ЗАО «НТП «Горизонт»

**Обмен данными с акселерометром-наклономером АН-Д3**

Версия документа: 1.03

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения 3

2 Физический уровень 4

3 Транспортный уровень 4

4 Структура пакета протокола обмена 5

4.1 Адрес 5

4.2 Контрольная сумма CRC 5

5 Коды операций основного набора команд 5

6 Обработка пакетов протокола обмена измерителем 6

6.1 Запрос информации об устройстве (код 36) 6

6.2 Установка режима работы (код 50) 7

6.3 Сброс микроконтроллера (код 99) 7

6.4 Комплексный запрос параметров (код 201) 7

6.5 Запрос пакетов (код 203) 9

6.6 Установка состояния кольцевого буфера (код 205) 10

6.7 Сброс кольцевого буфера (код 206) 10

6.8 Запись временного буфера конфигурации системы в энергонезависимую память (код 220) 10

6.9 Запрос конфигурации системы (код 221) 10

6.10 Запрос состояния энергонезависимой памяти (код 223) 12

6.11 Запись байта во временный буфер (код 224) 12

6.12 Копирование текущей конфигурации системы во временный буфер (код 225) 12

Приложение 1. Алгоритм обработки данных 13

Приложение 2. Изменение адреса измерителя 16

# Общие положения

В настоящем документе описан протокол информационного обмена с акселерометром-наклономером АН-Д3 (далее по тексту - ***измеритель***). При изучении настоящего документа следует руководствоваться описанием работы измерителя АН-Д3 в соответствии с документом «**Руководство по эксплуатации АН-Д3 7200**»

Далее будет приведено описание команд, их назначение, и формат ответа измерителя. В процессе изложения материала будут использоваться следующие термины и определения:

***Режим работы*** – блок информации, содержащий данные о текущем режиме работы измерителя.

***Слово состояния*** – блок информации, содержащий данные о настройках и состоянии измерителя.

***Системный такт*** – временной интервал, задаваемый микроконтроллером. Значение по умолчанию – 25 нс.

***Системное время*** – время, задаваемое в системных тактах, и хранящееся в целочисленной беззнаковой переменной длиной 8 байт.

***Ненормированные данные ускорений (НДУ)*** – значения углов, обработанные в процессе применения фильтрации, являющиеся исходными данными для вычисления ускорений.

***Запись*** – блок информации в памяти микроконтроллера для сохранения НДУ по осям X и Y.

***Пакет*** – блок информации в памяти микроконтроллера, в котором хранится 32 записи и отметки времени о начале и окончании записи пакета.

***Кольцевой буфер*** – блок информации в памяти микроконтроллера, в котором хранится заданное число пакетов (по умолчанию - 128).

***Голова кольцевого буфера*** – номер ячейки кольцевого буфера, в которую будет произведена очередная запись.

***Хвост кольцевого буфера*** – номер ячейки кольцевого буфера, из которой будет производиться ближайшее чтение.

***Порог остановки кольцевого буфера*** – число, определяющее предельное количество пакетов, после приема которых запись будет остановлена.

***Конфигурация системы*** – блок информации, содержащий данные о системных настройках и состоянии микроконтроллера, а также о текущем режиме работы измерителя.

***Основной буфер конфигурации системы*** – область памяти для хранения текущей конфигурации системы.

***Временный буфер конфигурации системы*** – область памяти для временного хранения копии конфигурации системы.

***Энергонезависимая память*** – специальная область энергонезависимой памяти микроконтроллера для постоянного хранения конфигурации системы.

***Команда*** – формируемый внешней управляющей программой запрос в процессе выполнения общего алгоритма взаимодействия.

***Общее количество измерений (ОКИ)*** – четырехбайтовое беззнаковое число, соответствующее числу измерений, выполненных с момента начала работы измерителя. Данное число может быть сброшено в 0 командой от управляющей программы.

***Период измерений*** – временной интервал, определяющий периодичность измерения углов измерителем. По умолчанию – 0,1с.

***Подтверждение операции*** – Пустой пакет от измерителя, содержащий только адрес, код операции, и два байта CRC. Данный пакет отправляется в ответ на команду при отсутствии других данных.

# Физический уровень

Обмен данными с измерителем на физическом уровне происходит по интерфейсу RS-485 в полудуплексном режиме.

# Транспортный уровень

Данные от измерителя передаются в формате запрос-ответ. Запросы и ответы передаются в виде пакетов данных. Структура пакета с запросом всегда фиксирована и включает поля в соответствии с таблицей 1.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Адрес измерителя, для которого сформирован запрос |
| 1 | Код операции | см. таблицу 3 |
| 2 | **Служебный байт 1 \*)** | см. таблицу 3 |
| 3 | **Служебный байт 2** | см. таблицу 3 |
| 4 | Младший байт CRC | см. 4.2 |
| 5 | Старший байт CRC | см. 4.2 |

\*) Здесь и далее по тексту термины **Служебный байт1** и **Служебный байт2** используются только применительно к структуре пакета запроса в соответствии с таблицей 1.

Структура ответного пакета измерителя зависит от типа выполняемой операции и содержит поля в соответствии с таблицей 2.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения операции |
| 1 | Код операции | Подтверждение выполнения операции |
| … | Данные \*) | Длина переменная |
| … | Младший байт CRC | см. 4.2 |
| … | Старший байт CRC | см. 4.2 |

\*) Блок данных в ответном пакете от измерителя зависит от кода операции (см. таблицу 3), и может быть также нулевой длины.

Специальных символов – разделителей пакетов не предусмотрено. Длина пакета запроса всегда фиксирована. Длина ответа измерителя фиксирована для каждого кода операции.

После выполнения очередной транзакции запрос-ответ должен выдерживаться интервал тишины не менее 10 мс. За указанное время все измерители на измерительной линии переключаются в режим приема пакетов.

# Структура пакета протокола обмена

## Адрес

Адрес (1 байт) – адрес измерителя, которому отправлен запрос. В диапазоне 0 – 255 являются зарезервированными и не допустимыми для назначения работающему измерителю следующие значения адреса:

0x00 – специальный адрес для широковещательных команд

## Контрольная сумма CRC

Контрольная сумма (2 байта) рассчитывается в соответствии со стандартом CRC16CCITT: порождающий полином =0x1021 (x16 + x12 + x5+ 1), initcrc=0xFFFF.

# Коды операций основного набора команд

Коды операций основного набора команд с кратким описанием приведены в таблице 3.Также для каждого кода операции приводится длина ответа от измерителя без учета адреса, кода операции, и двух байт CRC, и указание раздела с описанием обработки команды.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Код** | **Назначение** | **Служебный**  **байт 1** | **Служебный**  **байт 2** | **Длина**  **ответа** | **Ссылка на описание** |
| 36 | Запрос информации об устройстве | Таблица 4 | 0 | 4 | 6.1 |
| 50 | Установка режима работы | Таблица 6 | Таблица 6 | 0 | 6.2 |
| 99 | Сброс микроконтроллера | 66 | 99 | 2 | 6.3 |
| 201 | Комплексный запрос параметров | 0 | 0 | 18 | 6.4 |
| 203 | Запрос пакетов | Номер ячейки в кольцевом буфере | Число запрашиваемых пакетов | \*) | 6.5 |
| 205 | Установка состояния кольцевого буфера | Таблица 11 | Таблица 11 | 0 | 6.6 |
| 206 | Сброс кольцевого буфера | 0 | 0 | 0 | 6.7 |
| 220 | Запись временного буфера в энергонезависимую память | 66 | 99 | 2 | 6.8 |
| 221 | Запрос конфигурации системы | Таблица 13 | 0 | 32 | 6.9 |
| 223 | Запрос состояния энергонезависимой памяти | 0 | 0 | 2 | 6.10 |
| 224 | Запись байта во временный буфер | Номер ячейки во временном буфере | Значение байта для записи | 0 | 6.11 |
| 225 | Копирование энергонезависимой памяти во временный буфер | 0 | 0 | 0 | 6.12 |

\*) При запросе пакетов длина блока данных определяется формулой

если Служебный байт 2 ==0

**[Длина пакета]**

если Служебный байт 2 !=0

**([Длина пакета]\* Служебный байт 2**

Значение констант:

Длина пакета = 148 (таблица 9)

# Обработка пакетов протокола обмена измерителем

Ответный пакет представляет собой поле с адресом, кодом операции, данными, и CRC. Далее приводится описание ответных пакетов от измерителя для различных типов запроса.

## Запрос информации об устройстве (код 36)

По данной команде измеритель отправляет данные в виде четырех байт в соответствии с таблицами 4 и 5.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения запроса |
| 1 | Код операции (36) | Подтверждение выполнения запроса |
| 2 | Байт 0 данных | Данные измерителя в соответствии с таблицей 5 |
| 3 | Байт 1 данных |
| 4 | Байт 2 данных |
| 5 | Байт 3 данных |
| 6 | Младший байт CRC |  |
| 7 | Старший байт CRC |  |

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| **Значение служебного байта1 в запросе** | **Назначение данных** |
| 0 | Системная частота. Беззнаковое целое. (pb\_clock) |
| 1 | Таймер 2 ШИМ. Двойное слово. (pb\_clock/(256\*t2\_frq) t2\_frq=20Гц) |
| 2 | Мощность нагревателя. Слово. ( heat\_pwr) |
| 3 | Мощность вентилятора. Слово. ( cool\_pwr) |
| 4 | Версия прошивки микроконтроллера: байт 0 - номер сборки , байт 1 -номер субверсии, байт 2 - номер версии |
| 5 | Байт 0 – адрес ИН-Д3, байт 1 – команда ИН-Д3 \*) |
| 6 | Значение таймера 100мс.Двойное слово. ( Time100ms) |
| 7 | Время запрос-ответ датчика ИН-Д3. Двойное слово. \*\*) |
| 8 | Параметр расчета. Двойное слово. ( tmp05\_max) |
| 9 | Делитель фильтра. Слово. (stp.n50) \*\*\*) |

\*) Запрос датчика ИН-Д3 5 байт, структура данных

typedef struct

{

BYTE start; //Стартовый символ 0x7E

BYTE com; //Номер СОМ-порта

BYTE adr; //Адрес датчика

BYTE crc; //Контрольная сумма протокола 2.11

BYTE end; //Стоповый символ 0x7E

//----------------------------------------

BYTE n; // Число переданных байт

} BS4I1\_D3OUT;

\*\*) Результат датчика ИН-Д3 8 байт

typedef struct

{

short x;

short y;

DWORD tm;

} BS4I1\_D3Res;

\*\*\*) Конфигурация системы

typedef struct

{

// Ядро

DWORD sys\_frq; // 0:4 частота ядра

// Линия

BYTE adr; // 4:1 адрес устройства

// Датчик ИН-Д3

BYTE d3adr; // 5:1 адрес датчика ИН-Д3 (для посылки 5 байт - от 0 до 124)

BYTE d3maxadr; // 6:1 максимальный адрес датчика ИН-Д3

// 1.202 дополнительные биты

BYTE rs232:1; // 7:1 Включить RS232

BYTE x9B:1; // 7:1 Измерения датчика 12 байт без запроса // 1.203

BYTE lrate:3; // 7:1 Скорость на линии 0 - 115200, 1 - 57600, 2 - 38400, 3 - 19200

BYTE fir3:2; // 7:1 FIR3 0 - 2 Гц, 1 - 2.75 Гц 720, 2 - 2.95 Гц 1440 и 3600

BYTE rb1:1; // 7:1 резерв

// Температура

WORD t5nav; // 8:2 Количество точек усреднения по температуре

WORD t5nerr; // 10:2 Допустимое количество ошибок по температуре при усреднении

WORD t5hmin; // 12:2 Минимальная допустимая частота врвщения вращения вентилятора

// Ошибки

WORD neadr; // 14:2 Попыток найти адрес датчика до выставления флага sw.fte

WORD nte; // 16:2 Ошибок чтения до выставления флага sw.fte

WORD nce; // 18:2 Ошибок CRC до выставления флага sw.fce

WORD nre; // 20:2 Ошибок диапазона до выставления флага sw.fre

WORD ndr; // 22:2 Удачных измерений до выставления флага sw.fdr

WORD ntrm; // 24:2 Циклов терморегулирования до выставления флага sw.ftrme

WORD nthrd; // 26:2 Циклов измерения частоты тахометра до выставления флага sw.fthdr

WORD n50; // 28:2 Делитель фильтра

// Mode

BS4I1\_MODE md; // 30:2 1.0.2

// 32 байта 24.10.2014

} BS4I1\_STP;

## Установка режима работы (код 50)

По данной команде измеритель сбрасывает внутренние флаги состояний в соответствии с таблицей 6, и отправляет подтверждение операции.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| **Значение служебного байта 1** | **Выполняемые действия** |
| 0 | Отключение фильтра 1. (res.md.nofir1) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 1 | Управление режимом юстировки (если служебный байт 2 в запросе равен 1 – режим юстировки включен, если служебный байт 2 в запросе равен 0 – режим юстировки выключен) (res.md.nofir2) |
| 2 | Отключение IDLE. (res.md.noidle) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 3 | Отключение ТАЙМАУТОВ. (res.md.nod3) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 4 | Отключение УСРНЕДНЕНИЯ ПОТЕМПЕРАТУРЕ. (res.md.no5av) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 5 | Отключение ТЕРМОРЕГУЛЯТОР. (res.md.notrm) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 6 | Управление записью в кольцевой буфер (если служебный байт 2 в запросе равен 1 – запись в кольцевой буфер остановлена если служебный байт 2 в запросе равен 0 – запись в кольцевой буфер активна) |
| 7 | Отключение ДЕТЕКТИРОВАТЬ АДРЕС ДАТЧИКА. (res.md.noadrdetect) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 8 | Отключение КОМПЕНСИРОВАТЬ УСКОРЕНИЕ НА ЧАСТОТЕ 0. (res.md.noacmp) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 9 | Отключение ФИЛЬТР3. (res.md.nofir3) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 10 | Отключение ПИТАНИЕ ДАТЧИКОВ БС. (res.md.nopwr) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 11 | Отключение МЕТЕОСАНЦИЯ. (res.md.nometeo) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 12 | Запрос по тайм-ауту. (res.md.tostart) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 13 | Скорость 115200. (res.br115.to10) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 14 | Тайм-аут 10мс/5мс. (res.md.to10) см. структуру РЕЖИМ РАБОТЫ СИСТЕМЫ \*) |
| 101 | Бит перезагрузки в слове состояния устанавливается в значение служебного байта 2 (если служебный байт 2 в запросе равен 1 – бит перезагрузки в слове состояния сбрасывается) |

\*) Результат измерений

typedef struct

{

short X; //угол X

short Y; //угол Y

short T; //температура

WORD Th; //тахометр

WORD Pw; //мощность терморегулятора

BS4I1\_SW sw; //слово состояния датчика

DWORD pn; //количество измерений акселерометра

BS4I1\_MODE md; //режим работы системы

} BS4I1\_Res;

//Слово состояния измерителя

typedef struct

{

WORD frst:1; // Перезагрузка

WORD fdr:1; // Готовность данных датчика

WORD ft5dr:1; // Готовность данных температуры

WORD fthdr:1; // Готовность данных вентилятора

WORD fte:1; // Ошибки чтения датчика

WORD fce:1; // Ошибки CRC датчика

WORD fre:1; // Ошибки диапазона датчика

WORD r1:1; // Резерв

WORD ft5te:1; // Ошибки чтения температуры

WORD ft5re:1; // Ошибки диапазона температуры

WORD fthre:1; // Ошибка частоты вентилятора

WORD ftrme:1; // Ошибка терморегулятора

WORD fadr:1; // Идет поиск адреса

WORD ftrm:1; // Терморегулятор включен

WORD r2:1; // Резерв

WORD r3:1; // Резерв

} BS4I1\_SW;

//Режим работы измерителя

typedef struct

{

WORD nofir1:1; // Отключить фильтр 1

WORD nofir2:1; // Отключить фильтр 2

WORD noidle:1; // Отключить IDLE

WORD nod3:1; // Отключить таймауты

WORD not5av:1; // Не усреднять по температуре

WORD notrm:1; // Отключить терморегулятор

WORD nostack:1; // Не заполнять буфер акселерометра

WORD noadrdet:1; // Не детектировать адрес датчика

WORD noacmp:1; // Не компенсировать ускорение на 0 частоте

WORD nofir3:1; // Отключить фильтр 3

WORD nopwr:1; // Отключить питание датчиков для БС

WORD nometeo:1; // Отключить метеостанцию

// !!! 1.202

WORD tostart:1; // Запрос по таймауту

WORD br115:1; // Скорость 115200

WORD to10:1; // Таймаут 10 мс (или 5 мс)

WORD reOff:1; // Отключить контроль ошибок диапазона и скорости нарастания

} BS4I1\_MODE;

## Сброс микроконтроллера (код 99)

По данной команде измеритель проверяет условие:

**Служебный байт1 = =66 &&Служебный байт2 = =99**

В случае выполнения условия измеритель отправляет подтверждение операции, и после задержки в 1 с выполняет сброс микроконтроллера.

## Комплексный запрос параметров (код 201)

Комплексный запрос параметров обеспечивает чтение в едином пакете значений углов, а также других данных, считываемых измерителем. Формат ответа измерителя на комплексный запрос параметров приведен в таблице 7. \*)

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения запроса |
| 1 | Код операции (201) | Подтверждение выполнения запроса |
| 2 | Значение угла X младший байт | Двухбайтовое целое число со знаком. Для вычисления значения угла в угловых секундах привести к типу **double** и разделить на константу **8.0** |
| 3 | Значение угла X старший байт |
| 4 | Значение угла Y младший байт |
| 5 | Значение угла Y старший байт |
| 6 | Значение температуры термодатчика младший байт | Значение температуры в градусах Цельсия. Двухбайтовое целое со знаком. Для получения температуры в градусах Цельсия привести к типу **double** и разделить на константу 250.0 |
| 7 | Значение температуры термодатчика  старший байт |
| 8 | Зарезервировано | Обороты тахометра \*) |
| 9 | Зарезервировано |
| 10 | Зарезервировано | Мощность термостата \*) |
| 11 | Зарезервировано |
| 12 | Байт 0 слова состояния измерителя | Таблица 8 (см. стр. 9) |
| 13 | Байт 1 слова состояния измерителя |
| 14 | Байт 0 общего числа измерений | Беззнаковое четырехбайтовое целое число\*\*) |
| 15 | Байт 1 общего числа измерений |
| 16 | Байт 2 общего числа измерений |
| 17 | Байт 3 общего числа измерений |
| 18 | Байт 0 режима работы измерителя | Режим работы измерителя (см. стр. 10) |
| 19 | Байт 1 режима работы измерителя |
| 20 | Младший байт CRC |  |
| 21 | Старший байт CRC |  |

\*\*) По данному значению определяется объем данных в кольцевом буфере и необходимость считывания кольцевого буфера (см. Приложение 1).

Слово состояния измерителя представляет собой двухбайтовое целое беззнаковое число. Биты данного числа отображают текущее состояние отдельных параметров измерителя. Назначение бит слова состояния приведено в таблице 8.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер бита** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Перезагрузка | 1 – была перезагрузка |
| 1 | Готовность данных измерителя | 1 – готовность |
| 2 | Готовность данных температуры | 1 – готовность |
| 3 | Зарезервировано |  |
| 4 | Ошибки чтения датчика | 1 – наличие ошибок |
| 5 | Ошибки CRC датчика | 1 – наличие ошибок |
| 6 | Ошибки диапазона датчика | 1 – наличие ошибок |
| 7 | Зарезервировано |  |
| 8 | Ошибки чтения температуры | 1 – наличие ошибки |
| 9 | Ошибки диапазона температуры | 1 – наличие ошибок |
| 10 | Зарезервировано |  |
| 11 | Зарезервировано |  |
| 12 | Зарезервировано |  |
| 13 | Зарезервировано |  |
| 14 | Зарезервировано |  |
| 15 | Зарезервировано |  |

\*) Результат АН-Д3

typedef struct

{

short X;

short Y;

short T;

WORD Th;

WORD Pw;

BS4I1\_SW sw;

DWORD pn; //Количество измерений акселерометра

BS4I1\_MODE md;

} BS4I1\_Res;

## Запрос пакетов (код 203)

Если запись включена (таблица 8), измеритель непрерывно ведет измерение мгновенных значений ускорений и сохранение данных в пакетах длиной 32 записи. Каждый пакет сохраняется в кольцевом буфере. Количество ячеек кольцевого буфера по умолчанию составляет 128. При сохранении данных с периодичностью 0,1 с буфер обеспечивает запись примерно в течении 6,8 мин. Во избежание переполнения буфера периодичность считывания пакетов не должна превышать указанную величину. В данных пакета фиксируется время начала записи пакета и время конца записи в единицах системного времени микроконтроллера с дискретностью 25 нс. Ответ измерителя на запрос пакетов приведен в таблице 9. Структура пакета приведена в таблице 10.

Системное время микроконтроллера представляет собой 8-байтовый счетчик системных тактов (25 нс). Для уменьшения длины пакета в его составе передается только младшие 4 байта соответственно для времени начала и окончания формирования. Старшие 4 байта передаются один раз (байт 136 - 139).

Таблица 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения запроса |
| 1 | Код операции (203) | Подтверждение выполнения запроса |
| 2 | Первый запрошенный пакет |  |
| … | … |  |
| … | Последний запрошенный пакет |  |
| … | Младший байт CRC |  |
| … | Старший байт CRC |  |

Таблица 10

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 – 63 | Массив Ненормированных данных ускорений по оси X | 32 двухбайтовых целых числа со знаком |
| 64 – 127 | Массив Ненормированных данных ускорений по оси Y | 32 двухбайтовых целых числа со знаком |
| 128 – 131 | Время начала записи пакета (младшая часть) | В системных тактах |
| 132 – 135 | Время окончания записи пакета (младшая часть) | В системных тактах |
| 136 – 139 | Старшая часть системного времени | В системных тактах |
| 140 – 141 | Количество ошибок |  |
| 142 – 143 | Резерв |  |
| 144 – 145 | Резерв |  |
| 146 – 147 | Резерв |  |

**Примечание: как указано выше, время начала и окончания записи пакета передается в виде 4-байтового счетчика системных тактов микроконтроллера (младшей части системного времени). Если время начала записи превышает время окончания записи (за время записи единица перешла в старший разряд). Это необходимо учитывать при расчете времени формирования пакета: [старшая часть системного времени-1] для времени начала формирования пакета, и [старшая часть системного времени] для времени окончания формирования пакета.**

//Структура пакета

// PACK\_SIZE = 128

typedef struct

{

short x[PACK\_SIZE];

short y[PACK\_SIZE];

DWORD stCT; // start CoreTime

DWORD spCT; // stop CoreTime

DWORD tmpCT; // CoreTime\*tmpCT // 1.0.2

WORD ne; // 1.0.2 количество ошибок

WORD drz; // удачные измерения с замораживанием для ускорений до конца пакета

short AX; // 1.0.2

short AY; //

} BS4I1\_D3Packet;

//Структура кольцевого буфера

// NUM\_PACKS = 128

typedef struct

{

BS4I1\_D3Packet P[NUM\_PACKS];

int cd; //

int cp; //

BOOL on; // Включен

WORD n50; //

int nStart; // Порпускать nStart измерений перед началом записи

short oldx;

short oldy;

WORD nGroup; // 1.0.2 1...16383 – Останавливать после приема каждых nGroup пакетов

} BS4I1\_D3Stack;

## Установка состояния кольцевого буфера (код 205)

Команда устанавливает параметры остановки кольцевого буфера измерителя в соответствии с таблицей 11. При получении данной команды запись в кольцевой буфер останавливается, в ответ отправляется подтверждение операции.

Порог остановки кольцевого буфера – число пакетов, после записи которого запись в кольцевой буфер останавливается. Даная функция может быть необходима при отладке системы.

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| Служебный байт 1 | Младший байт порога остановки кольцевого буфера |
| Служебный байт 2 | Биты 0…5 - старший байт порога остановки кольцевого буфера  Бит 6 – признак очистки буфера (если бит равен 1 – выполняется очистка буфера)  Бит 7 – признак повторного включения записи (если бит равен 1 – сразу включается запись в кольцевой буфер) |

## Сброс кольцевого буфера (код 206)

По данной команде производится очистка буфера, запись в буфер останавливается.

В ответ на команду измеритель отправляет подтверждение операции.

**Примечание: данная команда выполняет действия, аналогичные 6.6 с очисткой кольцевого буфера и без повторного запуска записи в кольцевой буфер.**

## Запись временного буфера конфигурации системы в энергонезависимую память (код 220)

По данной команде измеритель проверяет условие:

**Служебный байт1 = 66 && Служебный байт2 = 99**

В случае выполнения условия выполняется запись временного буфера в энергонезависимую память. В ответном пакете передается адрес временного буфера.

## Запрос конфигурации системы (код 221)

По данной команде измеритель отправляет данные о конфигурации системы в соответствии с Таблица 12 . В зависимости от значения служебного байта 2 в запросе, измеритель отправляет данные о конфигурации системы из различных областей памяти в соответствии с Таблица 13. Формат конфигурации системы приведен в таблице 14.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения запроса |
| 1 | Код операции (221) | Подтверждение выполнения запроса |
| 2 | Байт 0 конфигурации системы | Таблица 14 |
| … | … |
| … | … |
| 33 | Последний байт конфигурации системы |
| 34 | Младший байт CRC |  |
| 35 | Старший байт CRC |  |

Таблица

|  |  |
| --- | --- |
| **Значение служебного байта 1** | **Выполняемые действия** |
| 0 | Режим измерителя переключается на res.md, отправка основной конфигурации системы |
| 1 | Отправка временного буфера конфигурации системы |
| 2 | Отправка содержимого конфигурации системы из энергонезависимой памяти |

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 – 3 | Служебная информация |  |
| 4 | Адрес измерителя |  |
| 5 | Служебная информация |  |
| 6 | Служебная информация |  |
| 7 | Резерв |  |
| 8 - 9 | Служебная информация |  |
| 10 – 11 | Служебная информация |  |
| 12 – 13 | Служебная информация |  |
| 14 – 15 | Служебная информация |  |
| 16 - 17 | Служебная информация |  |
| 18 – 19 | Служебная информация |  |
| 20 – 21 | Служебная информация |  |
| 22 – 23 | Служебная информация |  |
| 24 – 25 | Резерв |  |
| 36 – 27 | Резерв |  |
| 38 - 29 | Резерв |  |
| 30 – 31 | Режим работы |  |

## Запрос состояния энергонезависимой памяти (код 223)

По данной команде измеритель передает два байта о состоянии энергонезависимой памяти конфигурации системы в соответствии с таблицей 15.

Таблица

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Номер байта** | **Назначение** | **Примечание** |
| 0 | Адрес измерителя | Подтверждение выполнения запроса |
| 1 | Код операции (36) | Подтверждение выполнения запроса |
| 2 | Текущий адрес энергонезависимой памяти |  |
| 3 | Размер страницы энергонезависимой памяти |  |
| 4 | Младший байт CRC |  |
| 5 | Старший байт CRC |  |

## Запись байта во временный буфер (код 224)

По данной команде измеритель осуществляет запись значения служебного байта 2 во временный буфер конфигурации системы по адресу, определяемому служебным байтом 1.В ответ передается подтверждение операции.

## Копирование текущей конфигурации системы во временный буфер (код 225)

По данной команде измеритель копирует текущую конфигурацию системы во временный буфер конфигурации системы. В ответ передается подтверждение операции.

# Приложение 1. Алгоритм обработки данных

Сразу после включения питания измеритель ведет непрерывное измерение углов по осям X и Y с периодичностью 0,1с, осуществляет фильтрацию по заданному алгоритму, и по мере накопления данных помещает результаты в кольцевой буфер в виде пакетов. Пакет содержит 32 значения НДУ по осям Xи Y, а также отметки времени о начале и окончании формирования пакета. Пакеты помещаются в кольцевой буфер один за другим, сразу после накопления данных очередного пакета. После записи очередного пакета, значение головы кольцевого буфера увеличивается 1. В случае, если данные из кольцевого буфера не были своевременно считаны, голова кольцевого буфера продолжает увеличиваться, и часть данных будет потеряна. Таким образом, управляющая программа должна своевременно осуществлять считывание данных, и модифицировать значение хвоста кольцевого буфера (номер ячейки, из которой будет выполняться очередное чтение). Время начала формирования очередного считанного пакета должно совпадать с временем окончания формирования предыдущего пакета.

В процессе информационного обмена с измерителем управляющая программа выполняет следующие основные функции

* Опрос данных текущих значений углов (код операции 201);
* Оценка значения ОКИ и принятие решения о необходимости считывания кольцевого буфера;
* Считывание данных из кольцевого буфера (код операции 203);
* Проверка непрерывности поступления данных (отсутствие переполнения кольцевого буфера) и необходимости выполнения сброса кольцевого буфера (код операции 206);
* Обработка и сохранение данных в файле.

При выполнении алгоритма используются следующие величины:

**ALL\_MEAS** - всего выполнено измерений

**PROC\_MEAS** - всего обработано измерений

**TO\_READ** - доступно для чтения и обработки измерений

**BUF\_ADDR** - текущий адрес чтения из кольцевого буфера

**TSTART\_CUR** - время начала формирования текущего пакета

**TEND\_PREV** - время окончания формирования предыдущего пакета

Далее приводится алгоритм опроса и обработки данных для одного датчика.



\*) Время начала и окончания пакета передается в виде четырехбайтового беззнакового числа (см. Таблица 10). При вычислении времени следует руководствоваться примечанием на стр. 10.

\*\*) Значение ускорения на основе полученных НДУ вычисляется по следующей формуле:

**double** K=-1.0/8.0/3600.0/180.0\*ЧИСЛО\_PI\*G\*1000.0; // G=9.81347для МИНСК

**double** AX=НДУ[X]\*K **double** AY=НДУ[Y]\*K

# Приложение 2. Изменение адреса измерителя

Адрес измерителя хранится в конфигурации системы. При старте микроконтроллера измерителя текущая конфигурация системы загружается в основной буфер и применяется в процессе работы. Для изменения адреса измерителя необходимо выполнить действия, приведенные ниже в схеме алгоритма. Далее применены и используются следующие обозначения:

**CURR\_ADDR** – текущий адрес измерителя (1 байт)

**NEW\_ADDR** – новый адрес измерителя (1 байт)

