

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «Лаборатория Микроприборов»

_____ А.С. Тимошенко
«__» _____ 2024 г.

NTRIP-МОДЕМ GNSS 3G
ПРОТОКОЛ
информационного взаимодействия с изделием
ЛМАП.469515.124Д1

Разработал

_____ В.П. Захаров
«__» _____ 2024 г.

Проверил

_____ А.В. Михеев
«__» _____ 2024 г.

Нормоконтролер

_____ Н.А. Соломкина
«__» _____ 2024 г.

Содержание

| | |
|--|----|
| Содержание | 2 |
| 1 Введение..... | 3 |
| 2 Назначение | 3 |
| 3 Интерфейс обмена..... | 3 |
| 4 Представление данных..... | 3 |
| 5 Способ передачи..... | 3 |
| 6 Структура информационных пакетов | 3 |
| 7 Описание команд..... | 4 |
| 8 Формат пакетов..... | 5 |
| 8.1 Проверка связи | 5 |
| 8.2 Программный сброс | 6 |
| 8.3 Запуск как базовой станции | 6 |
| 8.4 Запуск как ровера | 7 |
| 8.5 Остановить | 7 |
| 8.6 Запрос информации о приборе | 8 |
| 8.7 Запрос статуса прибора | 8 |
| 8.8 Чтение настроек..... | 10 |
| 8.9 Запись настроек | 12 |
| 8.10 Сохранить настройки в ПЗУ | 13 |
| 8.11 Восстановить настройки из ПЗУ | 13 |
| 8.12 Установка заводских значений | 14 |
| 8.13 Запрос отладочной информации..... | 15 |
| 8.14 Чтение настроек мобильного оператора | 15 |
| 8.15 Запись настроек мобильного оператора..... | 16 |
| Приложение А (справочное) Пример расчета контрольной суммы CRC32 на языке С..... | 18 |
| Приложение Б (справочное) Коды ошибок..... | 19 |
| Приложение В (справочное) Светодиодная индикация..... | 21 |
| 9 Лист регистрации изменений | 22 |

1 Введение

Протокол информационного взаимодействия устанавливает характеристики связи с изделием NTRIP-МОДЕМ GNSS 3G (далее модем).

2 Назначение

Протокол предназначен для однозначного регламентирования скорости обмена, последовательности и типов данных, следующих в информационном обмене.

3 Интерфейс обмена

Информационное взаимодействие с изделием обеспечивается по USB через создаваемый устройством виртуальный СОМ-порт. Параметры передачи данных: 8 бит данных, без бита четности, 1 стоп-бит и настраиваемой скоростью из ряда (115.200, 230.400, 460.800, 921.600, 1000, 1843.200, 2000, 3000 кбит/с). Скорость обмена данными, устанавливаемая при производстве 115200 бит/с.

4 Представление данных

Порядок передачи данных от младшего к старшему. Используется little-endian порядок байт. Структуры упакованные. Типы данных:

uint8 – 8 бит целое беззнаковое число

uint16 – 16 бит целое беззнаковое число

uint32 – 32 бит целое беззнаковое число

float32 – 32 бит число с плавающей точкой одинарной точности в формате IEEE 754

5 Способ передачи

Передачи по интерфейсу производятся непрерывными массивами байт – пакетами. Логически передачи соответствуют принципам «запрос-ответ» и «ведущий-ведомый» (кроме режима непрерывной передачи данных). Устройство является ведомым, и производит непрерывное прослушивание канала данных. Ведущее устройство посылает пакет-запрос, а ведомое, в течение фиксированного интервала, должно послать пакет-ответ. Выбор устройства производится с помощью поля адреса.

6 Структура информационных пакетов

Передача данных осуществляется по пакетно. Структура пакета (рисунок 1): заголовок фиксированной длины, поле данных переменной длины и контрольная сумма (КС).

Заголовок содержит служебную информацию: преамбулу (8 бит, имеет значение 0xFF), адрес устройства (8 бит), тип пакета (8 бит), длину поля данных (8 бит).

Поле данных имеет переменную длину и содержит параметры настройки модема.

Контрольная сумма (32 бит) служит для проверки целостности переданного пакета данных. Расчет производится над массивом заголовков плюс поле данных. Значение добавляется к пакету в формате little-endian. Полином 32-й степени для расчета контрольной суммы имеет вид: $x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x^1 + x^0$ (используется в Ethernet, Gzip, и т.д.). Пример расчета контрольной суммы CRC32 на языке программирования C приведен в приложении А.

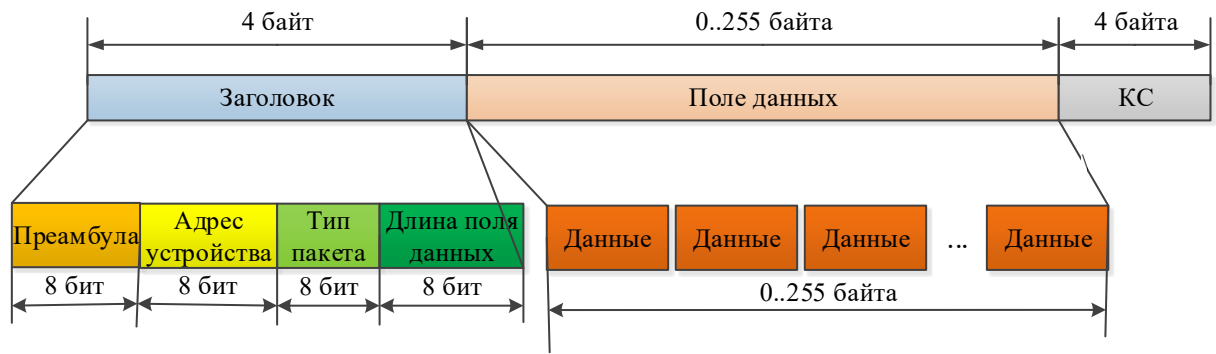


Рисунок 1 – Структура пакета

Пример структуры на языке C:

```
#define MAX_LENGTH 255
struct
{
    uint8 preamble;
    uint8 address;
    uint8 packet_type;
    uint8 length;
    uint8 data[MAX_LENGTH + 4]; // data + CRC32
};
```

7 Описание команд

Для взаимодействия с прибором доступен следующий набор команд:

| Команда | Код | Длина данных в запросе | Длина данных в ответе при корректном запросе |
|--------------------------------------|------|------------------------|--|
| Проверка связи | 0x00 | 0 | 1 (статус) |
| Сброс | 0x01 | 0 | 1 (статус) |
| Запуск как базовой станции | 0x02 | 0 | 1 (статус) |
| Запуск как ровера | 0x03 | 0 | 1 (статус) |
| Остановить | 0x04 | 0 | 1 (статус) |
| Запрос информации о приборе | 0x05 | 0 | 20 |
| Запрос статуса прибора | 0x06 | 0 | 6 |
| Чтение настроек | 0x07 | 0 | 172 |
| Запись настроек | 0x08 | 172 | 1 (статус) |
| Сохранить настройки в ПЗУ | 0x09 | 0 | 1 (статус) |
| Восстановить настройки из ПЗУ | 0x0A | 0 | 1 (статус) |
| Установка заводских значений | 0x0B | 0 | 1 (статус) |
| Запрос отладочной информации | 0x0C | 0 | 12 |
| Чтение настроек мобильного оператора | 0x0D | 0 | 90 |
| Запись настроек мобильного оператора | 0x0E | 90 | 1(статус) |

Внимание! Для ответа на большую часть команд, а также для ответа при некорректном формате запроса, используется пакет статуса. Формат этого пакета следующий:

| Байт | Параметр | Описание |
|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Преамбула | 0xFF |
| 1 | Заголовок | Адрес |
| 2 | | Код команды |
| 3 | | Длина данных |
| 4 | | Статус |
| 5 – 8 | CRC32 | Контрольная сумма |

Если пакет не соответствует хотя бы одному критерию, прибор игнорирует этот пакет и ничего не отправляет в ответ на него. Далее проверяется значение полей «Код команды» и «Длина данных», если запрос содержит некорректный код команды или код корректный, но длина данных не соответствует длине для данной команды, то в ответ отправляется пакет статуса с кодом «BAD CMD» или «BAD LEN». Если пакет корректный, то он передается в обработку прибором, ответ на него формируется в соответствии с указанным в запросе кодом команды.

8 Формат пакетов

В разделе описаны:

- тип пакета;
- длина поля данных;
- поле данных.

8.1 Проверка связи

Используется для определения подключения изделия к интерфейсу.

Запрос:

| Назначение | Заполнение |
|-------------------|------------|
| Тип пакета | 0x00 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Назначение | Заполнение |
|-------------------|--------------------------|
| Тип пакета | 0x00 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан |

| | |
|--|--|
| | 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |
|--|--|

8.2 Программный сброс

Используется для перезагрузки вычислителя

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x01 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|--|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x01 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

8.3 Запуск как базовой станции

Выполнение команды возможно только если прибор находится в состоянии «Ожидание». Переводит прибор в режим работы как базовой станции (переход в состояние «Базовая станция»). В ответ возвращается пакет статуса с кодом «ОК». Если прибор не находится в состоянии «Ожидание», то возвращается пакет статуса с кодом «BAD STATE».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x02 |
| Длина поля данных | 0 |
| Данные | 0 |

Ответ:

| | |
|------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x02 |

| | |
|-------------------|--|
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

8.4 Запуск как ровера

Выполнение команды возможно только если прибор находится в состоянии «Ожидание». Переводит прибор в режим работы как ровера (переход в состояние «Ровер»). В ответ возвращается пакет статуса с кодом «ОК». Если прибор не находится в состоянии «Ожидание», то возвращается пакет статуса с кодом «BAD STATE».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x03 |
| Длина поля данных | 0 |
| Данные | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|--|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x03 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

8.5 Остановить

Останавливает работу прибора и переводит его в состояние «Ожидание», в ответ возвращается пакет статуса с кодом «ОК». Если прибор не находится в состоянии «Базовая станция» или состоянии «Ровер», то в ответ возвращается пакет статуса с кодом «BAD STATE».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x04 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|--|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x04 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

8.6 Запрос информации о приборе

Возвращает в ответ пакет с информацией о приборе, представленной ниже.

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x05 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Байт | Параметр | Описание |
|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Преамбула | 0xFF |
| 1 | Заголовок | Адрес |
| 2 | | Код команды |
| 3 | | Длина данных |
| 4-7 | Данные | Reserve |
| 8 | | Major FW version |
| 9 | | Minor FW version |
| 10–21 | | MCU ID |
| 22–23 | | Reserve |
| 24–27 | CRC32 | Контрольная сумма |

8.7 Запрос статуса прибора

Возвращает в ответ пакет с информацией о статусе прибора.

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x06 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Байт | Параметр | Описание | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--|--|-----|--------|---|-----------------------------------|---|-------------------------------------|---|----------------------------------|---|-----------------------------------|---|-----------------------------|---|-------------------------------|---|----------------------------|---|-----------------------------|---|-------------------------------|---|---------------------------------|----|------------------------------|----|-----------------------------|----|---|----|---|----|--|
| 0 | Заголовок | Преамбула 0xFF | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | | Адрес Адрес прибора, заданный настройками прибора и совпадающий с полем «Адрес» в принятом запросе | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Код команды 0x06 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | Длина данных 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Данные | Device mode Режим работы (состояние) прибора: 0– «Ожидание» 1– «Базовая станция» 2– «Ровер» 3– «Аппаратный сбой» | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | Network status Состояние подключение к сети: 0– поиск сети 1– подключено к 2G 2– подключено к 3G 3– нет сигнала | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | Caster status Состояние подключения к кастеру: 0– в процессе подключения 1– подключено 2– подключение не установлено 3– подключение не производилось (например, при подключении raw UDP или raw TCP) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | GNSS status Состояние ГНСС приемника: 0– ожидание 1– ровер 2– базовая станция: калибровка 3– базовая станция: готов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8–11 | Error flags | <p>Флаги ошибок прибора:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Ошибка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Шум на линии UART интерфейса к ПК</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Ошибка OVERRUN UART интерфейса к ПК</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Сбой DMA RX UART интерфейса к ПК</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Сбой DMA TX UART интерфейса к ПК*</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Шум на линии UART 3G-модема</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Ошибка OVERRUN UART 3G-модема</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Сбой DMA RX UART 3G-модема</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Сбой DMA TX UART 3G-модема*</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>Шум на линии UART GNSS-модуля</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Ошибка OVERRUN UART GNSS-модуля</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>Сбой DMA RX UART GNSS-модуля</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>Сбой DMA TX UART 3G-модема*</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>Сбой системы тактирования: HSE failure*</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td>Сбой системы тактирования: PLL failure*</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>Сбой системы тактирования: ошибка установки системной частоты*</td> </tr> </tbody> </table> | Бит | Ошибка | 0 | Шум на линии UART интерфейса к ПК | 1 | Ошибка OVERRUN UART интерфейса к ПК | 2 | Сбой DMA RX UART интерфейса к ПК | 3 | Сбой DMA TX UART интерфейса к ПК* | 4 | Шум на линии UART 3G-модема | 5 | Ошибка OVERRUN UART 3G-модема | 6 | Сбой DMA RX UART 3G-модема | 7 | Сбой DMA TX UART 3G-модема* | 8 | Шум на линии UART GNSS-модуля | 9 | Ошибка OVERRUN UART GNSS-модуля | 10 | Сбой DMA RX UART GNSS-модуля | 11 | Сбой DMA TX UART 3G-модема* | 12 | Сбой системы тактирования: HSE failure* | 13 | Сбой системы тактирования: PLL failure* | 14 | Сбой системы тактирования: ошибка установки системной частоты* |
| Бит | Ошибка | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0 | Шум на линии UART интерфейса к ПК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Ошибка OVERRUN UART интерфейса к ПК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Сбой DMA RX UART интерфейса к ПК | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Сбой DMA TX UART интерфейса к ПК* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Шум на линии UART 3G-модема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Ошибка OVERRUN UART 3G-модема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Сбой DMA RX UART 3G-модема | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Сбой DMA TX UART 3G-модема* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Шум на линии UART GNSS-модуля | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Ошибка OVERRUN UART GNSS-модуля | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | Сбой DMA RX UART GNSS-модуля | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | Сбой DMA TX UART 3G-модема* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | Сбой системы тактирования: HSE failure* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | Сбой системы тактирования: PLL failure* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Сбой системы тактирования: ошибка установки системной частоты* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | |
|-------|-------|--|----|---|
| | | | 15 | Контрольная сумма настроек во FLASH некорректна |
| | | | 16 | Значения настроек во FLASH некорректны |
| | | | 17 | Сбой при записи настроек во FLASH |
| | | | 18 | Программный сбой: переполнение очереди потока Control |
| | | | 19 | Программный сбой: переполнение очереди потока Modem |
| | | | 20 | Программный сбой: переполнение очереди потока GNSS |
| | | | 21 | Программный сбой: переполнение очереди потока LED |
| | | <p>*После чтения все флаги сбрасываются, кроме флагов тех ошибок, которые привели к переходу прибора в состояние «Аппаратный сбой» (флаги 12,13,14, 3,7,11). Ошибки 12,13,14 связаны с системой тактирования. При их регистрации прибор немедленно переходит в состояние «Аппаратный сбой».</p> <p>Ошибки 3,7,11 – это сбой DMA при передаче по UART. Для того, чтобы прибор перешел в состояние «Аппаратный сбой», данные ошибки должны регистрироваться 3 раза подряд. Поэтому флаги 3,7,11 не сбрасываются только если прибор перешел в состояние «Аппаратный сбой», т.е. если ошибка неустранима.</p> <p>Если флаг ошибки появился в состояниях «Ожидание», «Базовая станция» или «Ровер», то ошибка возникла, но была устранена. После чтения флаг будет сброшен.</p> | | |
| 12–15 | CRC32 | Контрольная сумма | | |

8.8 Чтение настроек

Возвращает пакет с текущими настройками прибора, которые находятся в ОЗУ.

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x07 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Байт | Параметр | Описание |
|------|--------------|--|
| 0 | Преамбула | 0xFF |
| 1 | Адрес | Адрес прибора, заданный настройками прибора и совпадающий с полем «Адрес» в принятом запросе |
| 2 | Код команды | 0x07 |
| 3 | Длина данных | 172 |

| | | | |
|-------|--------|--------------------|---|
| 4-7 | Данные | IP-адрес | <p>Пример кодирования адреса: 185.215.195.137 -> 0x89 0xC3 0xD7 0xB9</p> <p>NTRIP, Ровер/Базовая станция: IP-адрес кастера</p> <p>TCP, Ровер: IP-адрес базовой станции UDP, Базовая станция: IP-адрес ровера. Значение по умолчанию: 185.215.192.137</p> <p>Недопустимые значения IP-адреса: 255.255.255.255, 0.0.0.0, 224.0.0.0 – 239.255.255.255, 127.0.0.1. Так же адрес не может быть маской подсети, т.е. вида 1...10...0b.</p> |
| 8-9 | | Port | <p>NTRIP, Ровер/Базовая станция: порт кастера</p> <p>TCP, Ровер: порт базовой станции, к которому выполнять подключение</p> <p>TCP, Базовая станция: порт, который будет прослушивать базовая станция и к которому подключается ровер</p> <p>UDP, Ровер: порт, который прослушивает ровер и на который базовая станция отправляет поправки</p> <p>UDP, Базовая станция: порт ровера, на который базовая станция отправляет поправки</p> <p>Значение по умолчанию: 49100</p> <p>Недопустимые значения: 0</p> |
| 10 | | Protocol | <p>Протокол связи:</p> <p>0– NTRIP</p> <p>1– UDP</p> <p>2– TCP</p> <p>3– NTRIP RAW</p> <p>Значение по умолчанию: NTRIP</p> |
| 11 | | Login length | <p>Количество символов логина, максимум 30 символов Значение по умолчанию: 5</p> <p>Недопустимые значения: 31–255. При протоколе NTRIP или NTRIP RAW недопустимо значение 0 (логин не может быть пустым)</p> |
| 12–41 | | Login | <p>Логин подключения к кастеру</p> <p>Значение по умолчанию: “modem”</p> |
| 42 | | Password length | <p>Количество символов пароля, максимум 30 символов Значение по умолчанию: 4</p> <p>Недопустимые значения: 31–255. При протоколе NTRIP или NTRIP RAW недопустимо значение 0 (пароль не может быть пустым)</p> |
| 43–72 | | Password | <p>Пароль подключения к кастеру</p> <p>Значение по умолчанию: “1234”</p> |
| 73 | | Mount point length | <p>Количество символов mount point, максимум 100 символов</p> <p>Значение по умолчанию: 11</p> <p>Недопустимые значения: 101–255. При протоколе NTRIP или NTRIP RAW недопустимо значение 0 (mount point не может быть пустым)</p> |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|-------------|--|---|--------|---|--------|---|--------|---|--------|---|---------|---|---------|---|---------|---|---------|---|--------|---|-------|----|-------|----|-------|----|------|----|----------|
| 74–173 | Mount point | Базовая станция: mount point по которому подключается ровер Ровер: mount point базовой станции, к которой подключается ровер Значение по умолчанию: “Mount point” | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 174 | Address | Адрес прибора Значение по умолчанию: 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 175 | Baud rate | Скорость UART подключения к прибору: <table border="1"> <tr><td>0</td><td>921600</td></tr> <tr><td>1</td><td>460800</td></tr> <tr><td>2</td><td>230400</td></tr> <tr><td>3</td><td>115200</td></tr> <tr><td>4</td><td>1000000</td></tr> <tr><td>5</td><td>2000000</td></tr> <tr><td>6</td><td>3000000</td></tr> <tr><td>7</td><td>4000000</td></tr> <tr><td>8</td><td>500000</td></tr> <tr><td>9</td><td>57600</td></tr> <tr><td>10</td><td>38400</td></tr> <tr><td>11</td><td>19200</td></tr> <tr><td>12</td><td>9600</td></tr> <tr><td>13</td><td>19843200</td></tr> </table> Значение по умолчанию: 3 (115200) | 0 | 921600 | 1 | 460800 | 2 | 230400 | 3 | 115200 | 4 | 1000000 | 5 | 2000000 | 6 | 3000000 | 7 | 4000000 | 8 | 500000 | 9 | 57600 | 10 | 38400 | 11 | 19200 | 12 | 9600 | 13 | 19843200 |
| 0 | 921600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 460800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 230400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 115200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1000000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 2000000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 3000000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 4000000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 500000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 57600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 38400 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 19200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 9600 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 19843200 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 176-179 | CRC32 | Контрольная сумма | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8.9 Запись настроек

Записывает настройки в ОЗУ прибора. При запуске прибора в режиме ровера или базовой станции прибор принимает в работу эти настройки. После сброса прибора в ОЗУ считываются настройки из ПЗУ. Команда может выполняться только в состоянии «Ожидание», при получении команды в других состояниях прибор возвращает пакет статуса с кодом «BAD STATE». При получении настроек выполняется проверка их значений на корректность. Если значения корректны, то возвращается пакет статуса с кодом «OK», иначе – с кодом «BAD VALUE».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x08 |
| Длина поля данных | 172 |

Ответ:

| | |
|-------------------|---|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x08 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды |

| | |
|--|---|
| | 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |
|--|---|

Внимание! Для записи настроек во FLASH используется отдельная команда! При изменении скорости обмена UART ответ на запрос отправляется на старой скорости, после чего происходит смена скорости и ответы на последующие запросы отправляются на новой скорости.

8.10 Сохранить настройки в ПЗУ

Записывает настройки из ОЗУ прибора в ПЗУ (в том числе и настройки мобильного оператора, см. 8.15). Команда может выполняться только в состоянии «Ожидание», при получении команды в других состояниях прибор возвращает пакет статуса с кодом «BAD STATE». При успешном сохранении возвращается пакет с кодом «OK». При возникновении ошибки выставляется флаг ошибки 17 «Сбой при записи настроек во FLASH» и отправляется пакет с кодом «HW ERROR».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x09 |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|--|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x09 |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– OK – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

8.11 Восстановить настройки из ПЗУ

Считывает настройки из ПЗУ прибора в ОЗУ (т.е., если были внесены изменения в настройки, то они отменяются). Команда может выполняться только в состоянии «Ожидание», при получении команды в других состояниях прибор возвращает пакет статуса с кодом «BAD STATE». Если настройки в ПЗУ корректны, то возвращается пакет статуса с кодом «OK», иначе выставляется флаг ошибки 15 «Контрольная сумма настроек во FLASH некорректна» или 16 «Значения настроек во FLASH некорректны» и отправляется пакет с кодом «HW ERROR».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0A |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|--|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0A |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

Внимание! При изменении скорости обмена *UART* ответ на запрос отправляется на старой скорости, после чего происходит смена скорости и ответы на последующие запросы отправляются на новой скорости.

8.12 Установка заводских значений

Заполняет настройки в ОЗУ прибора значениями по умолчанию (настройки в ПЗУ не изменяются!). В ответ возвращается пакет статуса с кодом «ОК». Команда может выполняться только в состоянии «Ожидание», при получении команды в других состояниях прибор возвращает пакет статуса с кодом «BAD STATE».

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0B |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| | |
|-------------------|---|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0B |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды |

| | |
|--|---|
| | 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |
|--|---|

Внимание! При изменении скорости обмена *UART* ответ на запрос отправляется на старой скорости, после чего происходит смена скорости и ответы на последующие запросы отправляются на новой скорости.

8.13 Запрос отладочной информации

Возвращает в ответ пакет с отладочной информацией, представленной ниже.

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0C |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Байт | Параметр | | Описание | |
|-------|-----------|-----------------------|--|--|
| 0 | Заголовок | Преамбула | 0xFF | |
| 1 | | Адрес | Адрес прибора, заданный настройками прибора и совпадающий с полем «Адрес» в принятом запросе | |
| 2 | | Код команды | 0x0C | |
| 3 | | Длина данных | 24 | |
| 4-5 | Данные | Control thread traits | Used stack | Использованная часть стека потока Control, в байтах |
| 6-7 | | | Stack size | Размер стека потока Control, в байтах |
| 8 | | | Used queue item | Количество использованных элементов очереди потока Control |
| 9 | | | Queue item count | Общее количество элементов очереди потока Control |
| 10-15 | | Modem thread traits | То же для потока Modem | |
| 16-21 | | GNSS thread traits | То же для потока GNSS | |
| 22-27 | | LED thread traits | То же для потока LED | |
| 28-31 | CRC32 | | Контрольная сумма | |

8.14 Чтение настроек мобильного оператора

Возвращает пакет с текущими настройками мобильного оператора (находятся в ОЗУ). Эти настройки изменяются в зависимости от sim-карты, установленной в устройстве.

Запрос:

| | |
|-------------------|------------|
| Назначение | Заполнение |
| Тип пакета | 0x0D |
| Длина поля данных | 0 |

Ответ:

| Байт | Параметр | Описание |
|-------|-----------|-------------------|
| 0 | Преамбула | 0xFF |
| 1 | Заголовок | Адрес |
| 2 | | Код команды |
| 3 | | Длина данных |
| 4-33 | | APN |
| 34-63 | Данные | Имя пользователя |
| 64-93 | | Пароль |
| 94-97 | CRC32 | Контрольная сумма |

8.15 Запись настроек мобильного оператора

Записывает указанные выше настройки мобильного оператора для подключения к сети 3G.

Запрос:

| Назначение | Заполнение |
|-------------------|-------------------------------------|
| Тип пакета | 0x0E |
| Длина поля данных | 90 (повторяет ответ по пункту 8.14) |

Ответ:

| Назначение | Заполнение |
|-------------------|--|
| Тип пакета | 0x0E |
| Длина поля данных | 1 |
| Данные | 0– ОК – запрос обработан 1– BAD CMD – некорректный код команды 2– BAD LEN – некорректная длина данных для указанной команды 3– BAD VALUE – некорректные значения в поле данных для указанной команды 4– BAD STATE – команда не может быть выполнена в текущем состоянии прибора 5– HW ERROR – команда не выполнена из-за внутреннего сбоя прибора |

Внимание! Применение новых настроек оператора происходит после команды записи в ПЗУ и перезагрузки устройства. После команды записи настроек в ПЗУ необходимо

дождаться ответа устройства об успешной записи. Сброс устройства в процессе записи настроек может привести к их откату к заводским значениям.

Приложение А

(справочное)

Пример расчета контрольной суммы CRC32 на языке C

```
const uint32_t crc32_table[] = {
    0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
    0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e,
    0x97d2d988, 0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064,
    0x6ab020f2, 0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1dad47d, 0x6dde4eb, 0xf4d4b551,
    0x83d385c7, 0x136c9856, 0x646ba8c0, 0xfd62f97a, 0x8a65c9ec, 0x14015c4f,
    0x63066cd9, 0xfa0f3d63, 0x8d080df5, 0x3b6e20c8, 0x4c69105e, 0xd56041e4,
    0xa2677172, 0x3c03e4d1, 0x4b04d447, 0xd20d85fd, 0xa50ab56b, 0x35b5a8fa,
    0x42b2986c, 0xdbbbc9d6, 0xacbcf940, 0x32d86ce3, 0x45df5c75, 0xdcd60dcf,
    0xabd13d59, 0x26d930ac, 0x51de003a, 0xc8d75180, 0xbf06116, 0x21b4f4b5,
    0x56b3c423, 0xcfba9599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2,
    0xb10be924, 0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190,
    0x01db7106, 0x98d220bc, 0xefd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5,
    0xe8b8d433, 0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb,
    0x086d3d2d, 0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8,
    0xf262004e,
    0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6,
    0x12b7e950, 0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3,
    0xfbd44c65, 0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0xadfa541,
    0x3dd895d7, 0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846,
    0xda60b8d0, 0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c,
    0x270241aa, 0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409,
    0xce61e49f, 0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b966d409,
    0x2eb40d81, 0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c,
    0x74b1d29a, 0xead54739, 0x9dd277af, 0x04ddb2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12,
    0x94643b84, 0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27,
    0x7d079eb1, 0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d,
    0x806567cb,
    0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a,
    0x67dd4acc, 0xf9b9df6f, 0x8ebeeff9, 0x17b7be43, 0x60b08ed5, 0xd6d6a3e8,
    0xa1d1937e, 0x38d8c2c4, 0x4fdff252, 0xd1bb67f1, 0xa6bc5767, 0x3fb506dd,
    0x48b2364b, 0xd80d2bda, 0xaf0a1b4c, 0x36034af6, 0x41047a60, 0xdf60efc3,
    0xa867df55, 0x316e8eef, 0x4669be79, 0xcb61b38c, 0xbc66831a, 0x256fd2a0,
    0x5268e236, 0xcc0c7795, 0xbb0b4703, 0x220216b9, 0x5505262f, 0xc5ba3bbe,
    0xb2bd0b28, 0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d27ffa7, 0xb5d0cf31, 0x2cd99e8b,
    0x5bdeae1d, 0x9b64c2b0, 0xec63f226, 0x756aa39c, 0x026d930a, 0x9c0906a9,
    0xeb0e363f, 0x72076785, 0x05005713, 0x95bf4a82, 0xe2b87a14, 0x7bb12bae,
    0x0cb61b38, 0x92d28e9b, 0xe5d5be0d, 0x7cdcefb7, 0x0bdbdf21, 0x86d3d2d4,
    0xf1d4e242, 0x68ddb3f8, 0x1fda836e, 0x81be16cd, 0xf6b9265b, 0x6fb077e1,
    0x18b74777, 0x88085ae6, 0xff0f6a70, 0x66063bca, 0x11010b5c, 0x8f659eff,
    0xf862ae69, 0x616bffd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354,
    0x3903b3c2, 0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a,
    0xd9d65adc, 0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xd5ebb9ec5, 0x47b2cf7f,
    0x30b5ffe9, 0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605,
    0xcdd70693, 0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02,
    0x2a6f2b94, 0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d
};

uint32_t calc_crc(const uint8_t * buf, size_t len) { uint32_t
    crc = 0xFFFFFFFFUL;
    while (len--) {
        crc = crc32_table[(crc ^ *buf++) & 0xFF] ^ (crc >> 8);
    }
    return crc ^ 0xFFFFFFFFUL;
}
```

Приложение Б

(справочное)

Коды ошибок

| Бит | Ошибка | Описание |
|-----|---|--|
| 0 | Шум на линии UART интерфейса к ПК | Регистрируется при помехах на линии UART или при несовпадении настроенной и фактической скорости UART интерфейса к ПК, 3G-модема или GNSS-модуля. Сбрасывается при чтении статуса прибора. |
| 4 | Шум на линии UART 3G-модема | |
| 8 | Шум на линии UART GNSS-модуля | |
| 1 | Ошибка OVERRUN UART интерфейса к ПК | Регистрируется, если был пропущен один или несколько байт при приеме данных по UART интерфейса к ПК, 3G-модема или GNSS-модуля. Сбрасывается при чтении статуса прибора. |
| 5 | Ошибка OVERRUN UART 3G-модема | |
| 9 | Ошибка OVERRUN UART GNSS-модуля | |
| 2 | Сбой DMA RX UART интерфейса к ПК | Регистрируется при возникновении ошибки DMA приемного канала UART интерфейса к ПК, 3G- модема или GNSS-модуля. Сбрасывается при чтении статуса прибора. |
| 6 | Сбой DMA RX UART 3G-модема | |
| 10 | Сбой DMA RX UART GNSS-модуля | |
| 3 | Сбой DMA TX UART интерфейса к ПК | Регистрируется при возникновении ошибки DMA передающего канала UART интерфейса к ПК, 3G- модема или GNSS-модуля. При возникновении выставляется флаг в статусе прибора и предпринимается попытка устранить ошибку. Если передачу данных удалось восстановить, то флаг ошибки остается до прочтения статуса прибора, после чего сбрасывается. Если ошибка повторяется три раза подряд, то прибор переходит в состояние «Аппаратный сбой». В этом состоянии при чтении статуса прибора флаг не сбрасывается. |
| 7 | Сбой DMA TX UART 3G-модема | |
| 11 | Сбой DMA TX UART GNSS-модуля | |
| 12 | Сбой системы тактирования: HSE failure | Ошибка запуска внешнего источника тактирования или резонатора. Регистрируется при инициализации после подачи питания или сброса прибора. Если ошибка зарегистрирована, прибор переходит в состояние «Аппаратный сбой». Флаг не сбрасывается при чтении. |
| 13 | Сбой системы тактирования: PLL failure | Ошибка запуска PLL системы тактирования. Регистрируется и обрабатывается аналогично 12. |
| 14 | Сбой системы тактирования: ошибка установки системной частоты | Ошибка переключения системной частоты. Регистрируется и обрабатывается аналогично 12. |

| | | |
|----|---|---|
| 15 | Контрольная сумма настроек во FLASH некорректна | Регистрируется при чтении настроек прибора из FLASH в ОЗУ при старте прибора или при обработке команды «Восстановить настройки из ПЗУ». При записи настроек производится контроль CRC и значений настроек, поэтому данная ошибка может возникнуть только при повреждении данных во FLASH, например, если в процессе записи настроек было отключено питание прибора. Также эта ошибка появляется после первой прошивки прибора, т.к. память FLASH еще не содержит никаких настроек и заполнена значениями FFFFFFFF. Сбрасывается при чтении статуса прибора. |
| 16 | Значения настроек во FLASH некорректны | Регистрируется, если настройки во FLASH содержат некорректные значения. Регистрируется в ситуациях, аналогичных 15 и обрабатывается также, как 15. |

Приложение В

(справочное)

Светодиодная индикация

| LD1 | LD2 | Значение |
|---------------------|---------------------|--|
| Выключен | Выключен | Нет питания |
| Мигает зеленым 2 Гц | Выключен | Поиск сети |
| Горит зеленым | Выключен | Сеть найдена, ожидание или работа по протоколу UDP или TCP |
| Горит зеленым | Мигает синим 4 Гц | Сеть найдена, идет подключение к кастеру |
| Горит зеленым | Горит синим | Сеть найдена, успешно подключен к кастеру |
| Мигает красным 4 Гц | Выключен | Нет сигнала сети |
| Горит зеленым | Мигает красным 4 Гц | Сеть найдена, сбой подключения к кастеру |
| Горит красным | Горит красным | Прибор в состоянии «Аппаратный сбой» |

9 Лист регистрации изменений

| № п/п | Дата | Версия | Краткое содержание изменений | №№ изменяемых листов |
|----------|------|--------|------------------------------|----------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |