



Технологии Радиосвязи

УТВЕРЖДЕН

ТИШЖ.401229.001 Д01-ЛУ

Гирокурсовычислитель

Протокол информационно-логического взаимодействия

ТИШЖ.401229.001 Д01

Инв. №подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №дубл.	Подп. и дата

Перв. примен.	ТИШЖ.401229.001
Справ. №	

Содержание

1. Описание протокола	3
2. Представление данных и способ передачи.....	3
3. Структура информационных пакетов	4
4. Формат пакетов	5
4.1. Проверка соединения.....	5
4.2. Программный сброс.....	5
4.3. Данные об изделии	6
4.4. Настройка изделия.....	7
4.5 Параметры наборного пакета данных ГКВ.....	14
4.6 Дополнительный интерфейс	17
4.7 Запрос данных.....	20
4.8 Наборы данных	20
4.9. Компенсация смещения датчиков угловой скорости	23
5. Пример расчета контрольной суммы на языке С.....	25

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв.№	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

					ТИШЖ.401229.001 Д01			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Орлов				Гирокурсовычислитель Протокол информационно-логического взаимодействия	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Харченко						2	27
Т.контр.	Званцугов							
Н.контр.	Фадеев							
Утв.	-							

Данный документ определяет протокол обмена данными по интерфейсу RS-485 между Гиросовычислителем (далее по тексту ГKB) и устройством управления (УУ).

1. Описание протокола

Физический интерфейс: RS-485 двухпроводной.

Организация сети: ведущий – УУ, ведомый – ГKB.

Инициировать передачу может только ведущий. Ведомый отвечает на запрос (если команда в запросе предполагает выдачу ответа).

Битовая структура данных: 8N1 (8 бит данных, без бита четности, один стоповый бит).

Скорость обмена: программируется. Скорость обмена 921600 бит/с является скоростью по умолчанию (заводские установки).

2. Представление данных и способ передачи

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;

int8 – 8 бит целое знаковое число;

int16 – 16 бит целое знаковое число;

int32 – 32 бит целое знаковое число;

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

Передачи по интерфейсу производятся непрерывными массивами байт – пакетами. Байт информации всегда имеет восемь бит данных и сопровождается одним стартовым битом и как минимум одним стоповым битом без бита паритета. 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.

Исключением является режим непрерывной выдачи измеренных данных. В данном режиме устройство в соответствии с настроенной частотой выдачи данных

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изн.№подл.	Подп. и дата	Изн.№дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата	Лист

ТИШЖ.401229.001 Д01

посылает соответствующие типы пакетов. В остальном взаимодействие аналогично принципам «запрос-ответ» и «ведущий-ведомый».

Прием осуществляется целикомыми пакетами. Разделителем пакета служит задержка более 3,5 символов.

3. Структура информационных пакетов

Передача данных осуществляется по пакетно. Структура пакета: заголовок фиксированной длины, поле данных переменной длины и контрольная сумма:

4 байта				0..255 байта	4 байта
Заголовок				Поле данных	Контрольная сумма
Преамбула	Адрес устройства	Тип пакета	Длина поля данных	Данные Данные Данные ... Данные	
8 бит	8 бит	8 бит	8 бит	0..255 байта	

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 ГКВ, параметры данных с датчиков или их производные.

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 разделе 5.

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
};
```

Изн.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изн. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Изн. № дубл.	Подп. и дата	Лист									
										4									
										ТИШЖ.401229.001 Д01									
										4									

4. Формат пакетов

В разделе описаны:

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

4.1. Проверка соединения

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	0

Внимание! Ответ с типом пакета 0x00, также возвращается в качестве подтверждения на все пакеты (включая с неподдерживаемым типом), которые не подразумевают ответа специфического типа.

4.2. Программный сброс

Используется для перезагрузки вычислителя.

Запрос:

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x01
Длина поля данных	0

Ответ:

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0x01
Данные	0

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

5

4.3. Данные об изделии

Используется для получения данных об изделии и его работоспособности.

Запрос:

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x04
Длина поля данных	0

Ответ:

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x05	
Длина поля данных	0x2B	
Версия загрузчика	uint16	Номер версии в кодировке производителя
Версия прошивки	uint16	Номер версии в кодировке производителя
Дата производства	uint32	Дата производства в формате UTC
Серийный номер	char[16]	Дата производства в кодировке производителя в формате ASCII
Название изделия	char[16]	Код изделия в формате ASCII
Режим работы изделия	uint8	Используется на этапе производства
Статус данных	uint16	Битовое поле

Режим работы изделия

Значение регистра	Описание
0	Режим, загрузчик (нет рабочей прошивки)
1	Резерв
2	Режим, рабочая программа
3	Резерв

Статус данных (битовое поле)

Биты	Описание
12..15	Резерв
11	Метка времени от внешнего устройства
10	Значение канала «Вход синхросигнала» 1 – более 2,2 В 0 – менее 1 В

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

6

Биты	Описание
6..9	Резерв
5	Отказ акселерометра 1 – Отказ
4	Отказ датчика угловой скорости 1 – Отказ
3	Резерв
2	Пропуск данных 1 – Были зафиксированы пропуски
1	Переполнение очереди отправки данных 1 – Очередь отправки была переполнена
0	Значение канала «Выход синхросигнала» 1 – более 2,5 В 0 – менее 0,5 В

4.4. Настройка изделия

Используется для настройки режимов работы изделия.

Запрос:

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x06
Длина поля данных	0

Запись/Ответ:

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x07	
Длина поля данных	0x3E	
Маска изменения формата данных	uint32	
Формат данных	uint32	
Маска изменения параметров выдачи данных	uint32	
Скорость основного интерфейса	uint8	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

7

Назначение	Заполнение	Примечание
Адрес изделия в протоколе последовательного интерфейса	uint8	Адрес изделия может быть задан от 1 до 255. При производстве адрес равен 1. При посылке пакета с адресом равным 0, ответят все изделия на линии (широковещательная посылка).
Частота выдачи данных	uint16	
Алгоритм расчётов	uint8	
Диапазон измерения датчиков угловой скорости ¹⁾	uint8	0 – ±2000 °/с 1 – ±1000 °/с 2 – ±500 °/с 3 – ±125 °/с По умолчанию диапазон измерения датчиков угловой скорости ± 500 °/с
Диапазон измерения акселерометров ¹⁾	uint8	0 – 10 g 1 – 20 g 3 – 40 g По умолчанию диапазон измерения акселерометров 10 g
Предделитель выходного синхросигнала	uint16	
DCM (1,1)	float32	Матрица поворота (3x3) измеренных данных. По умолчанию единичная.
DCM (1,2)	float32	
DCM (1,3)	float32	
DCM (2,1)	float32	
DCM (2,2)	float32	
DCM (2,3)	float32	
DCM (3,1)	float32	
DCM (3,2)	float32	
DCM (3,3)	float32	
Резерв	uint8	

Инов.№подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инов.№дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

8

Назначение	Заполнение	Примечание
Пропуск выходных пакетов данных	uint8	При использовании алгоритмов ориентации и навигации уменьшение частоты выдачи данных необходимо регулировать пропуском пакетов.
Резерв	uint8	Не используется
Резерв	uint8	Не используется
Тип входа внешней синхронизации	uint8	Программный выбор срабатывания входа синхронизации

Примечание: ¹⁾ Модуль калибруется на одном диапазоне измерения угловой скорости и кажущегося линейного ускорения, указанный в этикетке или паспорте на изделие.

Маска изменения формата данных – маска предназначена для выборочного изменения, накладываемая на формат данных для изменения необходимых битов. 1 – бит может меняться, 0 – бит не может изменяться.

Формат данных (битовое поле)

Биты	Описание
31..13	Резерв (заполнить 0)
12	Посылка пакета с данными по готовности 1 – Посылка по готовности (данные отправляются сразу после обновления) 0 – Синхронизация с получением измерения (данные отправляются по такту от АЦП)
11	Резерв
10	Посылка наборного пакета данных 0 – посылка пакетов данных, в соответствии с алгоритмом 1 – посылка наборного пакета данных
9	Тип выходного сигнала синхронизации 0 – импульсы по приходу сэмпла 1 – переключение по приходу сэмпла
8	Инверсия оси Z после преобразования СК 0 – без инверсии 1 – инверсия

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01				Лист
				9

Биты	Описание
7	Инверсия оси Y после преобразования СК 0 – без инверсии 1 – инверсия
6	Инверсия оси X после преобразования СК 0 – без инверсии 1 – инверсия
5..3	Преобразование системы координат 0 – XYZ → XYZ 1 – XYZ → YZX 2 – XYZ → ZXY 3 – XYZ → XZY 4 – XYZ → YXZ 5 – XYZ → ZYX
2	Ед. изм. углов 0 – °, 1 – рад
1	Ед. изм. угловой скорости 0 – °/с, 1 – рад/с
0	Ед. изм. ускорения 0 – g, 1 – м/с ² (умножение на 9,8152648562579)

Примечание: При изменении матрицы поворота или инвертировании осей важно:

Правая тройка – вращение угловой скорости по часовой стрелке при наблюдении от начала вектора;

Левая тройка – вращение угловой скорости против часовой стрелки при наблюдении от начала вектора.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

10

Маска изменения параметров выдачи данных – предназначена для выборочного (побитового) изменения регистра параметров выдачи данных

Биты	Описание
31..10	Резерв
9	Установка пропуска выходных пакетов данных
8	Установка типа оборудования на дополнительном порте
7	Установка матрицы поворота DCM (направляющих косинусов)
6	Установка предделителя выходного синхросигнала
5	Установка диапазона акселерометров
4	Установка диапазона датчиков угловой скорости
3	Установка выходных данных (алгоритма расчётов)
2	Установка частоты выдачи данных
1	Установка адреса устройства
0	Установка скорости основного последовательного интерфейса

Скорость основного интерфейса

Значение регистра	Скорость, бит/с
0	921600
1	460800
2	230400
3	115200
4	1000000
5	2000000
6	3000000

Частота выдачи инерциальных данных

Частота выдачи инерциальных (ускорения, угловые скорости, температуры, магнитное поле, давление) данных рассчитывается по формуле:

$$F_{\text{ВЫХ}} = \frac{1 \text{ кГц}}{\text{ДЕЛ}},$$

где ДЕЛ – значение регистра $F_{\text{ВЫХ}}$ - частота выдачи данных, причем если ДЕЛ = 0, то данные выдаются по запросу.

Внимание! При использовании алгоритмов ориентации частота выдачи инерциальных данных должна быть фиксированной и равна 1 кГц. Задать частота

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТИШЖ.401229.001 Д01	Лист
						11

выдачи данных алгоритмов ориентации возможно используя «Пропуск выходных пакетов данных».

Предделитель выходного синхросигнала

Частота выдачи данных вычисляется по формуле:

$$F_{\text{ВЫХ.СИНХР}} = \frac{F_{\text{ВЫХ}}}{\text{ДЕЛ}},$$

где ДЕЛ – значение регистра «Предделитель выходного синхросигнала», значение ДЕЛ = 0 эквивалентно = 1.

Пропуск выходных пакетов данных

Задание пропуска выходных пакетов данных. Частота выдачи данных алгоритма вычисляется по формуле:

$$F_{\text{ВЫХ.ПАК}} = \frac{F_{\text{ВЫХ}}}{(\text{ПРОПУСК} + 1)},$$

где ПРОПУСК – значение регистра «Пропуск выходных пакетов данных».

Внимание! При установке пропуска пакетов счетчик пакетов будет выдаваться с учетом значения «ПРОПУСК».

Алгоритм расчётов

Значение регистра	Набор данных
0	Выдача кодов АЦП (см. п. 4.8.1)
1	Выдача калиброванных данных с датчиков (см. п. 4.8.2)
2	Алгоритм вычисления ориентации (крен, тангаж и курс фильтр Калмана см. п. 4.8.3)
4	Алгоритм вычисления углов склонения (инклинометр см. п. 4.8.4)
7	Заказной*
5, 6, 8, 9	Резерв

Примечание: Набор данных «Заказной*» предназначен для реализации специфичного выходного протокола под конкретного заказчика

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	ТИШЖ.401229.001 Д01					Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Пропуск выходных пакетов данных

Устанавливается пропуск выходных данных, актуально для фильтрованных и навигационных данных. При выдаче данных с датчиков использование пропуска может дать алиайзинг (появление ложной низкочастотной разностной частоты).
0 – пропуск выключен.

Скорость обмена дополнительного порта

Значение регистра	Скорость, бит/с
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

Диапазон магнитометра

Значение регистра	Диапазон измерения, мТл (Гаусс)
0	$\pm 0,8 (\pm 8)$

Инва.№подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инва.№дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

13

Тип входа внешней синхронизации

Значение регистра	Тип синхронизации
0	Значение входа отражается в статусе бит 0 (длительность сигнала должна быть более 1 мс)
1	Прием сигнала секундной метки от внешнего устройства. Фиксация по прерыванию.
2	Выдача данных по импульсу
3	Счетчик входных сигналов. Инкремент на каждый импульс. Работает по прерыванию.

Внимание! При получении пакета типа 0x07 (запись параметров), производится запись настраиваемых параметров в энергонезависимую память. Таким образом, настроенное устройство сохраняет параметры после сброса питания. Ответ 0x00 посылается после записи. Время записи может достигать 1000 мс, в это время устройство не производит измерения.

Примечание: Данные зарезервированных полей не влияют на работу устройства.

4.5 Параметры наборного пакета данных ГКВ

Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x26
Длина поля данных	0

Запись/Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x27
Длина поля данных	0x40
Количество параметров в наборном пакете	uint8
Диапазон [0, 63]	
Тип параметра 0	uint8
***	***
Тип параметра 63	uint8

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ТИШЖ.401229.001 Д01	Лист
											14

«Количество параметров в наборном пакете» устанавливает количество выдаваемых параметров в пакете с типом 0x13, максимально можно сформировать пакет из 64 параметров. Не используемые поля типы параметров могут иметь любое значение.

Типы параметров представлены в таблице ниже:

Идентификатор типа параметра	Название переменной	Описание
0	status	статусное слово
1	sample_cnt	счетчик сэмплов (от 0 до 216)
2	nax	оси X, Y, Z акселерометра в кодах АЦП
3	nay	
4	naz	
5	nwx	угловая скорость осей X, Y, Z в кодах АЦП
6	nwy	
7	nwz	
8	nta	температура акселерометра в кодах АЦП
9	ntw	температура датчика угловой скорости в кодах АЦП
10	nmagx	магнитное поле осей X, Y, Z в кодах АЦП
11	nmagy	
12	nmagz	
13	nbaro	абсолютное давление в кодах АЦП
14..17		резерв
18	ax	калиброванное значение осей X, Y, Z акселерометра
19	ay	
20	az	
21	wx	калиброванное значение угловой скорости осей X, Y, Z
22	wy	
23	wz	
24	ta	температура акселерометра в °С
25	tw	температура датчика угловой скорости в °С

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

15

Идентификатор типа параметра	Название переменной	Описание
26	magx	магнитное поле осей X, Y, Z после наложения калибровочных коэффициентов
27	magy	
28	magz	
29	baro	абсолютное давление в Па
30..33		резерв
34	alfa	угол alfa инклинометра (между осью X и горизонтом)
35	beta	угол beta инклинометра (между осью Y и горизонтом)
36	pitch	угол тангажа ориентации
37	roll	угол крена ориентации
38	yaw	угол курса ориентации
39	q0	q0 кватерниона ориентации
40	q1	q1 кватерниона ориентации
41	q2	q2 кватерниона ориентации
42	q3	q3 кватерниона ориентации

Внимание! Выбор параметра для посылки не приводит к его расчету алгоритмом. То есть, например, при выборе параметров, связанных с ориентацией, необходимо также, чтобы был выбран алгоритм, подразумевающий вычисление углов ориентации.

Примечание: Параметры наборного пакета, по умолчанию, выдаются в типом float (4 байта), если не указано иное.

Инд.№подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инд.№дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

16

Выбор типа настройки

Значение регистра	Назначение
1	Настройка конфигурации (CMD_CONFIG)
10	Настройка выдаваемых сообщений (CMD_MESSAGE)

4.6.1 Настройка CAN

Настройка конфигурации CAN (тип настройки 1 – CMD_CONFIG)

Поле основной структуры	Значение регистра	Описание
Переменная часть [0..1] uint16	0	Интерфейс отключен
	50	Скорость 50 кбит/с
	100	Скорость 100 кбит/с
	125	Скорость 125 кбит/с
	250	Скорость 250 кбит/с
	500	Скорость 500 кбит/с
	1000	Скорость 1000 кбит/с

Настройка выдаваемых сообщений CAN (тип настройки 10 – CMD_MESSAGE)

Поле основной структуры	Значение регистра	Описание
Индекс uint8	0x01	Статус и счетчик
	0x11	Угловая скорость
	0x12	Акселерометр
	0x13	Магнитометр
	0x14	Барометр
	0x15	Температура
	0x21	Ориентация углы Эйлера
	0x22	Ориентация кватернион
	0x23	Инклинометр
	0x31	Координаты широта и долгота
	0x32	Координаты высота
	0x33	Координаты в NED X, Y
	0x34	Скорость X, Y, Z в связанной СК

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

18

Поле основной структуры	Значение регистра	Описание
Переменная часть [0..1] uint16	prescaler	Предделитель от 1 кГц $F_{\text{вых}} = \frac{1 \text{ кГц}}{\text{prescaler}}$ 0 – сообщение отключено
Переменная часть [2..5] uint32	id	ID сообщения в CAN Для формирования расширенного кадра (extended frame) старший байт – 0x80

4.6.2 Настройка дополнительного последовательного интерфейса

Настройка конфигурации последовательного интерфейса (тип настройки

1 - CMD_CONFIG)

Поле основной структуры	Значение регистра	Описание
Скорость интерфейса uint16	0	Скорость 921600 бит/с
	1	Скорость 460800 бит/с
	2	Скорость 230400 бит/с
	3	Скорость 115200 бит/с
	4	Скорость 1 Мбит/с
	5	Скорость 2 Мбит/с
	6	Скорость 3 Мбит/с
	7	Скорость 4 Мбит/с
	8	Скорость 500000 бит/с
	9	Скорость 57600 бит/с
	10	Скорость 38400 бит/с
	11	Скорость 19200 бит/с
	12	Скорость 9600 бит/с
Протокол uint16	0	Отключен
	1	Резерв
	2	Дублирование основного интерфейса
	10	Прием данных от ГНСС NV-08C-CSM (типы 0x41, 0x60, 0x61, 0x84, 0x88)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

19

Поле основной структуры	Значение регистра	Описание
Протокол uint16	20	Прием данных от ГНСС Ublox (PVT, RELPOSNED, HHPOSLH)
	100	Пользовательский
Интерфейс uint16	0	UART
	1	RS-232
	2	RS-485_2W полудуплекс

4.7 Запрос данных

Если в регистре параметров ДЕЛ = 0 – выдача данных по запросу – получение данных производится посылкой следующего запроса:

Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x17
Длина поля данных	0

Ответом является тип данных, заданный в параметрах.

4.8 Наборы данных

Наборы задаются в регистре «Настройка изделия» в поле «Наборы данных». Рекомендуется пользоваться наборным пакетом.

4.8.1 Выдача кодов АЦП

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x0A	
Длина поля данных	0x30	
Счетчик пакетов	uint16	
Статус данных	uint16	
Сигнал акселерометров в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Сигнал угловой скорости в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01				Лист
				20

Назначение		Заполнение
Сигнал температуры акселерометра в кодах АЦП		int16
Сигнал температуры датчика угловой скорости в кодах АЦП		int16
Сигнал магнитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Сигнал абсолютного давления в кодах АЦП		int32

4.8.2 Выдача калиброванных данных с датчиков

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x34
Счетчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигнал акселерометра, приведенный к g или м/с ²	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигнал датчиков угловой скорости, приведенные к °/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигнал температуры акселерометра, приведенный к °С		float32
Сигнал температуры датчика угловой скорости, приведенный к °С		float32
Сигнал магнитометра после наложения калибровочных коэффициентов	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигнал абсолютного давления, приведенный к Па		float32

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист
21

4.8.3 Ориентация

Алгоритм ориентации выбирается в регистре «Настройка изделия» поле «Набор данных»

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x0C
Длина поля данных	0x10
Счетчик пакетов	uint16
Статус данных	uint16
Тангаж	float32
Крен	float32
Курс	float32

4.8.4 Данные инклинометра

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x0D
Длина поля данных	0x0C
Счетчик пакетов	uint16
Статус данных	uint16
Alfa	float32
Beta	float32

4.8.5 Наборный пакет данных

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x13
Длина поля данных	0x4 – 0xFF
Параметр 1	float32 ¹⁾
***	***
Параметр 63	float32

Набор и количество параметров задается пакетом «Параметры наборного пакета данных ГKB».

Примечание: ¹⁾ По умолчанию представление параметра float32, если не сказано иное.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Изм.	Лист
№ докум.	Подпись
Дата	

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

22

4.9. Компенсация смещения датчиков угловой скорости

Команда записывает в флеш память смещение нуля в кодах АЦП.

4.9.1 Получение коэффициентов смещения датчиков угловой скорости.

Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1D
Длина поля данных	0

Ответ

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x1E	
Длина поля данных	12	
ДУС	X	int32_t
	Y	int32_t
	Z	int32_t

4.9.2 Запись коэффициентов смещения датчиков угловой скорости.

Запрос

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x1D	
Длина поля данных	0	
ДУС	X	int32_t
	Y	int32_t
	Z	int32_t

Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1D
Длина поля данных	0

Коэффициенты записываются в флэш-память.

Внимание! Коэффициенты применяются до калибровки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Подп. и дата

Инд. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

23

4.9.3 Накопление и вычисление коэффициентов смещения гироскопов.

Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1C
Длина поля данных	4
samples	uint32_t

Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

При получении данной команды устройство накапливает по samples значений угловых скоростей датчиков угловой скорости. Затем производится усреднение полученных значений, вычисление значения смещения исходя из калибровки, расчет значения смещения в кодах АЦП, запись во флэш-память. Алгоритм работает таким образом, чтобы из значения угловой скорости после калибровки исключить постоянную составляющую смещения нуля. Во время работы алгоритма устройство не посылает данные и не отвечает.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист

24

5. Пример расчета контрольной суммы на языке C

5.1 Таблица

```
static uint32_t crc32_tab[] = {
    0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
    0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
    0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bf1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
    0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1adad47d, 0x6ddde4eb, 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, 0xb6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf262004e,
    0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
    0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
    0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 0x4adfa541, 0x3dd895d7,
    0xa4d1c46d, 0xd3d6f4fb, 0x4369e96a, 0x346ed9fc, 0xad678846, 0xda60b8d0,
    0x44042d73, 0x33031de5, 0xaa0a4c5f, 0xdd0d7cc9, 0x5005713c, 0x270241aa,
    0xbe0b1010, 0xc90c2086, 0x5768b525, 0x206f85b3, 0xb966d409, 0xce61e49f,
    0x5edef90e, 0x29d9c998, 0xb0d09822, 0xc7d7a8b4, 0x59b33d17, 0x2eb40d81,
    0xb7bd5c3b, 0xc0ba6cad, 0xedb88320, 0x9abfb3b6, 0x03b6e20c, 0x74b1d29a,
    0xe5d54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 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,
```

Ив.№подл.	Подп. и дата
	Ив.№дубл.
Взам. инв.№	Ив.№дубл.
	Подп. и дата
Ив.№подл.	Ив.№дубл.
	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ТИШЖ.401229.001 Д01

Лист
25

```

0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d7ffa7, 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,
0x616bfd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354, 0x3903b3c2,
0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a, 0xd9d65adc,
0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xdebb9ec5, 0x47b2cf7f, 0x30b5ffe9,
0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605, 0xcdd70693,
0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02, 0x2a6f2b94,
0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d

```

};

5.2 Функция

```
uint32_t crc32(uint32_t crc, const void *buf, size_t size)
```

```
{
```

```
    uint32 crc = 0x0000;
```

```
    const uint8_t *p;
```

```
    p = buf;
```

```
    crc = crc ^ ~0U;
```

```
    while (size--)
```

```
        crc = crc32_tab[(crc ^ *p++) & 0xFF] ^ (crc >> 8);
```

```
    return crc ^ ~0U;
```

```
}
```

Инв.№подл.	Подп. и дата	Взам. инв.№	Инв.№дубл.	Подп. и дата	ТИШЖ.401229.001 Д01					Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Лист регистрации изменений

№ изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) документа	№ документа	Входящий № Сопроводи- тельного документа и дата	Подпись	Дата
	изме- нен- ных	замене- нных	новых	аннулиро- ванных					

Инв.№подл.	Подп. и дата
Взам. инв.№	Инв.№дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

					ТИШЖ.401229.001 Д01	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27