



для разработчиков

Спецификация протокола «ПульсарМ»

1 Канальный уровень

Интерфейс связи в качестве полезных данных должен оперировать октетами (далее байтами), возможна работа в полудуплексном режиме. Ниже приведена диаграмма одной транзакции (приемо-передачи).

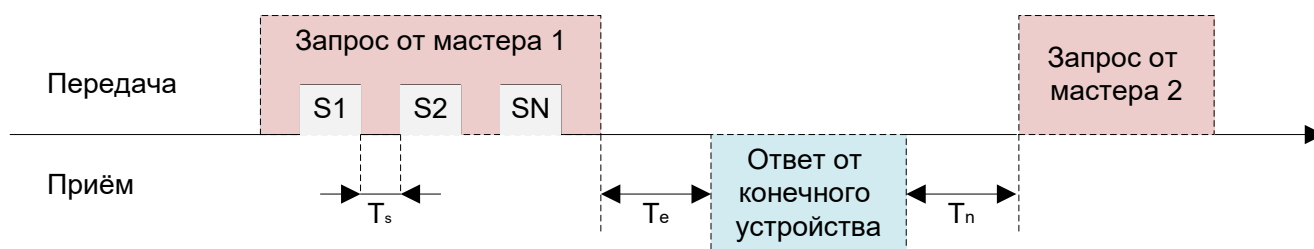


Рисунок 1. Диаграмма приёмо-передачи с указанием временных задержек

- S1, S2...SN – передаваемые символы в рамках одного фрейма.
- T_s – максимальное время задержки между символами. Зависит от реализуемого интерфейса связи. При превышении этого времени устройство считает, что фрейм закончен.
- T_e – время обработки запроса, $T_s \geq T_e$. Максимальное время обработки может варьировать в зависимости от конкретного устройства и запроса. По умолчанию не должна превышать 5 секунд.
- T_n – минимальное время между передачей ответа до нового запроса. Зависит реализуемого интерфейса связи.

1.1 Интерфейс RS-232/RS-485/UART

Параметры по умолчанию:

- скорость 9600, 8 бит данных (минимум), 1 стоп-бит, без проверки четности.
- T_s – 4.5 символа.
- T_n – 1.5 символа.

1.2 Интерфейс TCP/IP

Параметры по умолчанию:

- T_s – 30 мс (обычно конфигурируемо).
- T_n – отсутствует.

2 Транспортный уровень

Данные передаются фреймами. Протокол является адресным, с поддержкой широковещательных запросов и проверкой соответствия запроса ответу.

2.1 Формат фрейма

Максимальный размер фрейма – 255 байт, общий размер технических полей фрейма – 10 байт. Таким образом, максимальный размер полезных данных – до 245 байт.

Поле	ADDRESS	FN	LEN	PAYLOAD	ID	CRC
Формат	BCD MSB	UINT8	UINT8	BLOB	UINT16	UINT16
Размер	4	1	1	≤ 245	2	2



Для многобайтовых полей по умолчанию (если не указано явно) используется прямой порядок байт (LSB). Поля FLOAT32 и FLOAT64 являются числами IEEE.754 одинарной и двойной точности соответственно.

Описание полей:

- **ADDRESS** – адрес конечного устройства. Значение 0x00000000 является широковещательным адресом и указывается только в запросе. Ответ на широковещательный запрос будет содержать адрес конкретный адрес конечного устройства.
- **FN** – функция (далее код запроса). Значение 0x00 зарезервировано под ответ с кодом ошибки (см. пункт 3.9).
- **LEN** – общая длина фрейма в байтах (включая сам байт длины). Допустимые значения [10...255].
- **PAYLOAD** – полезные данные, зависят от указанного кода запроса.
- **ID** – идентификатор запроса. Псевдослучайное число, генерируемое мастером при формировании запроса. Конечное устройство должно ответить тем же значением.
- **CRC** – контрольная сумма фрейма. При формировании фрейма считается от всех данных, исключая само поле контрольной суммы.

2.2 Параметры и расчет контрольной суммы

Характеристики:

- Стандарт: [CRC-16-IBM](#).
- Полином: [0xA001](#).
- Начальное значение: [0xFFFF](#).
- Начинать с: [LSB](#).
- XOR в конце: [нет](#).

Пример расчет на языке C89

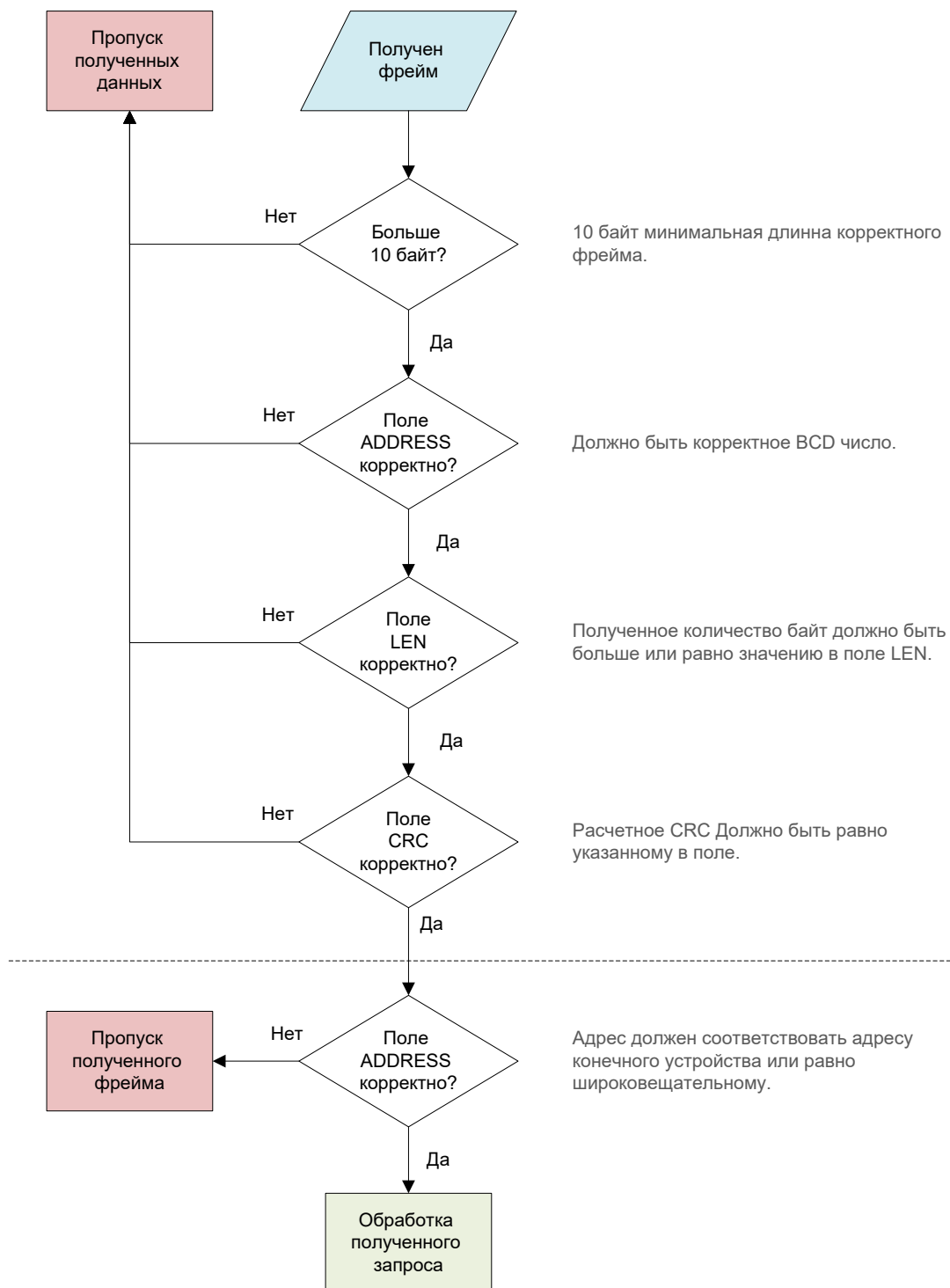
```
#include <stddef.h>
#include <stdint.h>

uint16_t crc(void const *data, size_t size)
{
    uint8_t i;
    uint16_t result = 0xFFFF;
    uint8_t const *buf = (uint8_t const *)data;
    while (size-->0)
    {
        result ^= *buf++;
        for (i = 0; i < 8; i++)
            result = (result & 1) ? (result >> 1) ^ 0xA001 : result >> 1;
    }
    return result;
}
```

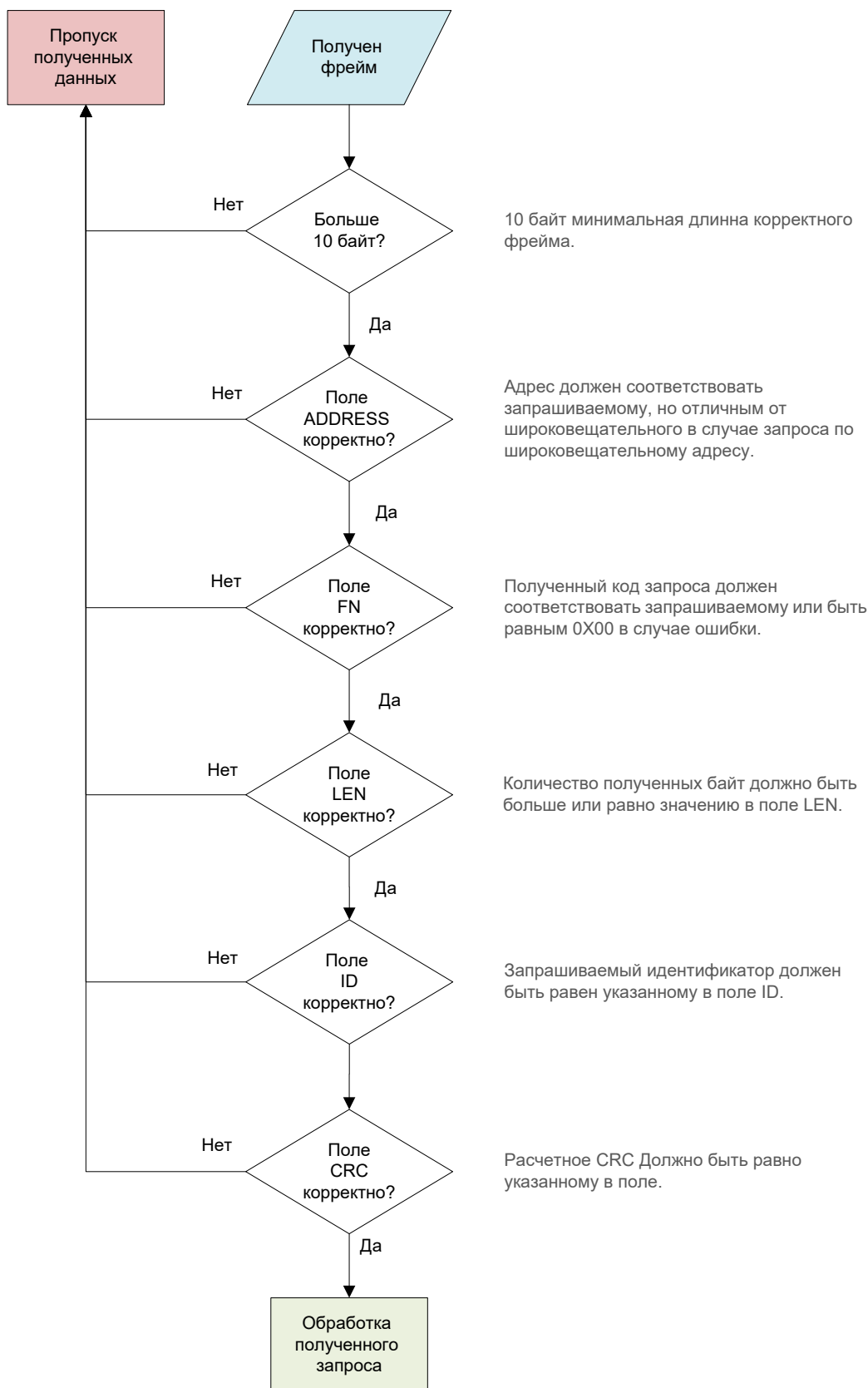


При валидации входящего фрейма удобно считать контрольную сумму от всех байт, включая само поле контрольной суммы. В случае верной контрольной суммы, результат должен быть равен [0x0000](#).

2.3 Алгоритм валидации входящего фрейма для конечного устройства



2.4 Алгоритм валидации входящего фрейма для мастера



3 Прикладной уровень

В данном разделе описаны форматы стандартных функций. Описывается только тело функции (без фрейма). В зависимости от модели конечного устройства некоторые из стандартных функций могут не поддерживаться.

3.1 Структура даты/времени

Имя структуры: DATEIME.

Поле	YEAR	MONTH	DAY	HOUR	MINUTE	SECOND
Формат	UINT8	UINT8	UINT8	UINT8	UINT8	UINT8
Размер	1	1	1	1	1	1

Описание полей:

- **YEAR** – год, отсчитывается от 2000, допустимые значения [0...99].
- **MONTH** – месяц, допустимые значения [1...12].
- **DAY** – день месяца, допустимые значения [1...31].
- **HOUR** – час, допустимые значения [0...23].
- **MINUTE** – минута, допустимые значения [0...59].
- **SECOND** – секунда, допустимые значения [0...59].

Примечания:

- Если все байты равны 0xFF – считать что дата/время отсутствует.

3.2 Структура маски каналов

Имя структуры: CHMASK.

Поле	MASK
Формат	UINT32
Размер	4

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска каналов. Например, если установлен младший бит – значит используется канал №1 (считать с 1).

3.3 Чтение текущей даты/времени

Функция: [0x04](#).

Запрос: данные отсутствуют.

Ответ:

Поле	DATETIME
Формат	DATETIME
Размер	6

3.4 Запись текущей даты/времени

Функция: [0x05](#)

Запрос:

Поле	DATETIME
Формат	DATETIME
Размер	6

Ответ:

Поле	STATUS	Z1	Z2	Z3
Формат	UINT8	UINT8	UINT8	UINT8
Размер	1	1	1	1

Описание полей:

- **STATUS** – результат записи. [0x00](#) – ошибка, [0x01](#) – успешно.
- **Z1, Z2, Z3** – пады (всегда нули).

3.5 Чтение каналов

Функция: 0x01

Запрос:

Поле	MASK
Формат	CHMASK
Размер	4

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска считываемых каналов.

Ответ:

Поле	CHANNEL1	CHANNEL2		CHANNELN
Формат	BLOB	BLOB	...	BLOB
Размер	?	?		?

Описание полей:

- **CHANNEL1, CHANNEL2, CHANNELN** – показания по каналам, отсортированным по возрастанию номера канала. Формат, размер варьируются и описаны в таблице каналов модели конечного устройства.



Размер показаний по каналам является одинаковым, поэтому можно определить размер показания по каналам разделив полученное количество байт полезных данных на количество запрашиваемых каналов.

3.6 Запись каналов

Функция: [0x02](#)

Запрос:

Поле	MASK	CHANNEL1	CHANNEL2		CHANNELN
Формат	CHMASK	BLOB	BLOB	...	BLOB
Размер	4	?	?		?

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска записываемых каналов.
- **CHANNEL1, CHANNEL2, CHANNELN** – новые показания по каналам, отсортированным по возрастанию номера канала. Формат, размер варьируются и описаны в таблице каналов модели конечного устройства.

Ответ:

Поле	MASK
Формат	CHMASK
Размер	4

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска успешно записанных каналов.

3.7 Чтение архива по каналам

Функция: [0x06](#)

Запрос:

Поле	MASK	TYPE	DATE_START	DATE_END
Формат	CHMASK	UINT16	DATETIME	DATETIME
Размер	4	2	6	6

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска считываемого канала. Важно! Должен быть установлен только один бит маски, т.е. запрашивать архив можно только по одному каналу за запрос.
- **TYPE** – тип архива. [0x0001](#) – часовой, [0x0002](#) – суточный, [0x0003](#) – месячный. [0x0004](#) – получасовой поддерживается не у всех моделей конечных устройств.
- **DATE_START, DATE_END** – начальная и конечная дата архивных показаний. Конечное устройство вправе передать меньше показаний при этом обязательно начиная с начальной даты.

Ответ:

Поле	MASK	DATE_START	VALUE1	VALUE2	...	VALUEN
Формат	CHMASK	DATETIME	BLOB	BLOB	...	BLOB
Размер	4	6	?	?	...	?

Описание полей:

- **MASK** – битовая маска зачитываемого канала.
- **DATE_START** – начальная дата архивных показаний, такая же как и в запросе.
- **VALUE1, VALUE2, VALUEN** – архивные показания по зачитываемому каналу. Формат, размер варьируются и описаны в таблице каналов модели конечного устройства.



В случае, если у полученного архивного показания все биты установлены – это признак отсутствия данных.

3.7 Чтение параметра

Функция: [0x0A](#)

Запрос:

Поле	INDEX
Формат	UINT16
Размер	2

Описание полей:

- **INDEX** – индекс считываемого параметра.

Ответ:

Поле	VALUE
Формат	BLOB
Размер	8

Описание полей:

- **VALUE** – значение считываемого параметра. Размер поля фиксирован и ограничен 8 байтами. Формат и реальный размер значения параметра варьируются и описаны в таблице параметров модели конечного устройства.

3.8 Запись параметра

Функция: [0x0B](#)

Запрос:

Поле	INDEX	VALUE
Формат	UINT16	BLOB
Размер	2	8

Описание полей:

- **INDEX** – индекс считываемого параметра.
- **VALUE** – новое значение записываемого параметра. Размер поля фиксирован и ограничен 8 байтами. Формат и реальный размер значения параметра варьируются и описаны в таблице параметров модели конечного устройства. В случае, если реальный размер значения параметра менее 8 байт – оставшиеся байты заполняются [0x00](#).

Ответ:

Поле	STATUS
Формат	UINT16
Размер	2

Описание полей:

- **STATUS** – результат записи параметра, всегда [0x0000](#) (успешно).

3.9 Ответ с ошибкой

Функция: [0x00](#)

Ответ:

Поле	CORE
Формат	UINT8
Размер	1

Описание полей:

- **CODE** – код ошибки

Стандартные коды ошибок:

- 0x01 – отсутствует запрашиваемый код функции.
- 0x02 – ошибка в битовой маске запроса.
- 0x03 – ошибочная длина запроса.
- 0x04 – отсутствует параметр.
- 0x05 – запись заблокирована, требуется авторизация.
- 0x06 – записываемое значение (параметр) находится вне заданного диапазона.
- 0x07 – отсутствует запрашиваемый тип архива.
- 0x08 – превышение максимального количества архивных значений за один пакет.



Ответ с ошибкой может возникнуть на любой запрос. Поэтому при получении ответа необходимо всегда проверять функцию в ответе.

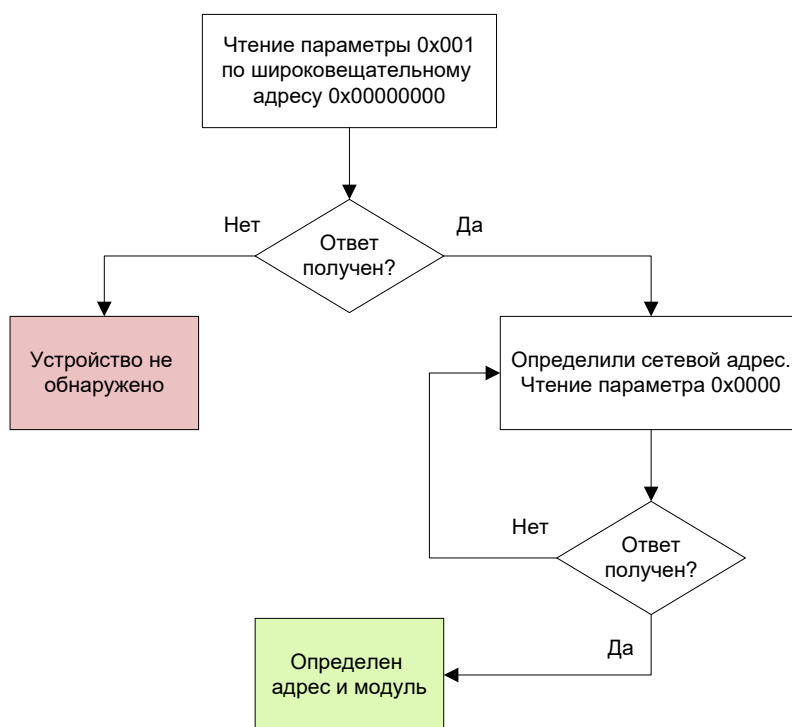
4 Приложение

4.1 Таблица фиксированных (зарезервированных) номеров параметров

Параметр	Индекс	Доступ	Тип данных	Формат
Идентификатор прибора	0x0000	R	UINT16	-
Сетевой адрес	0x0001	R/W	UINT32	[1...99999999]
Пароль (старый новый)	0xE000	W	UINT64	UINT32(H) UINT32(L)
Версия ПО	0x0002	R	UINT64	см. ниже
Номер прошивки	Байт 0	-	UINT16	[1...999]
	Байт 1			
Аппаратная версия	Байт 2		UINT16	[1...99]
	Байт 3			
Программная версия	Байт 4		UINT16	[1...999]
	Байт 5			
Номер ревизии	Байт 6		UINT16	[0...99]
Модификация	Байт 7		UINT16	[0...99]

4.2 Алгоритм определения сетевого адреса и типа конечного устройства

Алгоритм применяется в случае, если на шине одно, не известен его адрес.



4.3 Алгоритм определения всех устройств на шине

Алгоритм применяется в случае, если на шине несколько устройств с разными сетевыми адресами. Поддерживается не всеми моделями конечных устройств.

