



ОПИСАНИЕ ПРОТОКОЛА

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Модем на базе AXSEM AX8052F143 имеет последовательный протокол управления, позволяющий отправлять и принимать посылки по различным протоколам (C, NBFi). Такой модем в частности подключен по UART'у к EFM32HG222F64.

Для подключения по UART'у следует использовать настройки порта: 115200 8N1

2. ПРОТОКОЛ:

В качестве протокола пакетирования использована модификация SLIP:

| \xDD | Packet | | | \xDE |
|------|--------|-----------|-----|------|
| | CMD | {PAYLOAD} | CRC | |

Данные передаются побайтно в бинарном виде, \xYY - байт в шестнадцатичном представлении, {PAYLOAD} - последовательность байт

Служебные символы:

- \xDD – флаг начала пакета
- \xDE – флаг конца пакета
- \xDF – escape-символ

Если в содержимом пакета встречается один из служебных символов (S), он заменяется на два байта: escape-символ и S, с инвертированными битами

| | |
|------|----------|
| \xDF | S ^ \xFF |
|------|----------|

Это необходимо чтобы однозначно определять начало и конец пакета в условиях асинхронной передачи байтов.

CRC - контрольная сумма пакета (для всех байт **PAYLOAD**), рассчитанная с использованием следующих функций:

uint8_t CRC8byte (uint8_t data)

```
{
    uint8_t crc = 0;
    if(data & 1)      crc ^= 0x5e;
    if(data & 2)      crc ^= 0xbc;
    if(data & 4)      crc ^= 0x61;
    if(data & 8)      crc ^= 0xc2;
    if(data & 0x10)   crc ^= 0x9d;
    if(data & 0x20)   crc ^= 0x23;
    if(data & 0x40)   crc ^= 0x46;
    if(data & 0x80)   crc ^= 0x8c;
    return crc;
}
```

uint8_t CRC8(uint8_t * data, uint8_t len)

```
{
    uint8_t crc = 0;
    for(uint8_t i = 0; i < len; i++)
    {
        crc = CRC8byte(data[i] ^ crc);
    }
    return crc;
}
```

CMD – код команды.

| CMD | PAYLOAD | Описание | | | | | | |
|---|---------------|---|------|-----------|---|------|------|--|
| Возможные команды Host -> Axsem | | | | | | | | |
| \x00 | 0-256 Байт | Модем отвечает копией переданного пакета <table border="1"> <tr> <td>\x00</td><td>{PAYLOAD}</td><td>Эхо</td></tr> </table> | \x00 | {PAYLOAD} | Эхо | | | |
| \x00 | {PAYLOAD} | Эхо | | | | | | |
| \x32 | 1-256 Байт | Отправить {PAYLOAD}, варианты ответа: <table border="1"> <tr> <td>\x32</td><td>\x00</td><td>Пакет был успешно добавлен в буфер отправки</td></tr> <tr> <td>\x32</td><td>\x04</td><td>Переполнение буфера отправки, пакет проигнорирован</td></tr> </table> | \x32 | \x00 | Пакет был успешно добавлен в буфер отправки | \x32 | \x04 | Переполнение буфера отправки, пакет проигнорирован |
| \x32 | \x00 | Пакет был успешно добавлен в буфер отправки | | | | | | |
| \x32 | \x04 | Переполнение буфера отправки, пакет проигнорирован | | | | | | |
| \x21 | Нет | Запрос количества пакетов, находящихся в буфере отправки, ответ: <table border="1"> <tr> <td>\x21</td><td>1 Байт</td><td>Количество пакетов в буфере отправки</td></tr> </table> | \x21 | 1 Байт | Количество пакетов в буфере отправки | | | |
| \x21 | 1 Байт | Количество пакетов в буфере отправки | | | | | | |

| | | | | | |
|---|------------|---|------|---------|---|
| \x09 | Нет | Получить уникальный идентификатор модема, ответ: <table border="1"> <tr> <td>\x09</td><td>4 байта</td><td>идентификатор модема, старшим байтом вперед, первый всегда 0, например \x006F1234</td></tr> </table> | \x09 | 4 байта | идентификатор модема, старшим байтом вперед, первый всегда 0, например \x006F1234 |
| \x09 | 4 байта | идентификатор модема, старшим байтом вперед, первый всегда 0, например \x006F1234 | | | |
| \x20 | Нет | Перезагрузка модуля | | | |
| \x40 | 1-8 Байт | Конфигурация модуля, см. дополнение | | | |
| Возможные команды Axsem -> Host | | | | | |
| \x10 | 1-256 Байт | Пакет, принятый модемом | | | |

* При наличии пэйлоуда модем принимает значение и отвечает сообщением с новым значением параметра. При отправке пакета с отсутствующим пэйлоудом, модем отвечает сообщением с текущим сохраненным значением

Конфигурация модуля, **чтение/ записи** текущих настроек. Для чтения данных необходимо отправить **только первый байт PAYLOAD**.

| Описание пакета | Название параметра | Описание (жирным выделено значение по умолчанию) |
|-----------------|--------------------|---|
| PARAM_MODE | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x00 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x40 - запись без подтверждения \x80 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | mode | Режим работы: \x01 - Режим приема активен только после передачи, после чего модуль засыпает (*) \x02 - Режим приема активен постоянно |

| | | |
|--------|----------------|--|
| 3 байт | macck_mode | <p>Количество пакетов(по 8 байт) требующих подтверждения доставки, возможные значения:</p> <p>\x00, \x01, \x02, \x04, \x08, \x10, \x20 (*)</p> |
| 4 байт | tx_phy_channel | <p>Скорость и протокол передачи:</p> <p>\x14 - 50bit/sec протокол C, для передачи на БС (*)</p> <p>\x15 - 50bit/sec протокол D, для передачи на БС</p> <p>\x16 - 200bit/sec, для связи между модулями (*)</p> <p>\x17 - 400bit/sec протокол C, для передачи на БС (*)</p> <p>\x18 - 400bit/sec протокол D, для передачи на БС</p> <p>\x19 - 500bit/sec, для связи между модулями (*)</p> <p>\x1A - 3200bit/sec протокол D, для передачи на БС заложено, для последующих реализаций (*)</p> <p>\x1B - 5000bit/sec, для связи между модулями</p> <p>\x1C - 25600bit/sec протокол D, для передачи на БС заложено, для последующих реализаций (*)</p> <p>\x1D - 57600bit/sec, для связи между модулями</p> |
| 5 байт | rx_phy_channel | <p>Скорость и протокол приема:</p> <p>\x00 - 200bit/sec</p> <p>\x01 - 500bit/sec</p> <p>\x02 - 5000bit/sec</p> <p>\x03 - 57600bit/sec</p> |

| | | |
|-----------------|-----------------|---|
| 6 байт | tx_pwr | Мощность передачи, предел допустимых значений зависит от реализации внешней аналоговой части, в самом простом варианте 0..26 |
| 7 байт | num_of_retries | Количество повторов при не успешной отправке, используется при передачи на БС, 0..5..128 |
| PARAM_HANDSHAKE | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x01 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x41 - запись без подтверждения \x81 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | handshake_mode | Необходимость подтверждения доставки: \x00 - Нет подтверждения \x01 - Требовать подтверждения |
| 3 байт | mack_mode | см. описание выше |
| PARAM_MAXLEN | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x02 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x42 - запись без подтверждения \x82 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | max_payload_len | Длина дробления длинных пакетов, 8 по умолчанию (*) |
| PARAM_TXFREQ | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |

| | | |
|--------------|------------|---|
| 1 байт | read/write | \x03 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x43 - запись без подтверждения \x83 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2..5 байты | tx_freq | Частота отправки в Гц, старший байт вперед (*) |
| PARAM_RXFREQ | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x04 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x44 - запись без подтверждения \x84 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2..5 байты | rx_freq | Частота приема в Гц, старший байт вперед (*) |
| PARAM_ANT | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x05 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x45 - запись без подтверждения \x85 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | tx_pwr | см. описание выше |
| 3 байт | tx_antenna | Вывод передающей антенны, возможные варианты: 0, 1 |
| 4 байт | rx_antenna | Вывод принимающей антенны, возможные варианты: 0, 1 |
| PARAM_DL_ADD | | |

| | | |
|------------------|--------------------|---|
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x06 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x46 - запись без подтверждения \x86 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2..4 байты | dl_ID | Уникальный идентификатор модуля, на который производится отправка, младшим байтом вперед |
| PARAM_HEART_BEAT | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x07 - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x47 - запись без подтверждения \x87 - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | heartbeat_num | Количество системных сообщений, которые необходимо отправить, 255 - бесконечно Системное сообщение содержит информацию о питании, температуре, качестве сигнала, мощности передачи |
| 3..4 байты | heartbeat_interval | Интервал отправки системных сообщений в секундах для mode = 2, в минутах для mode = 1 |
| PARAM_VERSION | | |
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x0A - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) |
| 2..7 байты | version | Содержит версию прошивки и исполнения железа |

| ADD_FLAGS | | |
|-----------|------------------|---|
| CMD | команда | \x40 - конфигурация |
| 1 байт | read/write | \x0B - чтение (последующие байты отправлять не требуются, пакет с ними будет отправлен в ответ) \x4B - запись без подтверждения \x8B - запись с подтверждением (в ответ пакет - результат чтения) |
| 2 байт | additional_flags | Флаги состояния: \x01 - фиксированная скорость \x02 - не сбрасывать на дефолтные настройки при превышении максимума попыток \x04 - не отправлять инфо сообщение \x08 - не использовать шифрование \x10 - выполнить калибровку системного таймера по резонатору передатчика |

(*) - параметр не рекомендуется изменять или использовать