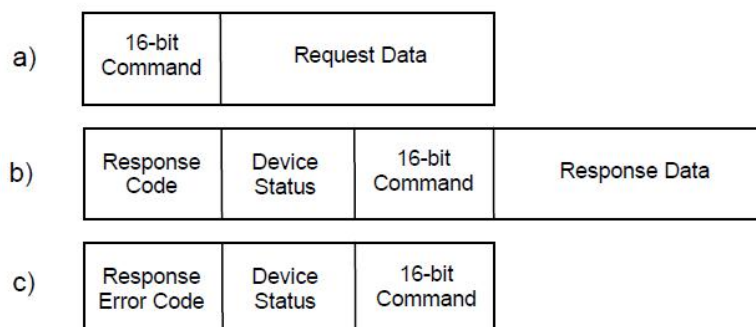


Рисунок 4.7 Команды выше 255

4.3 Фаза инициализации

После запуска M1100S находится в фазе инициализации. Когда внутренняя инициализация завершена, M1100S начинает периодически отправлять запросы HART-команды #0 на приборную плату, пока не получит ответ. Запрос отправляется на адрес опроса 0. Как только приборная панель будет готова к работе, она должна ответить на запрос правильным ответом. Ответ содержит всю информацию, необходимую для формирования длинного адреса полевого устройства. Как только M1100S получает ответ, фаза инициализации завершается и наступает нормальный режим работы. В соответствии со спецификацией HART, M1100S использует длинный адрес для всех запросов после фазы инициализации.

4.4 Эксплуатационная фаза

После фазы инициализации система находится в рабочей фазе. Во время нормальной рабочей фазы существует три причины для связи между M1100S и приборной доской:

1. Запрос команды HART от шлюза *WirelessHART* или сетевого менеджера
2. Использование порта технического обслуживания
3. Внутрисистемная связь для синхронизации информационной базы и состояния устройства

4.5 WirelessHART Запрос сети

В нормальном режиме работы полевое устройство *WirelessHART* получает запросы команд HART от шлюза *WirelessHART* или сетевого менеджера. Это помимо автономной публикации технологических значений наиболее распространенный тип беспроводной сетевой связи. Каждый раз, когда M1100S получает запрос, необходимо решить, будет ли команда обрабатываться самим M1100S или ее должна обработать приборная панель.

Таблица 4.2 Стандартные HART-команды, поддерживаемые M1100S

Команды HART	Описание
103	Период серийной записи
104	Триггер серийной записи
105	Конфигурация режима серийного чтения
107	Запись переменных устройства разрыва
108	Номер команды режима серийной записи
109	Управление режимом серийной работы
115	Прочитать уведомление о событии
116	Маска битов уведомления о событии записи
117	Время уведомления о событии записи
118	Управление уведомлениями о событиях
119	Подтверждение события

В Таблице 4.2 перечислены все команды, поддерживаемые непосредственно M1100S. В целом, поддерживаются все команды *WirelessHART* (см. HCF_SPEC-155Revision2.0 для подробной информации) и все команды режима серийной передачи. Плата прибора не получает никаких уведомлений о тех командах, которые обрабатываются M1100S. Все остальные команды, которые не поддерживаются M1100S, передаются на приборную панель.

Устройства *WirelessHART* должны поддерживать некоторые обязательные команды HART. Все обязательные команды, которые еще не поддерживаются M1100S, должны быть реализованы приборной платой. Обязательные команды перечислены в Таблице 4.3 ниже.

Таблица 4.3 Обязательные команды HART

Команда HART	Описание
0	Считывание уникального идентификатора
1	Считывание первичной переменной
2	Считывание тока контура и процента диапазона
3	Считывание динамических переменных и тока петли
6	Запись адреса опроса
7	Конфигурация петли считывания
8	Читать Динамическая классификация переменных
9	Чтение переменных устройства со статусом
11	Считывание уникального идентификатора, связанного с меткой
12	Читать сообщение
13	Чтение Тег, Дескриптор, Дата
14	Считывание информации о первичном преобразователе переменного тока
15	Чтение информации об устройстве
16	Прочитать номер окончательной сборки
17	Написать сообщение
18	Запись тега, дескриптора, даты
19	Запишите номер окончательной сборки
20	Чтение длинной метки
21	Считывание уникального идентификатора, связанного с длинной меткой
22	Написать длинный тег
38	Сброс флага изменения конфигурации
41	Выполните самотестирование
42	Выполните сброс устройства
48	Сброс дополнительного статуса устройства
54	Чтение переменной информации устройства

59	Запись Количество преамбул ответа
78	Чтение агрегированных команд
79	Запись переменной устройства
90	Считывание часов реального времени
106	Промывка буферов отложенного ответа

4.6 Обслуживание Интерфейс

Все полевые устройства *WirelessHART* должны иметь интерфейс для технического обслуживания. Интерфейс технического обслуживания может быть либо стандартным интерфейсом процесса HART, либо специальным интерфейсом технического обслуживания. M1100S не предоставляет интерфейс для обслуживания, поэтому ответственность за его предоставление лежит на приборной панели.

Интерфейс обслуживания используется для целей конфигурации, поэтому он также используется для настройки серийного режима и особенно для настройки сетевой конфигурации, которая необходима для подключения к сети. Плата прибора передает все команды на M1100S через интерфейс обслуживания.

4.7 Внутрисистемная коммуникация

Внутрисистемная связь, т.е. связь между M1100S и приборной панелью, которая не запускается сетью *WirelessHART* или интерфейсом обслуживания, может использоваться для обмена данными о состоянии и конфигурации устройства. Пример: Устройство *WirelessHART* отображает метку сети *WirelessHART* на ЖК-дисплее. Дисплей управляется платой прибора. Чтобы получить текущий сетевой тег, приборная панель посылает запрос команды #776 на M1100S и получает текущий тег с ответом.

В дополнение ко всем стандартным командам HART, перечисленным в Таблице 4.3, M1100S реализует ряд специальных команд, которые предоставляют дополнительную информацию и функциональность. Некоторые команды должны использоваться только для внутрисистемной связи и не допускаются для запросов от интерфейса обслуживания. Плата прибора несет ответственность за фильтрацию таких запросов и не передает их через сеть *WirelessHART*. Список команд, специфичных для конкретного устройства, и их ограничения приведены в Таблице 4.4 ниже. Полное описание можно найти в Приложении А.

Таблица 4.4 M1100S специфические команды HART

Команда HART	Описание
64525	Запись параметров питания <i>WirelessHART</i> [ограничено]
64530	Установить/снять защиту от записи [ограничено]
64531	Защита от записи при чтении [ограничено]
64600	Чтение диагностической информации [ограничено]

Еще одним важным применением внутрисистемной связи является синхронизация состояния между приборной панелью и M1100S. В таблице 4.5 перечислены команды HART, которые могут быть отправлены M1100S на приборную панель. Рекомендуется, чтобы приборная панель могла их обрабатывать. Полное описание команд можно найти в Приложении В.

Таблица 4.5 Рекомендуемые команды, поддерживаемые приборной платой

Команда HART	Описание
64518	Индикация изменения состояния
64519	Индикация соединения WirelessHART

5 Синхронизация информации модуля M1100S и прибора Bard

5.1 Статус устройства

Синхронизация состояния между M1100S и приборной панелью осуществляется с помощью запросов индикации HART (HART-команды 64518/64520). Запросы индикации отправляются от M1100S к приборной панели и наоборот. M1100S использует команду 64518 для выдачи сигнала изменения состояния, а приборная панель использует команду 64520 для выдачи сигнала обновления состояния. Несмотря на то, что номера команд не совпадают, обе команды построены одинаково. Данные запроса содержат статус текущего устройства, а ответ содержит статус устройства назначения. Каждый раз, когда происходит внутреннее изменение статуса, M1100S выдает на приборную панель команду изменения конфигурации. M1100S хранит внутреннее зеркало переменных состояния приборной панели и объединяет эти состояния, когда это необходимо. Приборная панель также должна зеркалировать все переменные состояния M1100S и создавать текущее состояние из этих значений и внутренних переменных состояния (переменные состояния должны быть ИЛИ вместе. Должны быть добавлены счетчики изменений конфигурации).

Состояние, которое должно быть синхронизировано:

- Статус устройства (см. HCF_SPEC-099 редакция 9.0, Статус полевого устройства)
- Расширенный статус устройства (см. HCF_SPEC-183 Редакция 20.0, Общая таблица 17)
- Стандартизированный статус 3 (см. Общую таблицу 32)
- Счетчик изменений конфигурации (16 бит)

5.1.1 Общая структура

Приборная плата должна хранить копию как своего внутреннего состояния, так и состояния M1100S. Пример структуры всех локальных и удаленных переменных показан ниже:

```
typedef struct
{
```

```

uint8_t    localDeviceStatusCommon;
uint8_t    localDeviceStatus[MAX_NUMBER_OF_MASTERS];
uint8_t    localExtendedStatus;
uint8_t    localStandardizedStatus3;
uint16_t   localConfigChangedCounter;
uint8_t    remoteDeviceStatusCommon;
uint8_t    remoteExtendedStatus;
uint8_t    remoteStandardizedStatus3;
uint16_t   remoteConfigChangedCounter;
}T_STATUS_DATA;

```

Переменные localDeviceStatusCommon/remoteDeviceStatusCommon содержат все биты состояния, кроме бита холодного старта и бита изменения конфигурации:

0x80 Неисправность устройства

0x40 **NOT SET** (Конфигурация изменена)

0x20 **НЕ УСТАНОВЛЕН** (Холодный старт)

0x10 Доступно большее количество статусов

0x08 Фиксированный ток петли

0x04 Насыщенный ток петли

0x02 Непервичная переменная выходит за пределы ограничений

0x01 Первичная переменная вне пределов

Поле localDeviceStatus содержит два флага для каждого подключенного мастера. Эти два флага не содержатся в переменной localDeviceStatusCommon. Это флаг холодного старта и флаг изменения конфигурации, которые могут быть установлены двумя способами, описанными ниже:

- Местное событие (холодный старт или событие изменения конфигурации)

- Входящий триггер через команду индикации

Они могут быть сброшены только конкретным ведущим посредством входящих команд от этого ведущего, а также только для этого ведущего. Первая входящая команда от конкретного ведущего сбрасывает флаг холодного старта. Команда 38 (сбросить флаг изменения конфигурации) используется для сброса флага изменения конфигурации.

5.1.2 Выдача индикации - Команда #64520

При изменении любой из внутренних переменных состояния на M1100S должна быть отправлена индикация изменения состояния (команда 64520 запрос) с текущими значениями (подробное описание команд см. в разделе В.3). Это относится, например, к изменениям конфигурации (например, команда 17 - записать сообщение) или если приборная плата устанавливает бит состояния (например, неисправность устройства, доступно дополнительное состояние).

Изменения, которые касаются каждого мастера (подключенного к проводной или беспроводной части), обрабатываются особым образом:

- Конфигурация изменена
- Холодный старт

Эти флаги игнорируются в байте состояния устройства команды 64520, но они передаются в дополнительном поле (байт 5 команды 64520, см. описание команды cmd 64520). Во время холодного старта или события изменения конфигурации, плата прибора устанавливает соответствующий байт флага и выдает индикацию один раз. Состояние байта флага не повторяется, это просто триггер и выдается только один раз. Если каким-либо образом пакет будет потерян, M1100S пропустит триггер и не установит свои ведущие флаги соответствующим образом. Это не совсем верно, но это также не так важно, и счетчик измененной конфигурации в любом случае будет последовательным.

Каждая переменная состояния или флаг состояния, которые не используются или не известны самой карте прибора, должны быть установлены в 0. M1100S также будет ИЛИ удаленные и локальные значения вместе, и если удаленные флаги не установлены, будет использоваться его внутреннее состояние.

5.1.3 Получение индикации - Команда #64518

Каждый раз, когда приборная плата получает запрос команды 64518 индикации от модуля M1100S, она должна обновить значения статуса удаленного устройства (модуля M1100S) и ответить в ответе своими локальными значениями статуса (подробное описание команды см. в разделе В.1).

Полученные удаленные значения должны обновить локальные зеркала (путем перезаписи старых значений). Этими значениями являются:

- Состояние устройства
- Расширенный статус устройства
- Стандартизированный статус 3
- Счетчик изменения конфигурации

Согласно флагам, установленным в байте 5 запроса, приборная плата должна установить соответствующие флаги всех своих ведущих устройств в массиве localDeviceStatus (например, если сработал флаг холодного старта, приборная плата должна установить бит холодного старта в localDeviceStatus для каждого ведущего устройства).

Приборная панель должна использовать свои внутренние значения состояния для составления ответа cmd 64518. Но она не должна повторять триггеры холодного старта/изменения конфигурации M1100S, если за это время не произошло никакого локального события.

5.1.4 Создание информации о текущем состоянии и измененном значении счетчика

Переменные текущего состояния представляют собой комбинацию (OR'ed вместе) локальных и удаленных переменных плюс определенные флаги:

```
deviceStatus = localDeviceStatusCommon|localDeviceStatus[masterId]|
               remoteDeviceStatusCommon
```

То же самое относится и ко всем другим переменным состояниям, за тем исключением, что для этих переменных не существует статуса, специфичного для мастера (расширенный статус устройства, стандартизированный статус 3):

```
statusVariable = localStatus | remoteStatus
```

Фактический счетчик измененной конфигурации - это просто сумма локального и удаленного значения:

```
configChangedCounter = localConfigChangedCounter + remoteConfigChangedCounter
```

5.2 WirelessHART Присоединяйтесь к Статус

Каждый раз, когда фактический статус соединения стека *WirelessHART* меняется (например, с *рабочего* на *отключенный*, на приборную панель отправляется индикация соединения *WirelessHART*). Признак соединения представляет собой запрос HART-команды #64519, содержащий текущий режим беспроводной работы (см. Приложение А).

6 Режим Burst

Уведомления о событиях и импульсные сообщения изначально поддерживаются функцией импульсного режима M1100S. Они поддерживаются только в сети *WirelessHART* (канальный уровень TDMA), поскольку сам M1100S не имеет проводного интерфейса HART. Все команды, связанные с режимом разрыва и уведомлениями о событиях, обрабатываются M1100S.

Burst сообщение содержит команды #1, #2, #3, #9, #33, #48 или специфические команды, периодически публикуемые на шлюз *WirelessHART*. Ответы HART-команд обновляются M1100S автоматически, т.е. M1100S периодически передает запрос команды на приборную панель и отправляет ответ HART-команды с приборной панели. Частота обновления равна минимальному периоду обновления, сконфигурированному для пакетного сообщения.

Запросы на обновление универсальных команд, выдаваемых M1100S,

определяются конфигурацией серийных сообщений. Запросы на обновление команд, специфичных для конкретного устройства, не имеют полезной нагрузки.

Уведомления о событиях требуют мониторинга полного состояния устройства. M1100S периодически запрашивает обновления команды #48 от платы прибора. Скорость обновления составляет половину периода дребезга, настроенного для уведомления о событии.

Полная синхронизация и публикация серийных сообщений и уведомлений о событиях осуществляется реализацией серийного режима в M1100S.

7 Приложение А

А.1 HART-команда #64525: Запись параметров питания WirelessHART

Запишите настройки мощности *WirelessHART*, которые используются в команде #777 и #778.

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Источник питания (см. общую таблицу 44 HART)
1-4	время	Продолжительность при пиковой пакетной нагрузке до потери энергии (установите значение 24 ч, если не применимо).
5-8	время	Время восстановления после потери энергии (установите ноль, если не применимо).
9-10	unit16_t	Оставшееся время работы батареи в днях

Ответ

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Источник питания (см. общую таблицу 44 HART)
1-4	время	Продолжительность при пиковой пакетной нагрузке до потери энергии (установите значение 24 ч, если не применимо).
5-8	время	Время восстановления после потери энергии (установите ноль, если не применимо).
9-10	unit16_t	Оставшееся время работы батареи в днях

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды
1-127		Неопределенный

А.2 HART-команда #64530: Установить/очистить защиту от записи

Установите или снимите флаг защиты от записи M1100S.

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Включите (=1) или выключите (=0) защиту от записи.

Ответ

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Текущее состояние защиты от записи: включено (=1) или выключено (=0).

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды.
1		Неопределенный
2	Ошибка	Неправильный выбор
3-4		Неопределенный
5	Ошибка	Получено слишком мало байтов данных.
6-127		Неопределенный

А.3 Команда HART #64531: Запрос состояния защиты при чтении записи

Запрос

Байт	Формат	Описание
-	-	-

Ответ

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Текущее состояние защиты от записи: включено (=1) или выключено (=0).

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды
1-127		Неопределенный

А.4 HART-команда #64600: Считывание диагностической информации

В настоящее время поддерживается только чтение уровня сигнала приема.

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Диагностический параметр id : =5 - Качество считывания соединения

Ответ

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Диагностический параметр: id: =5
1-2	uint16_t	Средний уровень принимаемого сигнала в дБм

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды

1		Неопределенный
2	Ошибка	Неверный выбор.
3-4		Неопределенный
5	Ошибка	Получено слишком мало байтов данных
6-127		Неопределенный

8 Приложение В

В.1 HART-команда #64518: Индикация изменения состояния (M1100S - приборная плата)

Статус устройства, расширенный статус устройства, счетчик изменений конфигурации и стандартизированный статус 3 M1100S сообщаются приборной панели при каждом их изменении. Приборная плата синхронизируется с этим статусом, устанавливая свой внутренний статус устройства соответствующим образом.

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Состояние устройства (без флагов холодного старта и изменения конфигурации)
1	uint8_t	Расширенный статус устройства
2	uint8_t	Стандартизированный статус 3
3-4	uint16_t	Счетчик изменения конфигурации
5	uint8_t	Изменение конфигурации и флаги холодного запуска -0x01 холодный старт -0x02 конфигурация изменена Флаги, содержащиеся в этом поле, срабатывают только один раз при наступлении определенного события. Они используются для установки соответствующих ведущих флагов на другой стороне, но они не сбрасываются, если получена следующая индикация и флаги не были установлены "1". (См. подробные методы сброса в разделе 5.1.1)

Ответ

Значения ответа представляют текущее состояние получателя запроса и могут также использоваться эмитентом запроса индикации для синхронизации своего удаленного состояния.

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Состояние устройства (без флагов холодного старта и изменения конфигурации)
1	uint8_t	Расширенный статус устройства

2	uint8_t	Стандартизированный статус 3
3-4	uint16_t	Счетчик изменения конфигурации
5	uint8_t	Изменение конфигурации и флаги холодного запуска

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды. Полевое устройство синхронизировано с указанным статусом.
1-5		Неопределенный
6	Ошибка	Ошибка команды, специфичной для устройства
7-127	uint16_t	Неопределенный

В.2 HART-команда #64519: Индикация подключения WirelessHART

При изменении режима беспроводной работы M1100S посылает индикацию на приборную панель. Эта информация может быть использована для отображения режима беспроводной работы или изменения режима работы приборной панели.

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Беспроводной режим работы (см. общую таблицу HCF 51)

Ответ

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Беспроводной режим работы (см. общую таблицу HCF 51)

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды
1-127		Неопределенный

В.3 HART-команда #64520: Индикация изменения состояния (приборная плата к M1100S)

Запрос

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Состояние устройства (без флагов холодного старта и изменения конфигурации)
1	uint8_t	Расширенный статус устройства
2	uint8_t	Стандартизированный статус 3
3-4	uint16_t	Счетчик изменения конфигурации
5	uint8_t	Изменение конфигурации и флаги холодного запуска - 0x01 холодный старт

		<p>- 0x02 конфигурация изменена</p> <p>Флаги, содержащиеся в этом поле, срабатывают только один раз при наступлении определенного события. Они используются для установки соответствующих ведущих флагов на другой стороне.</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Ответ

Значения ответа представляют текущее состояние получателя запроса и могут также использоваться эмитентом запроса индикации для синхронизации своего удаленного состояния.

Байт	Формат	Описание
0	uint8_t	Состояние устройства (без флагов холодного старта и изменения конфигурации)
1	uint8_t	Расширенный статус устройства
2	uint8_t	Стандартизированный статус 3
3-4	uint16_t	Счетчик изменения конфигурации
5	uint8_t	Изменение конфигурации и флаги холодного запуска

Код ответа

Код	Класс	Описание
0	Успех	Нет ошибок, специфичных для команды. Полевое устройство синхронизировано с указанным статусом.
1-5		Неопределенный