

## **ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА И ПРОТОКОЛА ОБМЕНА ПРИБОРА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ НВ0709.2А**

### **Описание интерфейса подключения прибора управления**

Прибор управления для приема и передачи данных использует интерфейс USB. Прибор является ведомым устройством и выполняет только команды ведущего устройства. Подключение прибора управления к персональному компьютеру выполняется с установкой драйверов для преобразователя интерфейсов CP2103 фирмы Silicon Labs.

### **Описание протокола обмена прибора управления**

Прибор управления обеспечивает управление сетью из пяти приборов. Основной задачей прибора управления является преобразование одного запроса поступившего от ведущего устройства в последовательность запросов для всех приборов сети, прием ответов от всех приборов сети и формирование и отправка общего ответного пакета в ведущее устройство.

Данные передаются пакетами. Каждый пакет состоит из последовательности байтов. Скорость передачи данных может быть выбрана из стандартных в диапазоне 9,6 – 921,2 Кбод, по умолчанию (при включении питания и выполнении общего сброса) устанавливается 9,6 Кбод. Уровни логических сигналов логического нуля и логической единицы приемника и передатчика прибора полностью отвечают требованиям стандарта RS-485.

При включении питания прибор выполняет инициализацию внутренних устройств и переходит в режим ожидания команд от ведущего устройства (инициатора обмена). При получении пакета данных, содержащего правильную команду, прибор выполняет поступившую команду и высылает результат ее выполнения. Если пакет поврежден или не содержит правильной команды, то он игнорируется. Если прием пакета не завершился за время, отведенное для приема (зависит от скорости передачи данных), то прием завершается, а пакет игнорируется.

Общий формат пакета запроса приведен в таблице:

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (N = 0...255)
CRC1	Байт контрольной суммы по модулю два заголовка пакета
DATA1	Первый байт данных
...	...
DATA <sub>n</sub>	Последний байт данных
CRC2	Байт контрольной суммы по модулю два пакета данных

Последовательность передачи байтов пакета и алгоритм формирования контрольных сумм пакета данных приведена на рисунке 1.

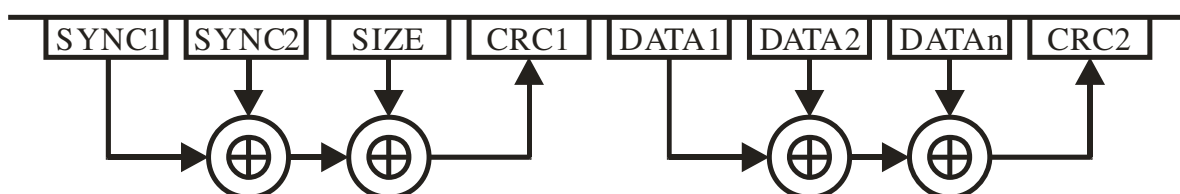


Рисунок 1. Последовательность передачи байтов пакета и алгоритм формирования контрольных сумм пакета данных.

Контрольные суммы (по модулю два) пакетов данных вычисляются по формулам:

$$CRC1 = SYNC1 \oplus SYNC2 \oplus SIZE$$

$$CRC2 = CRC1 \oplus DATA1 \oplus DATA2 \oplus \dots \oplus DATA_n$$

Команды управления прибором представляют собой байты с определенными значениями, которые приведены в таблице:

Байт	Назначение
0x30h	Запрос текущих результатов измерения напряжения питания и температуры всех приборов сети
0x31h	Выслать из буфера прибора управления текущий результат измерения всех приборов сети
0x32h	Запуск измерительного процесса (Обновление буфера текущего результата измерения компонент всех приборов сети)
0x33h	Остановка измерительного процесса.
0x34h	Запрос сведений всех приборов сети (тип, модель, версия, зав.

	номер)
0x35h	Выполнить общий сброс всех приборов сети
0x40h	Настроить скорость передачи по сети 9,6 Кбод
0x41h	Настроить скорость передачи по сети 14,4 Кбод
0x42h	Настроить скорость передачи по сети 19,2 Кбод
0x43h	Настроить скорость передачи по сети 28,8 Кбод
0x44h	Настроить скорость передачи по сети 38,4 Кбод
0x45h	Настроить скорость передачи по сети 57,6 Кбод
0x46h	Настроить скорость передачи по сети 115,2 Кбод
0x47h	Настроить скорость передачи по сети 230,4 Кбод
0x48h	Настроить скорость передачи по сети 460,8 Кбод
0x49h	Настроить скорость передачи по сети 921,6 Кбод
0x50h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 9,6 Кбод
0x51h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 14,4 Кбод
0x52h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 19,2 Кбод
0x53h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 28,8 Кбод
0x54h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 38,4 Кбод
0x55h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 57,6 Кбод
0x56h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 115,2 Кбод
0x57h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 230,4 Кбод
0x58h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 460,8 Кбод
0x59h	Настроить скорость передачи с ведущим устройством 921,6 Кбод
0x60h	Настроить частоту запросов по сети 50Гц
0x61h	Настроить частоту запросов по сети 100Гц
0x62h	Настроить частоту запросов по сети 150Гц
0x63h	Настроить частоту запросов по сети 200Гц
0x64h	Настроить частоту запросов по сети 250Гц
0x65h	Настроить частоту запросов по сети 300Гц
0x66h	Настроить частоту запросов по сети 350Гц
0x67h	Настроить частоту запросов по сети 500Гц
0x68h	Настроить частоту запросов по сети 1000Гц
0x69h	Настроить частоту запросов по сети 2000Гц
0x70h	Запрос сведений прибора управления (тип, модель, версия, зав. номер)
0x71h	Выполнить общий сброс прибора управления
0x72h	Запрос текущих результатов измерения напряжения питания и температуры прибора управления

Последовательность передачи байтов пакета команды управления преобразователем и алгоритм формирования контрольных сумм пакета данных приведена на рисунке 2.

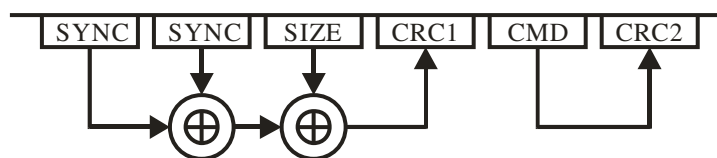


Рис. 2. Последовательность передачи байтов пакета команды управления преобразователем и алгоритм формирования контрольных сумм пакета данных

Общий формат пакета ответа приведен в таблице:

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (0...255)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DATA1	Первый байт данных
...	...
DATA <sub>n</sub>	Последний байт данных
CRC2	Байт контрольной суммы байтов данных

Контрольные суммы (по модулю два) пакетов данных вычисляются по формулам:

$$CRC1 = SYNC1 \oplus SYNC2 \oplus SIZE$$

$$CRC2 = CRC1 \oplus DATA1 \oplus DATA2 \oplus \dots \oplus DATA_n$$

Каждый ответный пакет данных прибора содержит байт указателя типа данных. Значения байтов указателей типа данных приведены в таблице:

Байт	Назначение
0x30h	Получен пакет текущих результатов измерения напряжения питания и температуры всех приборов сети
0x31h	Получен пакет текущих результатов измерения компонент ВХ ВУ ВZ всех приборов сети
0x32h	Получено подтверждение команды «Запуск измерительного процесса»
0x33h	Получено подтверждение команды «Остановка измерительного процесса»
0x34h	Получен пакет сведений о всех приборах сети (тип, модель, версия, зав. номер)
0x35h	Получен пакет подтверждения команды «Выполнить общий сброс всех приборов сети»

0x40h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 9,6 Кбод»
0x41h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 14,4 Кбод»
0x42h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 19,2 Кбод»
0x43h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 28,8 Кбод»
0x44h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 38,4 Кбод»
0x45h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 57,6 Кбод»
0x46h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 115,2 Кбод»
0x47h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 230,4 Кбод»
0x48h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 460,8 Кбод»
0x49h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи по сети 921,6 Кбод»
0x50h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 9,6 Кбод»
0x51h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 14,4 Кбод»
0x52h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 19,2 Кбод»
0x53h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 28,8 Кбод»
0x54h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 38,4 Кбод»
0x55h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 57,6 Кбод»
0x56h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 115,2 Кбод»
0x57h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 230,4 Кбод»
0x58h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 460,8 Кбод»
0x59h	Получено подтверждение команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 921,6 Кбод»
0x60h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 50Гц»
0x61h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 100Гц»

0x62h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 150Гц»
0x63h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 200Гц»
0x64h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 250Гц»
0x65h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 300Гц»
0x66h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 350Гц»
0x67h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 500Гц»
0x68h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 1000Гц»
0x69h	Получено подтверждение команды «Настроить частоту запросов по сети 2000Гц»
0x70h	Получен пакет данных команды «Запрос сведений прибора управления (тип, модель, версия, зав. номер)»
0x71h	Получен пакет подтверждения команды «Выполнить общий сброс прибора управления»
0x72h	Получен пакет данных команды «Запрос текущих результатов измерения напряжения питания и температуры прибора управления»

Время выхода прибора в режим готовности после включения питания составляет 300 мс. Команда общего сброса выполняется 250 мс. Время выполнения остальных команд преобразователем не превышает 1 мс.

**Формат ответного пакета данных команды «Запрос текущих результатов измерения напряжения питания и температуры всех приборов сети»**

Команда предназначена для получения дополнительных параметров приборов сети.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (5*7+1=36)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x30h
FLAG1	Признак выполнения команды для прибора №1
VCC1H1	Старший байт данных напряжения питания VCC1
VCC1L1	Младший байт данных напряжения питания VCC1
VCC2H1	Старший байт данных напряжения питания VCC2
VCC2L1	Младший байт данных напряжения питания VCC2
TEMPH1	Старший байт данных температуры TEMP
TEMPL1	Младший байт данных температуры TEMP
FLAG2	Признак выполнения команды для прибора №2
VCC1H2	Старший байт данных напряжения питания VCC1
VCC1L2	Младший байт данных напряжения питания VCC1
VCC2H2	Старший байт данных напряжения питания VCC2
VCC2L2	Младший байт данных напряжения питания VCC2
TEMPH2	Старший байт данных температуры TEMP
TEMPL2	Младший байт данных температуры TEMP
...	...
FLAG5	Признак выполнения команды для прибора №5
VCC1H5	Старший байт данных напряжения питания VCC1
VCC1L5	Младший байт данных напряжения питания VCC1
VCC2H5	Старший байт данных напряжения питания VCC2
VCC2L5	Младший байт данных напряжения питания VCC2
TEMPH5	Старший байт данных температуры TEMP
TEMPL5	Младший байт данных температуры TEMP
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при FLAGx=0x10h, а при отсутствии отклика от прибора FLAGx=0x20h.

Результат измерений напряжений питания VCC1 и VCC2 вычисляются по формуле:

$$U_{VCC} = [VCCxH : VCCxL] \cdot 0,00365 (B),$$

где [VCCxH:VCCxL] – шестнадцатиразрядный результат измерений напряжения питания прибора VCCx;  
 $U_{VCC}$  – искомое значение напряжения питания прибора.

Результат измерений температуры TEMP вычисляется по формуле:

$$T_p = (([TEMPH : TEMPL] \cdot 0,000537) - 0,856) \cdot 300 (^\circ C),$$

где [TH:TL] – шестнадцатиразрядный результат измерений температуры прибора;  
 $T_p$  – искомое значение температуры прибора.

**Формат ответного пакета данных команды «Выслать из буфера прибора управления текущий результат измерения всех приборов сети»**

Команда предназначена для получения результатов измерения индукции магнитного поля от приборов сети.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (5*15+2=77)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x31h
FLAG1	Признак выполнения команды для прибора №1
STATB1	Признак выполнения измерений индукции для прибора №1
STATG1	Признак выполнения измерений градиентов для прибора №1
BXH1	Старший байт данных индукции компоненты BX1
BXL1	Младший байт данных индукции компоненты BX1
BYH1	Старший байт данных индукции компоненты BY1
BYL1	Младший байт данных индукции компоненты BY1
BZH1	Старший байт данных индукции компоненты BZ1
BZL1	Младший байт данных индукции компоненты BZ1
GXH1	Старший байт данных градиента компоненты GX1
GXL1	Младший байт данных градиента компоненты GX1
GYH1	Старший байт данных градиента компоненты GY1
GYL1	Младший байт данных градиента компоненты GY1
GZH1	Старший байт данных градиента компоненты GZ1
GZL1	Младший байт данных градиента компоненты GZ1



FLAG2	Признак выполнения команды для прибора №2
STATB2	Признак выполнения измерений индукции для прибора №2
STATG2	Признак выполнения измерений градиентов для прибора №2
BXH2	Старший байт данных индукции компоненты BX2
BXL2	Младший байт данных индукции компоненты BX2
BYH2	Старший байт данных индукции компоненты BY2
BYL2	Младший байт данных индукции компоненты BY2
BZH2	Старший байт данных индукции компоненты BZ2
BZL2	Младший байт данных индукции компоненты BZ2
GXH2	Старший байт данных градиента компоненты GX2
GXL2	Младший байт данных градиента компоненты GX2
GYH2	Старший байт данных градиента компоненты GY2
GYL2	Младший байт данных градиента компоненты GY2
GZH2	Старший байт данных градиента компоненты GZ2
GZL2	Младший байт данных градиента компоненты GZ2
...	...
FLAG5	Признак выполнения команды для прибора №5
STATB5	Признак выполнения измерений индукции для прибора №5
STATG5	Признак выполнения измерений градиентов для прибора №5
BXH5	Старший байт данных индукции компоненты BX5
BXL5	Младший байт данных индукции компоненты BX5
BYH5	Старший байт данных индукции компоненты BY5
BYL5	Младший байт данных индукции компоненты BY5
BZH5	Старший байт данных индукции компоненты BZ5
BZL5	Младший байт данных индукции компоненты BZ5
GXH5	Старший байт данных градиента компоненты GX5
GXL5	Младший байт данных градиента компоненты GX5
GYH5	Старший байт данных градиента компоненты GY5
GYL5	Младший байт данных градиента компоненты GY5
GZH5	Старший байт данных градиента компоненты GZ5
GZL5	Младший байт данных градиента компоненты GZ5
MARK	Байт флага маркера
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при  $FLAGx=0x10h$ , а при отсутствии отклика от прибора  $FLAGx=0x20h$ .

Байты статуса прибора STATB1 – STATB5 предназначены для передачи состояния приборов прикладному программному обеспечению ПК для правильного декодирования результата измерения каналов индукции. Расположение битов в байте статуса приведено на рисунке 3.

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
-ZM	+ZM	-YM	+YM	-XM	+XM	PNG	SEN

Рис.3 Байты статуса приборов STATB1 – STATB5.

Назначение битов байтов статуса приборов STATB1 – STATB5:

- SEN – бит флага «датчики подключены». Устанавливается в «1» если датчики подключены к прибору;
- PNG – бит флага ошибки «питание прибора вне допустимого диапазона 6-12В»;
- +XM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала VX». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+300000 нТл);
- -XM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала VX». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-300000 нТл);
- +YM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала VY». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+300000 нТл);
- -YM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала VY». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-300000 нТл);
- +ZM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала VZ». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+300000 нТл);
- -ZM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала VZ». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-300000 нТл);

Байты VXL, VYL и VZL содержат младшие восемь разрядов шестнадцатиразрядного результата измерений результата измерения для каналов VX, VY и VZ соответственно. Расположение битов в байтах VXL, VYL и VZL приведено на рисунке 4.

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

Рис.4 Расположение битов в байтах VXL, VYL и VZL.

Байты VXH, VYH и VZH содержит старшие восемь разрядов шестнадцатиразрядного результата измерений для каналов VX, VY и VZ соответственно. Старший бит байтов VXH, VYH и VZH содержит знак результата измерений SIGN для соответствующего канала. Результат положительный если SIGN = «0» и отрицательный, если SIGN = «1».

Отрицательные числа представляются в дополнительном коде. Расположение битов в байтах ВХН, ВУН и ВЗН приведено на рисунке 5.

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
SIGN	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8

Рис.5 Расположение битов в байтах ВХН, ВУН и ВЗН.

Результат измерений представляется шестнадцатиразрядным числом со знаком. Результат вычисляется по формуле:

$$BX = [BXH : BXL] \cdot 10,5 \text{ (нТл)}$$

$$BY = [BYH : BYL] \cdot 10,5 \text{ (нТл)},$$

$$BZ = [BZH : BZL] \cdot 10,5 \text{ (нТл)}$$

где  $[BXH:BXL]$ ,  $[BYH:BYL]$  и  $[BZH:BZL]$  – шестнадцатиразрядные результаты измерений для каналов ВХ, ВУ и ВЗ соответственно;  
 ВХ, ВУ и ВЗ – искомые значение градиентов для каналов ВХ, ВУ и ВЗ соответственно.

Байты статуса приборов STATG1 – STATG5 предназначены для передачи состояния прибора прикладному программному обеспечению ПК для правильного декодирования результата измерения каналов градиента. Расположение битов в байте статуса приведено на рисунке 6.

BIT7	BIT6	BIT5	BIT4	BIT3	BIT2	BIT1	BIT0
-ZM	+ZM	-YM	+YM	-XM	+XM	0	0

Рис.6 Байты статуса приборов STATG1 – STATG5.

Назначение битов байтов статуса приборов STATG1 – STATG5:

- +XM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала GX». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+10000 нТл);

- -XM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала GX». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-10000 нТл);

- +YM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала GY». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+10000 нТл);

- -YM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала GY». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-10000 нТл);

- +ZM – бит флага ошибки «выход за верхнюю границу диапазона для канала GZ». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за верхнюю границу диапазона измерения (+10000 нТл);

- -ZM – бит флага ошибки «выход за нижнюю границу диапазона для канала GZ». Устанавливается в «1» если на данном измерительном цикле обнаружен выход за нижнюю границу диапазона измерения (-10000 нТл);

Байты GXL, GYL и GZL содержат младшие восемь разрядов шестнадцатиразрядного результата измерений для каналов GX, GY и GZ соответственно. Расположение битов в байтах GXL, GYL и GZL приведено на рисунке 7.

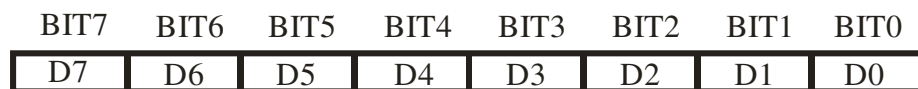


Рис.7 Расположение битов в байтах GXL, GYL и GZL.

Байты GXH, GYH и GZH содержат старшие восемь разрядов шестнадцатиразрядного результата измерений для каналов GX, GY и GZ соответственно. Старший бит байтов GXH, GYH и GZH содержит знак результата измерений SIGN для соответствующего канала. Результат положительный если SIGN = «0» и отрицательный, если SIGN = «1». Отрицательные числа представляются в дополнительном коде. Расположение битов в байтах GXH, GYH и GZH приведено на рисунке 8.

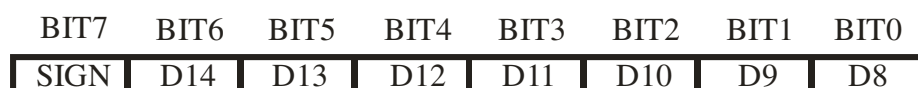


Рис.8 Расположение битов в байтах GXH, GYH и GZH.

Результат измерений представляется шестнадцатиразрядным числом со знаком. Результат вычисляется по формуле:

$$GX = [GXH : GXL] \cdot 0,35 \text{ (нТл)}$$

$$GY = [GYH : GYL] \cdot 0,35 \text{ (нТл)},$$

$$GZ = [GZH : GZL] \cdot 0,35 \text{ (нТл)}$$

где [GXH:GXL], [GYH:GYL] и [GZH:GZL] – шестнадцатиразрядные результаты измерений для каналов GX, GY и GZ соответственно; GX, GY и GZ – искомые значения градиентов для каналов GX, GY и GZ соответственно.

Байт MARK флага маркера предназначен для передачи состояния кнопки «МАРКЕР». При нажатии на кнопку «МАРКЕР» младший бит бита MARK устанавливается в единицу. Событие нажатие на кнопку «МАРКЕР» должно быть зарегистрировано по переходу младшего байта из нуля в логическую единицу (по переднему фронту).

**Формат ответного пакета подтверждения команды «Запуск измерительного процесса (Обновление буфера текущего результата измерения всех приборов сети)»**

Команда предназначена для запуска процесса сбора результатов приборами сети и обновления содержимого буфера результатов измерений.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (1)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x32h
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

**Формат ответного пакета подтверждения команды «Остановка измерительного процесса»**

Команда предназначена для остановки процесса сбора результатов приборами сети и обновления содержимого буфера результатов измерений.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (1)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x33h
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

**Формат ответного пакета данных команды «Запрос сведений всех приборов сети (тип, модель, версия, зав. номер)»**

Команда предназначена для получения дополнительных параметров приборов сети.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (5*9+1=91)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
ДПАК	Тип ответного пакета данных 0x34h
FLAG1	Признак выполнения команды для прибора №1
STAT1	Признак выполнения измерений для прибора №1
TYPH1	Старший байт данных типа прибора для прибора №1
TYPL1	Младший байт данных типа прибора для прибора №1
SNHH1	Старший байт данных заводского номера для прибора №1
SNHL1	Байт данных заводского номера для прибора №1
SNLH1	Байт данных заводского номера для прибора №1
BZLL1	Младший байт данных заводского номера для прибора №1
MOD1	Байт данных модели прибора для прибора №1
VER1	Байт данных версии ПО прибора для прибора №1
FLAG2	Признак выполнения команды для прибора №2
STAT2	Признак выполнения измерений для прибора №2
TYPH2	Старший байт данных типа прибора для прибора №2
TYPL2	Младший байт данных типа прибора для прибора №2
SNHH2	Старший байт данных заводского номера для прибора №2
SNHL2	Байт данных заводского номера для прибора №2
SNLH2	Байт данных заводского номера для прибора №2
BZLL2	Младший байт данных заводского номера для прибора №2
MOD2	Байт данных модели прибора для прибора №2
VER2	Байт данных версии ПО прибора для прибора №2
...	...
FLAG5	Признак выполнения команды для прибора №5
STAT5	Признак выполнения измерений для прибора №5
TYPH5	Старший байт данных типа прибора для прибора №5
TYPL5	Младший байт данных типа прибора для прибора №5
SNHH5	Старший байт данных заводского номера для прибора №5
SNHL5	Байт данных заводского номера для прибора №5
SNLH5	Байт данных заводского номера для прибора №5
BZLL5	Младший байт данных заводского номера для прибора №5
MOD5	Байт данных модели прибора для прибора №5
VER5	Байт данных версии ПО прибора для прибора №5
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при FLAGx=0x10h, а при отсутствии отклика от прибора FLAGx=0x20h.

**Формат ответного пакета на команду «Выполнить общий сброс всех приборов сети»**

При получении команды «Выполнить общий сброс всех приборов сети», прибор управления высылает всем приборам сети команды сброса и получает ответы и по завершении формирует и отправляет пакет с подтверждением выполнения команды и, по завершении отправки пакета подтверждения, выполняется общий сброс прибора управления.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (5*1+1=6)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x35h
FLAG1	Признак выполнения команды для прибора №1
FLAG2	Признак выполнения команды для прибора №2
...	...
FLAG5	Признак выполнения команды для прибора №5
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при FLAGx=0x10h, а при отсутствии отклика от прибора FLAGx=0x20h.

**Формат ответного пакета данных команды «Настроить скорость передачи по сети»**

При получении команды «Настроить скорость передачи по сети», прибор высылает всем приборам сети соответствующие команды и получает ответы и по завершении формирует и отправляет пакет с подтверждением выполнения команды и, по завершении отправки пакета подтверждения, выполняет настройку прибора управления на указанную скорость передачи.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (5*1+1=6)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x40h-0x49h

FLAG1	Признак выполнения команды для прибора №1
FLAG2	Признак выполнения команды для прибора №2
...	...
FLAG5	Признак выполнения команды для прибора №5
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при FLAGx=0x10h, а при отсутствии отклика от прибора FLAGx=0x20h.

Настроить скорость передачи с ведущим устройством

### **Формат ответного пакета подтверждения команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством»**

Команда предназначена для настройки скорости передачи данных между прибором управления и ведущим устройством. При получении команды «Настроить скорость передачи с ведущим устройством», прибор высылает пакет с подтверждением выполнения команды и, по завершении отправки пакета подтверждения, выполняет настройку прибора управления на указанную скорость передачи.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (1)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
ДПАК	Тип ответного пакета данных 0x50h-0x59h
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

### **Формат ответного пакета подтверждения команды «Настроить частоту запросов по сети»**

Команда предназначена для настройки частоты генерации запросов приборам по сети. При получении команды «Настроить частоту запросов по сети», прибор высылает пакет с подтверждением выполнения команды и, по завершении отправки пакета подтверждения, выполняет настройку прибора управления на указанную частоту генерации запросов.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (1)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
ДПАК	Тип ответного пакета данных 0x60h-0x69h
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два



**Формат ответного пакета данных команды «Запрос сведений прибора управления (тип, модель, версия, зав. номер)»**

Команда предназначена для получения дополнительных параметров прибора управления.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (8+1=9)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x70h
TYPH	Старший байт данных типа прибора управления
TYPL	Младший байт данных типа прибора управления
SNHH	Старший байт данных заводского номера прибора управления
SNHL	Байт данных заводского номера прибора управления
SNLH	Байт данных заводского номера прибора управления
BZLL	Младший байт данных заводского номера прибора управления
MOD	Байт данных модели прибора управления
VER	Байт данных версии ПО прибора управления
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Байты FLAG1 – FLAG5 содержат признаки выполнения текущей команды для конкретного прибора. Команда выполнена успешно при FLAGx=0x10h, а при отсутствии отклика от прибора FLAGx=0x20h.

**Формат ответного пакета на команду «Выполнить общий сброс прибора управления»**

При получении команды «Выполнить общий сброс прибора управления» прибор высылает пакет с подтверждением выполнения команды и, по завершении отправки пакета подтверждения, выполняется общий сброс прибора управления.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (1)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x71h
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

### Формат ответного пакета данных команды «Запрос текущих результатов измерения напряжения питания и температуры прибора управления»

Команда предназначена для получения дополнительных параметров прибора управления.

Ответный пакет данных приведен в таблице.

Байт	Назначение
SYNC1	Байт синхронизации потока данных 0x80h
SYNC2	Байт синхронизации потока данных 0xFEh
SIZE	Число байт данных (6+1=7)
CRC1	Байт контрольной суммы байтов заголовка пакета
DPAK	Тип ответного пакета данных 0x72h
VCC1H	Старший байт данных напряжения питания VCC1
VCC1L	Младший байт данных напряжения питания VCC1
VCC2H	Старший байт данных напряжения питания VCC2
VCC2L	Младший байт данных напряжения питания VCC2
TEMPH	Старший байт данных температуры TEMP
TEMPL	Младший байт данных температуры TEMP
CRC2	Байт контрольной суммы байтов пакета данных по модулю два

Результат измерений напряжений питания VCC1 и VCC2 вычисляются по формуле:

$$U_{VCC} = [VCCxH : VCCxL] \cdot 0,00365 (B),$$

где [VCCxH:VCCxL] – шестнадцатиразрядный результат измерений напряжения питания прибора VCCx;

$U_{VCC}$  – искомое значение напряжения питания прибора.

Результат измерений температуры TEMP вычисляется по формуле:

$$T_p = (([TEMPH : TEMPL] \cdot 0,000537) - 0,856) \cdot 300 (^\circ C),$$

где [TH:TL] – шестнадцатиразрядный результат измерений температуры прибора;

$T_p$  – искомое значение температуры прибора.

## **Последовательность инициализации прибора управления и сети приборов:**

1. Посылка команды «Выполнить общий сброс прибора управления» на скорости передачи 9,6 Кбод.

2. Пауза 500мс

3. При отсутствии подтверждения выполнения команды выполнить посылку команды «Выполнить общий сброс прибора управления» на скорости передачи 115,2 Кбод.

4. Пауза 500мс

5. При отсутствии подтверждения выполнения команды выполнить посылки команд «Выполнить общий сброс прибора управления» на всех оставшихся поддерживаемых скоростях передачи до получения подтверждения выполнения команды. При отсутствии подтверждения выход с ошибкой. При получении подтверждения выполнения команды установить скорость передачи ведущего устройства 9,6 Кбод и послать команду «Настроить скорость передачи с ведущим устройством 115,2 Кбод»

6. Пауза 300мс

7. При получении подтверждения выполнения команды послать команду «Запрос сведений прибора управления (тип, модель, версия, зав. номер)». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

8. Пауза 300мс

9. При получении подтверждения выполнения команды проверить тип прибора и его модель и послать команду «Настроить скорость передачи по сети 9,6 Кбод». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

10. Пауза 300мс

11. При получении подтверждения выполнения команды послать команду «Выполнить общий сброс всех приборов сети». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

12. Пауза 500мс

13. При получении подтверждения выполнения команды от всех подключенных приборов послать команду «Настроить скорость передачи по сети 230,4 Кбод». При отсутствии подтверждения выполнения команды установить скорость передачи сети 230,4 Кбод и повторить команду «Выполнить общий сброс всех приборов сети». При отсутствии подтверждения выполнения команды выполнить сброс на оставшихся поддерживаемых скоростях передачи. При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

14. Пауза 300мс

15. При получении подтверждения выполнения команды от всех подключенных приборов послать команду «Настроить частоту запросов по сети 250Гц». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

16. Пауза 300мс

17. При получении подтверждения выполнения команды от всех подключенных приборов послать команду «Запрос сведений всех приборов сети»

(тип, модель, версия, зав. номер)». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

18. Пауза 300мс

19. При получении подтверждения выполнения команды проверить тип приборов и их модели и послать команду «Запуск измерительного процесса (Обновление буфера текущего результата измерения всех приборов сети)». При отсутствии подтверждения выполнения команды выход с ошибкой.

20. При получении подтверждения выполнения команды послать команду «Выслать из буфера прибора управления текущий результат измерения всех приборов сети». Для сделанных выше настроек сети прибор управления будет 50 пакетов результатов измерения в секунду. При отсутствии получения пакетов с результатами измерений выход с ошибкой.

21. Для получения дополнительных параметров системы и ее диагностики не прерывая процесса измерений можно посылать команды получения напряжений питания прибора управления и приборов сети.

22. Для завершения работы с системой необходимо и достаточно послать команду «Выполнить общий сброс всех приборов сети».