

УТВЕРЖДАЮ  
Генеральный директор  
ООО «Лаборатория Микроприборов»

\_\_\_\_\_ А.С. Тимошенко  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

## МОДУЛЬ ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ СЕРИИ ГКВ

### ПРОТОКОЛ информационного взаимодействия с изделием ЛМАП.402131.009Д1

Разработал

\_\_\_\_\_ А.В. Михеев  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Проверил

\_\_\_\_\_ А.М. Каменский  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_ Н.А. Петрова  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 г.

# Содержание

Содержание.....	2
1..... Введение.....	4
2..... Назначение.....	4
3..... Интерфейс обмена.....	4
4..... Представление данных.....	4
5..... Способ передачи.....	4
6..... Структура информационных пакетов.....	4
7..... Формат пакетов.....	5
7.1..... Проверка соединения.....	5
7.2..... Программный сброс.....	6
7.3..... Данные об изделии.....	6
7.4..... Настройка изделия.....	7
7.5..... Параметры наборного пакета данных.....	15
7.6..... Запрос данных.....	22
7.7..... Наборы данных ГКВ.....	23
7.7.1..... Выдача кодов АЦП.....	68
7.7.2..... Выдача калиброванных данных с датчиков.....	23
7.7.3..... Выдача данных ориентации.....	25
7.7.4..... Выдача данных инклинометра.....	25
7.7.5..... Выдача данных навигации.....	26
7.7.6..... Выдача полученных данных от ГНСС.....	26
7.7.7..... Выдача полученных расширенных данных от ГНСС.....	26
7.7.8..... Наборный пакет данных.....	27
7.8..... Компенсация смещения датчиков угловой скорости.....	32
7.8.1..... Получение коэффициентов смещения ДУС.....	32
7.8.2..... Запись коэффициентов смещения ДУС.....	32
7.8.3..... Накопление и вычисление коэффициентов смещения ДУС.....	32
7.9..... Настройка фильтра.....	34
7.10..... Настройка алгоритмов.....	35
7.10.1..... Параметры алгоритма вычисления ориентации (AHRS).....	35
7.10.2..... Параметры алгоритма навигации.....	38
7.10.3..... Получение параметров алгоритма.....	45
7.10.4..... Запись параметров алгоритма.....	45
7.11..... Маскирование коррекции от ГНСС приемника.....	46
7.12..... Установка и коррекция курса.....	46

7.13 .....	Коррекция по внешним измерениям .....	47
7.14 .....	Стандартное сообщение с данными ГНСС.....	49
7.14.1 .....	Координаты и скорости .....	49
7.14.2 .....	Курс (heading) .....	49
7.15 .....	Настройки интерфейсов.....	50
7.15.1 .....	Назначение «Сквозной».....	50
7.15.2.....	Настройка работы интерфейсов обмена данными и протоколов взаимодействия.....	50
7.15.3 .....	Ретрансляция CAN данных .....	58
Приложение А	Пример расчета контрольной суммы на языке С .....	61
Приложение Б	Дополнение к протоколу для прошивки с ГНСС приемником МНП. ....	63
Приложение В	Дополнение к протоколу .....	66
8.....	Лист изменений протокола.....	71

## 1 Введение

Протокол информационного взаимодействия устанавливает характеристики связи с изделиями ГКВ-1 OEM, ГКВ-0/1/2/3/4/5/6/7/10/11/12 (далее ГКВ).

1) Изменения в версии прошивки **3.0** в ГКВ-1 OEM/1 VM/2 VM/3 VM/5/6/7/10/11/12 и версии **1.4** в ГКВ-0 и в версии **1.0** в ГКВ-4.

2) Данные изменения и обновления корректно отображаются в демо ПО QInertsys версии **1.9.3.1**.

## 2 Назначение

Протокол однозначно описывает интерфейс обмена, представление и способ передачи данных, а также структуры и форматы информационных пакетов.

## 3 Интерфейс обмена

Информационное взаимодействие с изделием ГКВ обеспечивается по четырёхпроводному интерфейсу RS-485/RS-422 или UART (TTL). Параметры передачи данных: 8 бит данных, без бита чётности, 1 стоп-бит и настраиваемой скоростью из ряда (115.200, 230.400, 460.800, 921.600, 1000, 1843.200, 2000, 3000 кбит/с и др.). Скорость обмена данными, устанавливаемая при производстве, – 921600 бит/с.

## 4 Представление данных

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

uint8 – 8 бит целое беззнаковое число

uint16 – 16 бит целое беззнаковое число

uint32 – 32 бит целое беззнаковое число

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

## 5 Способ передачи

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

Исключением является режим непрерывной выдачи измеренных данных. В данном режиме устройство в соответствии с настроенной частотой выдачи данных посылает соответствующие типы пакетов. В остальном взаимодействие аналогично принципам «запрос-ответ» и «ведущий-ведомый».

Приём осуществляется целикомими пакетами. **Разделителем пакета служит задержка более 3,5 символов.**

## 6 Структура информационных пакетов

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

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

Поле данных имеет переменную длину и содержит параметры настройки изделия ГКВ, параметры данных с датчиков или их производные.

Контрольная сумма (32 бит) служит для проверки целостности переданного пакета данных. Расчёт производится над массивом заголовков плюс поле данных. Значение добавляется к пакету в формате little-endian. Полином 32-й степени для расчёта 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 расчёта контрольной суммы CRC32 на языке программирования C приведён в приложении А.

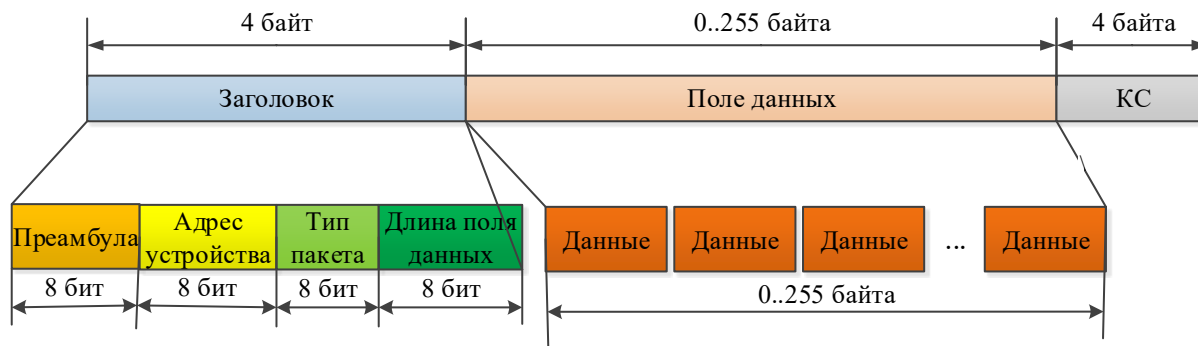


Рисунок 1 – Структура пакета

Пример структуры на языке C:

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

## 7 Формат пакетов

В разделе описаны:

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

### 7.1 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 специфичного типа.

## 7.2 Программный сброс

Используется для перезагрузки вычислителя

**Запрос:**

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x01
Длина поля данных	1
Данные	0

**Ответ:**

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

## 7.3 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
<a href="#">Статус данных (status)</a>	uint16	Битовое поле

В случае, если используется специальная заказная прошивка, то могут быть добавлены два поля. В таком случае значение длины поля данных составит 0x4F.

Номер заказного исполнения	uint32_t	Номер специального заказного исполнения
Название заказного исполнения	char[32]	Название специального заказного исполнения

### 7.3.1 Режим работы изделия

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

### 7.3.2 Статус данных (status)

Бит	Описание
15	Превышен порог по ошибке положения
14	Превышен порог по ошибке ориентации
13	Отказ алгоритма 1 – Отказ
12	Метка времени ГНСС приёмника (1PPS)
11	Готовность алгоритма
10	Значение канала «Вход синхросигнала» 1 – более 2,5 В 0 – менее 0,5 В
6-9	Резерв
5	Отказ акселерометра любой оси 1 – Отказ
4	Отказ датчика угловой скорости любой оси 1 – Отказ
3	Отказ АЦП 1 – Отказ
2	Пропуск данных АЦП 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

## 7.4 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	
<a href="#">Маска изменения формата данных</a>	uint32	см. п. <a href="#">7.4.1</a>
<a href="#">Формат данных (битовое поле)</a>	uint32	см. п. <a href="#">7.4.2</a>
<a href="#">Маска изменения параметров выдачи данных</a>	uint32	см. п. <a href="#">7.4.3</a>
<a href="#">Скорость основного последовательного интерфейса</a>	uint8	см. п. <a href="#">7.4.4</a>
Адрес	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)
<a href="#">Предделитель/скорость выдачи данных</a>	uint16	см. п. <a href="#">7.4.5</a>
<a href="#">Алгоритм расчётов</a>	uint8	см. п. <a href="#">7.4.6</a>
Диапазон измерения датчиков угловой скорости	uint8	Значение зарезервировано и равно 0. Для ГКВ-5/6/7/10/11/12 диапазон измерения задаётся аппаратно Для ГКВ-1 OEM/ГКВ-1/2/3 диапазон задаётся при калибровке у изготовителя
Диапазон измерения акселерометров	uint8	Значение зарезервировано и равно 0. Для ГКВ-5/6/7/10/11/12 диапазон измерения задаётся аппаратно Для ГКВ-1 OEM/ГКВ-1/2/3 диапазон задаётся при калибровке у изготовителя
<a href="#">Предделитель выходного синхросигнала</a>	uint16	Частота изменения сигнала синхронизации $F = 1\text{кГц}$ /(предделитель вых.синхр.сигнала) 0 – синхросигнал выключен см. п. <a href="#">7.4.7</a>
DCM (1,1)	float32	Матрица поворота (матрица направляющих косинусов) (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	
Тип дополнительный интерфейса	uint8	Резерв. <i>Настройка происходит через ИфПрото (п. <a href="#">7.15.2</a>)</i>

<a href="#">Пропуск выходных пакетов данных</a>	uint8	При использовании алгоритмов ориентации и навигации уменьшение частоты выдачи данных необходимо регулировать пропуском пакетов. см. п. <a href="#">7.4.8</a>
Скорость передачи данных дополнительного интерфейса	uint8	Резерв. <i>Настройка происходит через ИфПрото (п. <a href="#">7.15.2</a>)</i>
<a href="#">Диапазон измерения канала магнитометра</a>	uint8	Резерв. <i>У всех ГКВ только один диапазон <math>\pm 0,8</math> мТл, у аппаратной версии ГКВ-10v3 диапазон задаётся из ряда <math>\pm 0,4, \pm 0,8, \pm 1,2, \pm 1,6</math> мТл</i> см. п. <a href="#">7.4.9</a>
<a href="#">Тип входа внешней синхронизации</a>	uint8	Программный выбор срабатывания входа синхронизации см. п. <a href="#">7.4.10</a>

#### 7.4.1 Маска изменения формата данных

Маска предназначена для выборочного изменения форматов данных. 1 — параметр подлежит изменению, 0 — параметр не меняется.

#### 7.4.2 Формат данных (битовое поле)

Бит	Описание
31...16	Резерв (заполнить 0)
15	1 – 1PPS выводится на контакт выхода синхронизации ГКВ-6/7, ГКВ-1 OEM, ГКВ-1/2/3
14 <sup>2)</sup>	0 – Длина пакета не меняется 1 – Длина наборного пакета изменяется в зависимости от обновления параметров
13	0 – Выдаваемое значение курса от минус 180 до +180° (минус $\pi$ до $\pi$ ) 1 – Выдаваемое значение курса от 0 до 360° (от 0 до $2\pi$ )
12	Посылка пакета с данными по готовности 1 – Посылка по готовности (после обновления данных в регистре отправки производится их отправка, время вычисления может отличаться от раза к разу) 0 – Синхронизация с получением измерения
11 <sup>1)</sup>	Номинальная частота выдачи данных $F_{АПП}$ 0 = частота равна 1кГц 1 = частота равна 24кГц для ГКВ-10/11/12, 16 кГц для ГКВ-5/6/7, 2 кГц для ГКВ-1 OEM, ГКВ-1 VM/2 VM/3 VM, ГКВ-4 и ГКВ-0
10	Посылка наборного пакета данных 1 = посылка наборного пакета данных 0 = посылка пакетов данных, в соответствии с алгоритмом
9	Тип выходного сигнала синхронизации 1 = переключение по приходу сэмпла 0 = импульсы по приходу сэмпла
8	Инверсия оси Z после преобразования СК 1 = инверсия 0 = без инверсии

7	Инверсия оси Y после преобразования СК 1 = инверсия 0 = без инверсии
6	Инверсия оси X после преобразования СК 1 = инверсия 0 = без инверсии
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 1 = рад 0 = °
1	Ед. изм. Угловой скорости 1 = рад/с 0 = °/с
0	Ед. изм. Кажущегося ускорения 1 = м/с <sup>2</sup> 0 = g

**Примечание:**

1) **Внимание!** При установке бита 11 необходимо учитывать следующие моменты:

- характеристики работы устройства могут отличаться;
- номинальная частота выдачи данных ( $F_{\text{данных}}$ ) может быть равна 1 кГц или 24 кГц для ГКВ-10/11/12, 1 кГц или 16 кГц для ГКВ-5/6/7, 2 кГц для ГКВ-1 OEM/1 VM/2 VM/3 VM, ГКВ-4 и ГКВ-0. Алгоритмы ориентации или навигации работают только при номинальной частоте 1 кГц;
- значения пределителей должны опираться на текущую частоту;
- максимально возможная частота выдачи ограничивается вычислительными ресурсами и может отличаться для различных алгоритмов расчётов;
- максимально возможная частота выдачи ограничивается пропускной способностью последовательного интерфейса, для увеличения которой рекомендуется использовать наборный пакет данных с минимальным набором параметров;
- необходимо учитывать работу фильтра при выборе частоты выдачи данных (например, если фильтр разряжает данные до частоты 1 кГц, то на частоте 2 кГц и более данные выдаваться не будут). Для ГКВ-5/6/7 тип фильтра – усреднение.

2) Для разгрузки канала связи рекомендуется составлять наборный пакет таким образом, чтобы в начале стояли наиболее часто обновляемые данные, в конце реже обновляемые (например, вначале поставить инерциальные данные, в конце – данные ГНСС). Таким образом, данные ГНСС будут передаваться только в том случае, если они изменились.  
**Внимание: длина пакета плавающая. Структура данных согласно выбранному наборному пакету.**

#### 7.4.3 Маска изменения параметров выдачи данных

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

Бит	Описание
31...10	Резерв
9	Установка пропуска выходных пакетов данных
8	Установка типа дополнительного интерфейса
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 в заголовке протокола
0	Установка скорости основного интерфейса

#### 7.4.4 Скорость основного последовательного интерфейса

Значение регистра	Скорость, бит/с
0	921 600
1	460 800
2	230 400
3	115 200
4	1 000 000
5	2 000 000
6	3 000 000
7	4 000 000
8	500 000
9	57 600
10	38400
11	19200
12	9600
13	1843200

#### 7.4.5 Пределитель/скорость выдачи данных

Значение регистра	Пределитель/скорость выдачи данных, Гц
0	по запросу
1	1 (1000)
2	2 (500)
3	3 (333)
4	4 (250)
5	5 (200)
6	6 (166)
8	8 (125)
10	10 (100)
12	12 (83)
16	16 (62)
20	20 (50)
24	24 (41)
32	32 (31)
40	40 (25)
50	50 (20)
100	100 (10)
200	200 (5)
500	500 (2)
1000	1000 (1)

Скорость выдачи *инерциальных (ускорения, угловые скорости, температуры) данных* устанавливается по формуле:

$$F_{\text{вых}} = \frac{F_{\text{АЦП}}}{\text{ДЕЛ}},$$

где ДЕЛ – значение регистра,  $F_{\text{вых}}$  – частота выдачи данных, причём 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 частоту выдачи данных алгоритмов ориентации возможно используя «*Пропуск выходных пакетов данных*».

#### 7.4.6 Алгоритм расчётов

Значение регистра	Набор данных
0	Выдача кодов АЦП (см. <a href="#">Приложение В (справочное)</a> <a href="#">Дополнение к протоколу</a> )
1	Выдача калиброванных данных с датчиков (см. п. <a href="#">7.7.1</a> )
2	Алгоритм вычисления ориентации (крен, тангаж и курс фильтр Калмана см. п. <a href="#">7.7.2</a> )
4	Алгоритм вычисления углов склонения (инклинометр см. п. <a href="#">7.7.3</a> )
7	Заказной*
9	Навигация (комплексирование с ГНСС) (см. <a href="#">7.7.4</a> )

Значение регистра	Набор данных
5,6,8	Резерв.

Примечание – Набор данных «Заказной» предназначен для реализации специального выходного протокола под конкретного заказчика.

#### 7.4.7 Пределитель выходного синхросигнала

Частота выдачи синхросигнала устанавливается по формуле:

$$F_{\text{выхсинхр}} = 1 \text{ кГц} / \text{ДЕЛ},$$

где ДЕЛ – значение регистра Пределитель выходного синхросигнала. При значении ДЕЛ = 0 выходной синхросигнал отключён.

#### 7.4.8 Пропуск выходных пакетов данных

Разрежение выходных данных путём пропуска пакетов. Актуально для фильтрованных и навигационных данных. Разреженные данные с датчиков могут дать алиайзинг (появление ложной низкочастотной разностной частоты). 0 – пропуск выключен.

Установка пропуска выходных пакетов данных. Частота выдачи данных устанавливается по формуле:

$$F_{\text{вых}} = F_{\text{алг}} / (\text{ПРОПУСК} + 1).$$

Где ПРОПУСК – значение регистра *Пропуск выходных пакетов данных*.

**Внимание! При установке пропуска пакетов счётчик пакетов будет выдаваться с учётом значения «ПРОПУСК».**

#### 7.4.9 Диапазон измерения канала магнитометра

Значение регистра	Описание
0	±0,4 мТл
1	±0,8 мТл
2	±1,2 мТл
3	±1,6 мТл

#### 7.4.10 Тип входа внешней синхронизации

Значение регистра	Тип синхронизации
0	Значение входа отражается в статусе бит 0 (длительность сигнала должна быть более 1 мс)
1	Приём сигнала секундной метки от ГНСС приёмника (1PPS). Фиксация по прерыванию.
2	Выдача данных по каждому отрицательному фронту
3	Счётчик входных сигналов. Инкремент по каждому положительному фронту. Работает по прерыванию.
4	Синхронизация с внешним измерением по положительному фронту
5	Синхронизация с внешним измерением по отрицательному фронту

Значение регистра	Тип синхронизации
6	Включение записи данных на внешнюю flash-память по отрицательному фронту (для ГКВ-1 ВМ/2 ВМ/3 ВМ, ГКВ-5в5)

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

*Примечание – Данные зарезервированных полей не влияют на работу устройства.*

## 7.5 Параметры наборного пакета данных

### 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 Диапазон [0, 63]	uint8
Тип параметра 0	uint8
***	***
Тип параметра 63	uint8

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

Типы параметров представлены в таблице ниже:

Индекс параметра	Название переменной по сериям ГКВ					Заполнение	Описание				
	ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0		ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0
0	status					float32	Статусное слово				
1	sample cnt					float32	Счётчик сэмплов (от 0 до 2 <sup>16</sup> )				
18	ax					float32	Калиброванное значение осей X, Y, Z акселерометра в g (или м/с <sup>2</sup> )				
19	ay					float32					
20	az					float32					
21	wx					float32					
22	wy					float32	Калиброванное значение угловой скорости оси X, Y, Z °/с (рад/с)				
23	wz					float32					
24	mx					float32					
25	my					float32	Значение магнитного поля по осям XYZ с применением калибровки магнитометра в нТл				
26	mz					float32					
27			tbaro	-	tbaro	float32		Температура барометра	-	Температура барометра	
28		baro <sup>1)</sup>				float32		Абсолютное давление в Па			
29	tx	twx	twx	ta	t	float32	Температура ДУС оси X в °C	Температура ДУС оси X в °C	Температура акселерометра в °C	Температура в °C	
30	ty	twy	twy	tw	-	float32	Температура ДУС оси Y в °C	Температура ДУС оси Y в °C	Температура ДУС в °C	-	
31	tz	twz	twz	-	-	float32	Температура ДУС оси Z в °C	Температура ДУС оси Z в °C	-	-	
32	tar		ta			float32	Температура акселерометра 1 в °C	Температура акселерометра в °C			
33						float32					

Индекс параметра	Название переменной по сериям ГКВ					Заполнение	Описание				
	ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0		ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0
34	alfa <sup>2)</sup>					float32	Угол alfa инклинометра (между осью X и горизонтом) в °				
35	beta <sup>2)</sup>					float32	Угол beta инклинометра (между осью Y и горизонтом) в °				
36	pitch <sup>2)</sup>					float32	Угол тангажа ориентации в ° (или рад)				
37	roll <sup>2)</sup>					float32	Угол крена ориентации в ° (или рад)				
38	yaw					float32	Угол курса ориентации в ° (или рад)				
39	q0					float32	Кватернион ориентации				
40	q1					float32					
41	q2					float32					
42	q3					float32					
43	x					float32	Положение X, Y, Z в местной системе координат (СК), при вычисленном курсе ось X направлена на север (СК NED) в метрах				
44	y					float32					
45	z					float32					
46	vx					float32	Линейная скорость по осям X, Y, Z в СК, заданной в параметрах алгоритма (местная или связанная СК), в м/с				
47	vy					float32					
48	vz					float32					
49	lax					float32	Линейное ускорение X, Y, Z в СК, заданной в параметрах алгоритма (местная или связанная СК), в g (или м/с <sup>2</sup> )				
50	lay					float32					
51	laz					float32					
52	swx					int32	Сумма измерений угловой скорости по осям X, Y, Z. Представление числа в int32. Для перевода в °/с умножить на 900/2 <sup>23</sup>				
53	swy					int32					
54	swz					int32					
55	sax					int32	Сумма измерений акселерометра по осям X, Y, Z. Представление числа в int32. Для перевода в g умножить на 10/2 <sup>23</sup>				
56	say					int32					
57	saz					int32					
58	wbx					float32	Оценка смещения нуля ДУС по X				
59	wby					float32	Оценка смещения нуля ДУС по Y				
60	wbz					float32	Оценка смещения нуля ДУС по Z				
61	abx					float32	Оценка смещения нуля акселерометра по X				
62	aby					float32	Оценка смещения нуля акселерометра по Y				
63	abz					float32	Оценка смещения нуля акселерометра по Z				
64	mbx					float32	Оценка смещения нуля магнитометра по X				
65	mby					float32	Оценка смещения нуля магнитометра по Y				
66	mbz					float32	Оценка смещения нуля магнитометра по Z				
67	counter					float32	Счётчик импульсов входа синхронизации (вх. синхронизации должен быть настроен на тип 3 «Счётчик входных импульсов»)				
68	gnss_time					uint32	Время с начала недели в мс. В зависимости от настроек ГНСС приёмника могут быть представлены в UTC или GPS				

			(NMEA, NV08C-CSM – UTC; Novatel (Unicore), Ublox, Orient – GPS). Представление числа в uint32. Дискретность зависит от настройки ГНСС приёмника
69	gnss_latitude <sup>3)</sup>	float32	Широта в ° (при подключении приёмника ГНСС). Разрешающая способность широты при представлении числа в формате float32 может достигать 1 м в зависимости от размера целой части. Для большей разрешающей способности введён параметр gnss_int_latitude
70	gnss_longitude <sup>3)</sup>	float32	Долгота в ° (или в м) (при подключении приёмника ГНСС) Разрешающая способность долготы при представлении числа в формате float32 может достигать 1 м в зависимости от размера целой части. Для большей разрешающей способности введён параметр gnss_int_longitude
71	gnss_altitude <sup>3)</sup>	float32	Высота над эллипсоидом в метрах (при подключении приёмника ГНСС)
72	gnss_state_status	uint32	Статус состояния приёмника ГНСС (при подключении приёмника ГНСС). Представление числа в uint32
73	gps_week	uint16	Номер недели (0 – 1023) начиная с 5 января 1980 г. <i>Некоторые приёмники выдают больше 1024.</i> Даты переполнения: с 21 на 22 августа 1999 г. с 6 на 7 апреля 2019 г. с 20 на 21 ноября 2038 г.
74	gnss_hdop	float32	Геометрический фактор ГНСС приёмника снижения точности в горизонтальной плоскости (при подключении приёмника ГНСС с HDOP внутри данных)
75	gnss_vdop	float32	Геометрический фактор ГНСС приёмника снижения точности в вертикальной плоскости (при подключении приёмника ГНСС с VDOP внутри данных)
76	gnss_velocity	float32	Горизонтальная скорость по ГНСС приёмнику (при подключении приёмника ГНСС NV08C-CSM) в м/с
77	gnss_yaw	float32	Путевой угол от ГНСС приёмника в °
78	gnss_alt_velocity <sup>3)</sup>	float32	Вектор скорости по оси Z от приёмника ГНСС в СК приёмника в м/с
79	gnss_num_ss	uint16	Количество спутников в решении приёмника ГНСС (при подключении приёмника ГНСС)
80-82			Резерв
83	gnss_lat_velocity <sup>3)</sup>	float32	Вектор скорости по оси X от приёмника ГНСС в СК приёмника в м/с
84	gnss_lon_velocity <sup>3)</sup>	float32	Вектор скорости по Y от приёмника ГНСС в СК приёмника в м/с
85	gnss_sig_lat	float32	СКО координат в метрах в СК ГНСС приёмника по оси X

86	gnss_sig_lon	float32	СКО координат в м в СК ГНСС приёмника оси Y (для приёмника UBLOX gnss_sig_lon = gnss_sig_lat)
87	gnss_sig_alt	float32	СКО по высоте в метрах в СК ГНСС по оси Z
88	gnss_sig_lat_vel	float32	СКО скорости м/с в СК ГНСС приёмника по оси X
89	gnss_sig_lon_vel	float32	СКО скорости в СК ГНСС приёмника по оси Y (для приёмника UBLOX gnss_sig_lon_vel = gnss_sig_lat_vel)
90	gnss_sig_alt_vel <sup>3)</sup>	float32	СКО скорости в СК ГНСС приёмника по оси Z
91	alg_int_lat	int32	Широта в целочисленном представлении, вычисленная навигационным алгоритмом (для перевода в радианы умножить на $2*\pi/2^{32}$ ). Представление числа в int32
92	alg_int_lon	int32	Долгота в целочисленном представлении, вычисленная навигационным алгоритмом (для перевода в радианы умножить на $2*\pi/2^{32}$ ). Представление числа в int32
93	alg_alt	float32	Высота, вычисленная навигационным алгоритмом в float32 в метрах
94	gnss_int_latitude	int32	Широта от ГНСС приёмника в целочисленном представлении (для перевода в радианы умножить на $2*\pi/2^{32}$ ). Представление числа в int32
95	gnss_int_longitude	int32	Долгота от ГНСС приёмника в целочисленном представлении (для перевода в радианы умножить на $2*\pi/2^{32}$ ). Представление числа в int32
96	alg_state_status	uint32	Состояние навигационного алгоритма. Представление числа в uint32
97	alg_time	uint32	Время с начала недели в мс в зависимости от ГНСС приёмника (NMEA, NV08C-CSM – UTC; Novatel (Unicore), Ublox, Orient – GPS). Представление числа в uint32. Обновление на каждый сэмпл алгоритма с учётом коррекции фазы от ГНСС приёмника
98	alg_var_x	float32	Дисперсия оценки ошибки положения навигационного алгоритма по осям X, Y, Z в м <sup>2</sup>
99	alg_var_y	float32	
100	alg_var_z	float32	
101	alg_var_vx	float32	Дисперсия оценки ошибки скорости навигационного алгоритма по осям X, Y, Z в (м/с <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>
102	alg_var_vy	float32	
103	alg_var_vz	float32	
104	alg_var_psi	float32	Дисперсия оценки ошибки ориентации навигационного алгоритма по осям углов курса ( $\psi$ ), тангажа ( $\theta$ ), крена ( $\phi$ ) в рад <sup>2</sup>
105	alg_var_theta	float32	
106	alg_var_phi	float32	
107	yaw_from_mag	float32	Угол магнитного курса в радианах, вычисленный по измерениям магнитометра, с учётом магнитного склонения (mag_declination)
108	baro alti	float32	Барометрическая высота, м
109	baro temp	float32	Температура барометра, °C

110	time_from_sec <sup>4)</sup>	uint32	Время с начала секунды точного времени (1PPS от внутреннего приёмника или от входа синхронизации при внешнем приёмнике) в мкс
111	eskf_nis	float32	Мера новации последнего пришедшего измерения (например, ГНСС)
112	gnss_rel_heading	float32	Курс ГНСС между мастер и ровер антеннами в радианах
113	gnss_rel_length	float32	Расстояние между мастер и ровер антеннами в метрах
114	gnss_rel_sig_heading	float32	Оценка курса ГНСС между мастер и ровер антеннами в радианах
115	gnss_rel_sig_length	float32	Оценка расстояния между мастер и ровер антеннами в метрах
116	gnss_rel_time	uint32	Время ровер ГНСС приёмника (ZED-F9P, Ublox)
117	gnss_rel_status	uint32	Слово-состояние ровер ГНСС приёмника (ZED-F9P, Ublox)
118	eskf_extra	float32	Резерв

#### Примечания

- 1) Реализовано для аппаратной версии с барометром, ГКВ-5/6/7, ГКВ-1 OEM/1 VM/2 VM/3 VM, ГКВ-4 и ГКВ-0;
- 2) alfa/beta – углы между осями прибора и горизонтом, roll/pitch – углы поворота между осями систем координат, например, навигационной и связанной. Подробнее см. раздел 1.4 ЛМАП.402131.NNNPЭ.
- 3) Для приёмников Novatel (Unicore), Comnav, Septentrio выдаются в СК ECEF;
- 4) Реализовано для аппаратной версии начиная с ГКВ-5в3, ГКВ-10в4, ГКВ-1, ГКВ-4 и ГКВ-0.
- 5) Параметры 2 – 17 – представление ускорений, угловых скоростей, температур датчиков, параметров магнитного поля, давления в кодах АЦП. Если есть необходимость получать данные в кодах АЦП, см. [Приложение В \(справочное\)](#)  
[Дополнение к протоколу](#).

Параметры наборного пакета, по умолчанию, представлены типом float (4 байта), если не указано иное. Параметры с названием \*\_int\_\* представлены типом int32 (4 байта), такие параметры введены для координат с сантиметровой точностью.

**Внимание! Выбор параметра для отправки не приводит к его расчёту алгоритмом. Например, при выборе параметров, связанных с ориентацией, необходимо также выбрать алгоритм работы, подразумевающий вычисление углов ориентации.**

#### 7.5.1 alg\_state\_status

*Описание параметра состояния навигационного алгоритма alg\_state\_status*

Формат:

	Ошибки (fails)	Коррекция (update)	Этап алгоритма (stage)
Бит:	31-16	15-8	7-0

Этап алгоритма (stage)	
0	Состояние сброса
1	Поиск углов склонения в покое
2	Поиск углов склонения в движении
10	Поиск/ожидание курса
30	Преднавигация – поиск курса после достижения пороговой скорости
50	Полная навигация
Коррекция (update)	
0	Нет
1	По скорости от ГНСС
2	Резерв
3	По положению и скорости от ГНСС
4	ZUPT: покой по вектору линейного ускорения
5	ZUPT: ожидание покоя по курсу
6	ZUPT: покой по ускорению и курсу
7	ZUPT: резерв
8	ZUPT: резерв
9	ZUPT: откат навигационного решения при отключении ZUPT
10	По модели автомобиля
11	По акселерометрам
12	По квазистационарному положению
15	По высоте от ГНСС
16	По высоте
17	Резерв
18	По курсу от ГНСС или внешней команды
Ошибки (fails)	
Бит	Описание
0	Ошибка инверсии матрицы
1	Превышение порога по горизонтальному положению
2	Превышение порога по вертикальному положению
3	Превышение порога по горизонтальной скорости
4	Превышение порога по вертикальной скорости
5	Превышение порога ориентации тангажа и крена
6	Превышение порога ориентации курса

Примечания:

1 При stage < 10 биты 6..1 = 1, т.к. значение ошибки не определено. При stage = 10 и 30 биты 6,4..1 = 1, т.к. значение ошибки не определено. При stage = 50, если есть превышение значения бит выставляется в 1.

2 *Ошибка инверсии матрицы* – значения ошибки в навигационном алгоритме могут достичь больших значений, при которых матрицу уже невозможно инвертировать, а значит прекращается работа фильтра. После выставления такой ошибки алгоритм необходимо перезагрузить.

## 7.6 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.

## 7.7 Наборы данных ГКВ

Наборы задаются в регистре «*Настройка изделия*» в поле «*Наборы данных*». Рекомендуется создавать свой наборный пакет.

### 7.7.1 Выдача калиброванных данных с датчиков

ГКВ-10/11/12

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x44
Счётчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометров, приведённые к g или м/с <sup>2</sup>	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведённые к °/с или рад/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы параметров магнитного поля, приведённые к 1	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Резерв		float32
Резерв		float32
Сигналы датчиков температуры ДУС, приведённые к °C	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Резерв		float32
Резерв		float32

ГКВ-5/6/7

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x3C
Счётчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометров, приведённые к g или м/с <sup>2</sup>	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведённые к °/с или рад/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы параметров магнитного поля, приведённые к 1	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Резерв		float32
Сигнал барометра, приведённый к Па		float32
	X	float32

Сигналы датчиков температуры ДУС, приведённые к °С	Y	float32
	Z	float32

#### ГКВ-1 OEM/1 VM/2 VM/3 VM

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x38
Счётчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометров, приведённые к g или м/с <sup>2</sup>	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведённые к °/с или рад/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы параметров магнитного поля, приведённые к 1	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Резерв		float32
Сигнал барометра, приведённый к Па		float32
Сигнал температуры акселерометра, приведённый к °С		float32
Сигнал температуры ДУС, приведённый к °С		float32

#### ГКВ-4

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x38
Счётчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометра, приведённые к g или м/с <sup>2</sup>	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведённые к °/с или рад/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигнал параметров магнитного поля, приведённых к 1	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Температура барометра, приведённая к °С		float32
Сигнал барометра, приведённый к Па		float32
	X	float32
	Y	float32

Сигналы датчиков температуры ДУС, приведённые к °С	Z	float32
Сигнал температуры акселерометра, приведённый к °С		float32

#### ГКВ-0

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0B
Длина поля данных		0x38
Счётчик пакетов		uint16
Статус данных		uint16
Сигналы акселерометров, приведённые к g или м/с <sup>2</sup>	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы датчиков угловой скорости, приведённые к °/с или рад/с	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Сигналы параметров магнитного поля, приведённые к 1	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Температура барометра, приведённая к °С		float32
Сигнал барометра, приведённый к Па		float32
Сигнал температуры, приведённый к °С		float32

Примечание: Если есть необходимость получать наборы данных в кодах АЦП, см. [Приложение](#)

[\(справочное\)](#)

[Дополнение к протоколу.](#)

#### 7.7.2 Выдача данных ориентации

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

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

#### 7.7.3 Выдача данных инклинометра

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0D
Длина поля данных		0x10

Счётчик пакетов	uint16
Статус данных	uint16
Альфа (угол между осью X и горизонтом)	float32
Бета (угол между осью Y и горизонтом)	float32

#### 7.7.4 Выдача данных навигации

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x12	
Длина поля данных	0x34	
Счётчик пакетов	uint16	
Статус данных	uint16	
Координаты в стартовой системе координат	X	float32
	Y	float32
	Z	float32
Ориентация, представление в углах Эйлера	Тангаж	float32
	Крен	float32
	Курс	float32
Инклинометр	Альфа	float32
	Бета	float32
Ориентация, представление кватернионом	q[3]	float32
	q[2]	float32
	q[1]	float32
	q[0]	float32

#### 7.7.5 Выдача полученных данных от ГНСС

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x0E
Длина поля данных	0x3C
Время, мс	uint32
Широта, °	double
Долгота, °	double
Высота, м	double
Слово состояния	uint32
GPS неделя	uint16
Резерв	uint16
HDOP	float32
VDOP	float32
Горизонтальная скорость, м/с	float32
Азимут, °	float32
Вертикальная скорость, м/с	double

#### 7.7.6 Выдача полученных расширенных данных от ГНСС

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x0F
Длина поля данных	0x2C

Скорость по широте (направление на север), м/с	double
Скорость по долготе (направление на восток), м/с	double
СКО широты, м	float32
СКО долготы, м	float32
СКО высоты, м	float32
СКО скорости по широте, м/с	float32
СКО скорости по долготе, м/с	float32
СКО вертикальной скорости, м/с	float32
Количество спутников в решении	uint16
Резерв	uint16

При получении данных от внешних или внутренних ГНСС приёмников и при использовании стандартных пакетов выдачи данных (не наборного) измерения ГНСС приёмника выдаются с типами 0x0E и 0x0F. Частота выдачи зависит от настроенной частоты выдачи ГНСС приёмника.

При использовании приёмника ГНСС Novatel (Unicore) или Comnav измерения скорости и их оценки выдаются в геоцентрической СК (ECEF).

### 7.7.7 Наборный пакет данных

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

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

Примечание:

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

### 7.7.8 gnss\_state\_status

Слово-состояние приёмника (gnss\_state\_status), в зависимости от типа приёмника, различается.

#### 7.7.8.1 Слово состояния для ГНСС приёмника NV08C-CSM<sup>1)</sup>.

Значение регистра	Назначение поля
0	0 – на предыдущем интервале решение не было получено 1 – на предыдущем интервале получено решение
1	1 – получено 2D решение
2	Резерв
3	1 – в решении использовались дифференциальные поправки
4	1 – подтверждение данных RAIM проверкой (автономный контроль целостности система GPS)
5	1 – режим работы с дифференциальными поправками
6	Резерв
7	Не используется

Примечание:

1) ГНСС приёмник NV08C-CSM должен выдавать кадры с идентификаторами **41h, 60h, 61h, 84h, 88h**. При выборе ГНСС приёмника NV08C-CSM ГКВ посылает сообщения для настройки после включения.

#### 7.7.8.2 Слово состояния для ГНСС приёмника МНП<sup>1)</sup>.

Значение регистра	Назначение поля
0	1 – годность решения
1	1 – годность времени
2..7	Резерв
8..10	Система координат
11..12	Тип эллипсоида
13..14	Привязка времени
15	Резерв

##### *Система координат*

0 – WGS-84;

1 – ПЗ-90.02;

2 – СК-42;

3 – СК-95;

4..7 – резерв

##### *Тип эллипсоида*

0 – WGS-84;

1 – ПЗ-90.02;

2 – эллипсоид Красовского;

3 – резерв.

##### *Привязка времени:*

0 – UTC (USNO);

1 – UTC (SU);

2 – GPS;

3 – ГЛОНАСС.

Примечание:

1) ГНСС приёмник МНП должен выдавать кадры 4010 и 4110 бинарного протокола.

#### 7.7.8.3 Слово состояния (gnss\_state\_status) для ГНСС приёмника ZED-F9P, Ublox<sup>1)</sup>.

Бит	Назначение поля
0	1 – годность даты
1	1 – годность времени
2	1 – временная неоднозначность полностью решена
3..4	Статус обнаружение спуфинга 0 – обнаружение выключено или статус неизвестен 1 – спуфинг не обнаружен 2 – спуфинг обнаружен 3 – спуфинг обнаружен от различных источников

Бит	Назначение поля
5..7	Резерв
8..15	0 – нет решения 1 – резерв 2 – решена 2х мерная задача 3 – решена 3х мерная задача 4 – резерв 5 – решена задача получения времени
16	1 – годность координат, DOP и оценки точности
17	1 – применяются дифференциальные поправки
18..21	Резерв
22..23	RTK 0 – нет решения с фазовой неоднозначностью 1 – плавающее решение с фазовой неоднозначностью 2 – фиксированное решение с фазовой неоднозначностью
24..28	Резерв
29	1 – годность даты и времени
30	1 – годность даты
31	1 – годность времени

Примечание:

1) ГНСС приёмник ZED-F9P, Ublox должен выдавать только сообщения PVT, HPPOSLLH или PVT (сообщения NMEA должны быть отключены). Модель фильтра ГНСС приёмника должна быть настроена на “*Airbone < 4g*”

#### 7.7.8.4 gnss\_rel\_status

gnss\_rel\_status – слово-состояние (gnss\_rel\_status) для ровера ГНСС-приёмника (ZED-F9P, Ublox)<sup>1)</sup>

Бит	Назначение поля
0	1 – Годность навигационного решения от ГНСС
1	1 – Дифференциальные поправки применены
2	1 – Годность точности вычисления координат ровер антенны относительно мастер антенны
4..3	Статус решения для решения фазовой неоднозначности 0 – фазовая неоднозначность не решена 1 – применены дифференциальные поправки 2 – фазовая неоднозначность решена, фиксированное решение
5	1 – ГНСС в режиме вычисления курса по двум антеннам
6	1 – Использовано экстраполированное положения мастер антенны для вычисления курса
7	1 – Использовано экстраполированное положение ровер антенны для вычисления курса
8	1 – Годность вычисления курса по двум антеннам
9	1 – Нормирование составляющих вектора относительного положения

Примечание:

1) ГНСС приёмник ZED-F9P, Ublox может быть использован в качестве ровера для вычисления двухантенного курса от ГНСС, в таком случае он должен посылать сообщение REL-POSNED. Модель фильтра ГНСС приёмника должна быть настроена на “*Airbone < 4g*”

7.7.8.5 Слово состояния для ГНСС приёмника Novatel (Unicore)/Comnav<sup>1)</sup>.

3	2	1	0
Резерв	Статус по скорости	Статус по положению	Статус общего решения

*Статус общего решения*

Значение регистра	Наименование	Назначение
0	SOL_COMPUTED	Навигационное решение вычислено
1	INSUFFICIENT_OBS	Недостаточно наблюдений
2	NO_CONVERGENCE	Нет сходимости
3	SINGULARITY	Сингулярность у матрицы параметров
4	COV_TRACE	Ковариация превышает максимум
5	TEST_DIST	Превышено тестовое расстояние (максимум 3 отклонения, если расстояние > 10 км)
6	COLD_START	Нет сходимости с начала холодного старта
7	V_H_LIMIT	Превышены ограничения по высоте или скорости
8	VARIANCE	Дисперсия превышает пределы
9	RESIDUALS	Невязка слишком велика
10-12	Reserved	Резерв
13	INTEGRITY_WARNING	Большая невязка, положение не надёжно
14-22	Reserved	Резерв

*Статус положения и скорости*

Значение регистра	Наименование	Назначение
0	NONE	Нет решения
1	FIXEDPOS	Положение зафиксировано
2	FIXEDHEIGHT	Высота зафиксирована
3-7	Reserved	Резерв
8	DOPPLER_VELOCITY	Скорость вычисляется доплеровским эффектом
9-15	Reserved	Резерв
16	SINGLE	Решение получено только из данных ГНСС спутников
17	PSRDIFF	Решение получено используя кодовую дифференциальную коррекцию псевдодальностей (DGPS, DGNSS)
18	WAAS	Решение получено используя SBAS коррекцию
19	PROPAGATED	Предполагаемое решение фильтром Калмана без новых измерений
20-31	Reserved	Резерв
32	L1_FLOAT	Плавающее RTK решение по одной частоте приёмника
33	Reserved	Резерв
34	NARROW_FLOAT	Мультичастотное RTK решение с плавающей фазой
35-47	Reserved	Резерв
48	L1_INT	Фиксированное RTK решение по одной частоте приёмника

49	WIDE_INT	Мультичастотное RTK решение фазовой неоднозначности для длинных волн
50	NARROW_INT	Мультичастотное RTK решение фазовой неоднозначности для коротких волн
51-67	Reserved	Резерв
68	PPP_CONVERGIN	Процесс поиска сходимости по данным от TerraStar-C, TerraStar-C PRO or TerraStar-X
69	PPP	Решение по TerraStar-C, TerraStar-C PRO or TerraStar-X
70-80	Reserved	Резерв

Примечание:

1) ГНСС приёмник с протоколом Novatel OEM6 (Unicore) должен выдавать сообщения BESTPOSb, BESTXYZb, HEADINGb.

## 7.8 Компенсация смещения датчиков угловой скорости

Команда записывает в флеш память смещение нуля в кодах АЦП.

### 7.8.1 Получение коэффициентов смещения ДУС

#### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1D
Длина поля данных	0

#### Ответ

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x1E	
Длина поля данных	48	
ДУС	x	int32_t
	y	int32_t
	z	int32_t

### 7.8.2 Запись коэффициентов смещения ДУС

#### Запрос

Назначение	Заполнение	
Тип пакета	0x1E	
Длина поля данных	48	
ДУС	x	int32_t
	y	int32_t
	z	int32_t

#### Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1D
Длина поля данных	0

Коэффициенты записываются в флеш-память.

**Внимание!** Коэффициенты применяются до калибровки, поэтому должны быть в кодах АЦП.

### 7.8.3 Накопление и вычисление коэффициентов смещения ДУС.

#### 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 последовательно для каждого диапазона накапливает по `samples` значений угловых скоростей гироскопов. Затем производится усреднение полученных значений, вычисление значения смещения исходя из калибровки, расчёт значения смещения в кодах АЦП, запись во флеш-память. Алгоритм работает таким образом, чтобы из значения угловой скорости после калибровки исключить постоянную составляющую. Во время работы алгоритма устройство не посылает данные.

## 7.9 Настройка фильтра

### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x1F
Длина поля данных	0

### Ответ

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x20	
Длина поля данных	0x05	
Тип	uint8_t	<p>Типы фильтров:</p> <p>0 – фильтр отключён, выдаётся крайний бит из оцифровки 24 кГц,</p> <p>1,3,4 – зарезервировано</p> <p>2 – усреднение до частоты выдачи</p> <p>5-8 – разряжающий КИХ фильтр с параметрами:</p> $F_d = F_s / K_0$ $F_{pass} = 250 \text{ Гц}$ $F_{stop} = F_s / K_1$ $T_{group\_delay} = K_2 / F_s,$ <p>где <math>F_d</math> – частота разряжения фильтра,  <math>F_s</math> – частота оцифровки АЦП = 24 кГц  <math>F_{pass}</math> – частота прохождения фильтра с подавлением не более 0,01 дБ  <math>F_{stop}</math> – частота подавления фильтра с частотой не менее -60 дБ,  <math>T_{group\_delay}</math> – групповая фазовая задержка фильтра в мс,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- коэффициент делителя частоты</li> <li>- коэффициент частоты подавления фильтра</li> <li>- коэффициент фазовой задержки КИХ фильтра</li> </ul> <p>Значение коэффициентов для типов КИХ фильтров:</p> <p>5 – <math>K_0= 24, K_1= 48, K_2= 193,5</math></p> <p>6 – <math>K_0= 12, K_1= 24, K_2= 64</math></p> <p>7 – <math>K_0= 6, K_1= 12, K_2= 27,5</math></p> <p>8 – <math>K_0= 3, K_1= 6, K_2= 10,5</math></p>
Резерв	uint16_t	
Скользящее среднее	uint16_t	<p>Длина (окно) скользящего среднего:</p> <p>0 – скользящее среднее выключено</p> <p>1..65535 – длина скользящего среднего.</p>

Примечание:

- 1 При частоте выдачи менее частоты разряжения фильтра данные усредняются.
- 2 При частоте выдачи более частоты разряжения фильтра данные не выдаются.
- 3 Фильтр скользящего среднего может быть включён одновременно с КИХ фильтром, в этом случае сначала данные проходят КИХ фильтр, далее попадают на вход фильтра скользящего среднего.
- 4 Для ГКВ-5/6/7 КИХ фильтр отключён и всегда стоит «Усреднение».

## 7.10 Настройка алгоритмов

Для алгоритмов ориентации и навигации, устанавливаемых в пакете «*Настройка изделия*» тип 0x07 предусмотрены дополнительные параметры алгоритма.

### 7.10.1 Параметры алгоритма вычисления ориентации (AHRS)

Данный алгоритм находится на стадии отладки.

Индекс параметра	Параметр	Описание параметра
1	reset	При установке «1» происходит сброс алгоритма. После обработки отправленного значения «1» переходит в «0»
2	ahrs_settings	Глобальные настройки фильтра
3	ahrs_corrector	Корректоры, обновляющие состояние системы
4	align_time	Время выставки. Время начальной выставки в мс. Минимальное возможное значение – 1000. По умолчанию 10000
5	steady_time	Время установления режима покоя в отсчётах. В режиме покоя считается, что ГКВ никуда не двигается. Корректор покоя работает, если не превышены пороги по кажущимся линейным ускорения ( $1 \pm a\_threshold$ ) и угловым скоростям ( $w\_threshold$ ) на протяжении последних steady_time семплов. По умолчанию 500
6	a_threshold	Порог определения покоя по вектору кажущегося линейного ускорения для корректора 1. Значение по умолчанию – 0,003
7	w_threshold	Порог определения покоя по вектору угловой скорости. Значение по умолчанию – 0,0005
8	ta_threshold	Порог определения покоя по вектору скорости. Значение по умолчанию – 0,055
9	sig_acc_trust	Оценка точности корректировки по единичному вектору акселерометров, в радианах. Вычисляется эмпирически. Чем меньше значение, тем сильнее алгоритм доверяет акселерометрам. Значение по умолчанию – 0,05
10	delta_acc_buf	Длительность усреднения акселерометров перед корректировкой, в секундах. Вычисляется эмпирически. Значение по умолчанию – 0,1
11	initial_yaw	Начальный курс алгоритма, если не используется корректировка по магнитометрам, в радианах. Принимает значение от минус $\pi$ до $+\pi$
12	init_sig_att	Оценка точности начального положения алгоритма, в радианах. Чем сильнее качка во время старта, тем большее значение необходимо задать. Значение по умолчанию – $1,5 \cdot 10^{-3}$
13	init_sig_wb	Оценка точности начального определения смещения нулей ДУС (насколько начальные смещения отличаются от нуля), в радианах. Значение по умолчанию – $1,5 \cdot 10^{-4}$

14	sig_mag_trust	Оценка точности курса от магнитометра, в радианах. Вычисляется эмпирически. Чем меньше значение, тем сильнее алгоритм доверяет курсу магнитометров. Значение по умолчанию – 1,0
15	mag_diclination	Магнитное склонение в данной точке местности, в радианах. Можно взять из WMM (World magnetic model).
16	mag_inclination	Магнитное отклонение в данной точке местности, в радианах. Можно взять из WMM (World magnetic model).
17	mag_threshold	Порог отключения корректировки по магнитометрам, в безразмерных единицах. Используется, если сконфигурировано в параметре use_mag. При отклонении модуля от значения $(1 \pm \text{mag\_threshold})$ корректировка не производится. Значение по умолчанию – 0,2
18	init_Pmag_mbias_sig	Для отладки алгоритма, по умолчанию 0,001
19	phi_mag	Для отладки алгоритма, по умолчанию 50
20	sigma_q_mag	Для отладки алгоритма, по умолчанию 0
21	sigma_r_mag	Для отладки алгоритма, по умолчанию 0,001
Примечания 1 Частота данных, поступающих на вход алгоритма 1 кГц, что соответствует 1000 отсчётам, время выставки по умолчанию 10000 отсчётов – 10 с. 2 Значения угловой скорости и кажущегося линейного ускорения фильтруются внутренним фильтром, внутренний фильтр настроен на частоту выдачи 1 кГц и 500 Гц.		

#### 7.10.1.1 Работа алгоритма

На каждой итерации производится обновление ориентации по ДУС, далее идут отдельные корректоры по акселерометрам и магнитометрам в зависимости от настроек.

**Корректировка по акселерометрам в динамике.** Корректировка включена по умолчанию, отключается в ahrs\_update. Усредняются показания акселерометров в глобальной (навигационной) СК за время delta\_acc\_buf. Полученный усреднённый вектор используется как приближение вектора g с СКО sig\_acc\_trust. Корректировка ориентации проводится в конце каждого интервала усреднения. Момент коррекции отражён в статусе.

**Корректировка курса по магнитометрам.** Корректировка включается параметром use\_mag. **ВАЖНО! Перед использованием коррекции по магнитометрам необходимо выполнить калибровку магнитометров.**

#### Значения параметров ahrs\_settings, ahrs\_corrector

Значение	Наименование параметра	Описание
1 ahrs_settings		
XXXN	Резерв	
XXNX	align_type	Выбор типа выставки. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения:

		<p>0 – Выставка из покоя (списывание нулей ДУС за время idle_time, усреднение измерений акселерометров за время idle_time для вычисления углов склонения);</p> <p>1 – Выставка в движении.</p> <p>По умолчанию 0.</p>
XNXX	sig_profile	<p>Профиль ошибок. В этих профилях установлены разные значения шумов датчиков, на которые опирается фильтр, корректируя навигацию. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения:</p> <p>0 – ГКВ-5/10</p> <p>1 – ГКВ-5/10 в высокочастотном режиме</p> <p>2 – ГКВ10-3APRIA</p> <p>3 – ИНС100</p> <p>4 – МГ-1</p> <p>5 – ИМ-1/ГКВ-1</p> <p>6 – ГКВ-А-3APRIA</p> <p>7 – ГКВ-5-4APRIA</p> <p>По умолчанию 0.</p>
NXXX	WMM	<p>Вычисление склонения и отклонения магнитного поля по модели WMM (World Magnetic Model). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения:</p> <p>0 – значения магнитного склонения и наклона берутся из параметров алгоритма mag_declination и mag_inclination;</p> <p>1 – Значения магнитного склонения и наклона вычисляются по модели WMM (в параметры алгоритма необходимо передать координаты модуля).</p> <p>По умолчанию 0.</p> <p><b>В резерве</b></p>
2 ahrs_corrector		
XXXN	steady_update	<p>Корректор покоя. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения:</p> <p>0 – выключен;</p> <p>1 – Длина вектора ускорения в связанной СК, который равен <math>1 \pm a\_threshold</math> за время усреднения <math>t_a\_threshold</math>.</p> <p>По умолчанию 0</p>
XXNX	mag_update	<p>Обновление по измерениям магнитометра</p> <p>0 – не используется;</p> <p>1 – коррекция только курса без подбора смещений магнитометра;</p> <p>2 – коррекция только курса с подбором смещений магнитометра;</p> <p>3 – полная коррекция ориентации без подбора смещений магнитометра;</p> <p>4 – полная коррекция ориентации с подбором смещений магнитометра;</p> <p>По умолчанию 0.</p>
XNXX	acc_update	Обновление по измерениям акселерометра?

		0 – не используется; 1 – используется. По умолчанию 1.
NXXX	pzn_update	Обновление по высоте. <b>В резерве</b>

### 7.10.1.2 Статус алгоритма

3	2	1	0
Резерв	Резерв	Резерв	Статус

#### Статусное слово

Значение регистра	Назначение поля
0	Работа алгоритма 0 – алгоритм не инициализирован 1 – алгоритм инициализирован
1	Корректировка от акселерометров 0 – нет коррекции по акселерометрам 1 – коррекция по акселерометрам
2	Корректировка от магнитометров 0 – нет коррекции по магнитометрам 1 – коррекция по магнитометрам
3	Корректировка по состоянию покоя 0 – нет коррекции в покое 1 – есть коррекция в покое
4...7	Резерв

Пример: status = 9 (b1001) алгоритм работает, коррекция в покое есть, коррекция от акселерометров и магнитометров отсутствует.

### 7.10.2 Параметры алгоритма Навигации

Индекс параметра	Параметр	Описание параметра
0	reset	При установке «1» происходит сброс алгоритма. После обработки посланного значения «1» переходит в «0». При установке «2» происходит сброс и восстановление значений по умолчанию
1	eskf_settings	Глобальные настройки фильтра
2	eskf_output	Настройки выходных данных фильтра
3	eskf_corrector1	Корректоры обновляющие состояние системы
4	eskf_corrector2	Корректоры обновляющие состояние системы
5	queue_onepps	Очередь 1PPS 0 – выключена 1-140 – длина очереди в сэмплах
6	align_time	Время выставки. Время начальной выставки в мс. По умолчанию 10000

7	steady_time	Время установления режима покоя в отсчётах. В режиме покоя считается, что ГКВ никуда не двигается. Есть два режима покоя idle_corrector, которые работают, если не превышены пороги по кажущимся линейным ускорения ( $1 \pm a\_threshold$ и $1 \pm ta\_threshold$ ) и угловым скоростям ( $w\_threshold$ ). По умолчанию 500
8	a_threshold	Порог определения покоя по вектору кажущегося линейного ускорения для корректора 1. Значение по умолчанию – 0,003
9	w_threshold	Порог определения покоя по вектору угловой скорости. Значение по умолчанию – 0,0005
10	ta_threshold	Порог определения покоя по вектору скорости. Значение по умолчанию – 0,055
11	vel_threshold	Порог скорости от ГНСС приёмника, после которого возможно определение истинного курса и начинает вычисляться положение в геодезической системе координат. Значение по умолчанию – 2
12	gnss_arm_x	Плечи от инерциального модуля до ГНСС антенны по осям X, Y, Z. Положительное расстояние по направлению оси инерциального модуля. Значение передаётся в метрах
13	gnss_arm_y	
14	gnss_arm_z	
15	gnss_rot_yaw	Поворот ориентации от ГНСС приёмника до инерциального модуля (2х антенное решение) последовательно по курсу, тангажу, крену. Значение передаётся в радианах
16	gnss_rot_pitch	
17	gnss_rot_roll	
18	gnss_rot_sig_yaw	Оценка поворота ориентации от ГНСС приёмника до инерциального модуля (2х антенное решение) последовательно по курсу, тангажу, крену. Значение передаётся в радианах
19	gnss_rot_sig_pitch	
20	gnss_rot_sig_roll	
21	mag_declination	Угол склонения между магнитным и истинным курсами. Значение передаётся в радианах
22	mag_yaw_sig	Оценка магнитного курса. Значение передаётся в радианах
23	car_arm_x	Плечи от базиса инерциального модуля до базиса автомобиля по осям X, Y, Z для модели автомобиля. Положительное расстояние по направлению оси инерциального модуля. Значение передаётся в метрах
24	car_arm_y	
25	car_arm_z	
26	car_rot_yaw	Поворот базиса автомобиля к базису ГКВ последовательно по курсу, тангажу, крену для модели автомобиля. Значение передаётся в радианах
27	car_rot_pitch	
28	car_rot_roll	
29	car_sig_vcx	Оценка скоростей по осям X, Y, Z для модели автомобиля. Значение передаётся в м/с
30	car_sig_vcy	
31	car_sig_vcz	
32	car_vcx_k	Масштабный коэффициент для вычисления реальной скорости $V_{real} = car\_vcx\_k \cdot V_{receive}$
33	start_yaw	Начальный курс. По умолчанию равен 0. Если есть возможность после включения ГКВ установить курс, то

		навигационные данные будут сразу вычисляться с условием известного курса. Значение передаётся в радианах
34	start_ab_x	Смещение нулей акселерометров для навигационного алгоритма по осям x, y, z. Значение передаётся в g
35	start_ab_y	
36	start_ab_z	
37	pos_h_err_threshold	Порог установки флага ошибки по горизонтали в метрах
38	pos_v_err_threshold	Порог установки флага ошибки по высоте в метрах
39	vel_h_err_threshold	Порог установки флага ошибки по горизонтальной скорости в м/с
40	vel_v_err_threshold	Порог установки флага ошибки по вертикальной скорости в м/с
41	att_pr_err_threshold	Порог установки флага ошибки по крену и тангажу в радианах
42	att_yaw_err_threshold	Порог установки флага ошибки по курсу в радианах
43	out_arm_x	Плечи для переноса связанной с ГКВ СК, относительно которой вычисляются навигационные параметры, в метрах (например, если вычисление навигации происходит относительно антенны, то плечи должны быть обратны плечам от ГКВ до антенны gnss_arm_*)
44	out_arm_y	
45	out_arm_z	
46	out_rot_yaw	Поворот ориентации связанной с ГКВ СК, относительно которой вычисляются навигационные параметры с плечами out_arm_ (x, y, z) в радианах
47	out_rot_pitch	
48	out_rot_roll	
49	meas_arm_x	Плечи от ГКВ до корректора, от которого поступают корректирующие данные, в метрах
50	meas_arm_y	
51	meas_arm_z	
52	meas_rot_yaw	Поворот ориентации связанной с ГКВ СК к СК корректора, от которого поступают корректирующие данные, в радианах
53	meas_rot_pitch	
54	meas_rot_roll	
55	meas_nis_limit	Порог инновации применения внешних измерений. Безразмерная величина. Этим параметром можно отсекать внешние измерения, которые заведомо ложные
56	am_threshold	Порог доверия навигационного фильтра по каналу акселерометра. При превышении порога, оценка точности акселерометра увеличивается. Важно ставить, если возможно применение изделия выше диапазона работы инерциальных датчиков
57	wm_threshold	Порог доверия навигационного фильтра по каналу угловой скорости. При превышении порога, оценка точности угловой скорости увеличивается. Важно ставить, если возможно применение изделия выше диапазона работы инерциальных датчиков.
58	gnss_pv_nis_limit	Порог, после которого измерение не будет применено в алгоритме (например, ГНСС)

Параметры rtk, sig\_profile, align\_type, eskf\_type входят в состав параметра eskf\_settings, параметры phase\_corr, vel\_acc\_frange входят в состав параметра eskf\_output, параметры

car\_update, pzn\_update, gnss\_update, steady\_update входят в состав параметра eskf\_corrector1, параметры acc\_update, mag\_yaw\_cor, gnss\_yaw\_cor входят в состав параметра eskf\_corrector2, и значение каждого задается в составе общего параметра.

### Значения параметров eskf\_settings, eskf\_output, eskf\_corrector1, eskf\_corrector2

Значение	Наименование параметра	Описание
1 eskf_settings		
XXXXN	eskf_type	Выбор работы обновления фильтра. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – механика и обновление работают на 100 Гц; 1 – механика вычисляется на 1 кГц (на частоте обновления инерциальных данных, по умолчанию 1 кГц), обновление происходят состояния системы на 100 Гц. По умолчанию 0. Т.е. при 0 навигация вычисляется на 100 Гц, при 1 – на 1 кГц. <i>Механика</i> – вычисление навигационных данных по акселерометрам и датчикам угловой скорости. <i>Обновление</i> ковариационной матрицы ошибки состояния системы с учетом шумов характеристик.
XXXNX	align_type	Выбор типа выставки. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – Выставка из покоя; 2 – Выставка в движении; 3 – Выставка в динамике (курс внешний или от курса двух антенного ГНСС приемника); 4 – Прохождение выставки после курса двух антенного ГНСС приемника в режиме RTK. По умолчанию 0.
XXNXX	sig_profile	Профиль ошибок. В этих профилях установлены разные значения шумов датчиков, на которые опирается фильтр, корректируя навигацию. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – ГKB-5/10 1 – ГKB-5/10 в высокочастотном режиме 2 – ГKB10-3APRIA 3 – ИНС100 4 – МГ-1 5 – ИМ-1/ГKB-1 6 – ГKB-A-3APRIA 7 – ГKB-5-4APRIA По умолчанию 0.
NXXX	<a href="#">align_wait</a>	Ожидание выставки (битовая маска). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – ожидания выставки нет 1 – ожидание фиксированного решения от ГНСС (wait rtk)

		2 – ожидание покоя (wait steady) 3 – оба ожидания включены (wait rtk&stead) По умолчанию 0.
NXXXX	extra_state	Резерв
2 eskf_output		
XN	vel_acc_frame	Система координат (СК), в которой выдаются линейные скорости (vx, vy, vz) и линейные ускорения (lax, lay, laz). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – Навигационная СК (ось X направлена на север, Y – на восток, Z – вниз) 1 – Связная с модулем СК. По умолчанию 0.
NX	phase_corr	Коррекция фазового запаздывания ГНСС данных. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – коррекция отключена; 1 – коррекция включена; 2 – коррекция включена и применена только к параметрам с окончанием *_porh. По умолчанию 0.
3 eskf_corrector1		
XXXN	steady_update	Корректор покоя. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – выключен; 1 – Длина вектора ускорения в связанной СК, равного $1 \pm a\_threshold$ , за время усреднения $ta\_threshold$ и отсутствует изменение по курсу; 2 – Ускорение в навигационной СК, равного $0 \pm a\_threshold$ , за время усреднения $ta\_threshold$ и отсутствует изменение по курсу; 3 – Длина вектора ускорения в связанной СК, равного $1 \pm a\_threshold$ , за время усреднения $ta\_threshold$ и отсутствует угловая скорость по оси Z в навигационной СК; 4 – Ускорение в навигационной СК, равного $0 \pm a\_threshold$ , за время усреднения $ta\_threshold$ и отсутствует угловая скорость по оси Z в навигационной СК. По умолчанию 4
XXNX	gnss_update	Обновление по данным ГНСС-приемника (можно менять во время работы). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – Обновление отключено (использовать для работы в чисто автономном режиме); 1 – Обновление по скорости и положению; 2 – Обновление только по положению; 3 – Обновление только по скорости. По умолчанию 1.

XNXX	pzn_update	Обновление по высоте. В резерве
NXXX	car_update	Обновление по модели наземного транспорта (автомобиль). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – Отключено; 1 – Постоянно включено; 2 – Включено, при отсутствии годности решения ГНСС; 3 – Постоянно включено с учетом данных от датчика скорости; 4 – Включено с учетом данных от датчика скорости, при отсутствии годности решения ГНСС. По умолчанию 0.
4 eskf_corrector2		
XXXXXXN	relpos_yaw_cor	Коррекция курса (yaw) от ГНСС приёмника по двум антеннам. <b>Важно: курс ГКВ и курс двухантенного приемника должны совпадать (см. параметр gnss_rot_yaw).</b> X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – нет коррекции; 1 – установка начального курса, далее не используется; 2 – постоянная коррекция. По умолчанию 0
XXXXNX	mag_eskf_cor	Коррекция курса (yaw) от магнитометра. Магнитное склонение (разность между истинным курсом и магнитным курсом) задается в параметре mag_declination. Оценка точности магнитного курса указывается в параметре mag_yaw_sig в радианах (по умолчанию mag_yaw_sig = 0.017 рад.). X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – используется предварительная калибровка по записи вращений 1 – автоматическая калибровка магнитометра во время работы алгоритма 2 – перезапуск автоматической калибровки. По умолчанию 0
XXXNXX	gnss_yaw_cor	Коррекция курса (yaw) по путевому углу от ГНСС-мастер приёмника. X – значение остальных параметров, N принимает следующие значения: 0 – нет коррекции; 1 – установка начального курса, далее не используется; 2 – постоянная коррекция. По умолчанию 0
XXNXXX	baro_eskf_cor	Коррекция по баро-высоте 0 – отключено; 1 – коррекция по внутреннему барометру; 2 – сброс коррекции по внутреннему барометра и вычисление заново;

		3 – коррекция по внешней относительной высоте; 4 – сброс коррекции по внешней относительной высоте и вычисление заново. По умолчанию 0
XNXXXXX	car_eskf	Отдельный фильтр, который при наличии ГНСС считает плечи, доворот и коэффициент скорости. Эти параметры обновляются в ОЗУ (можно получить через запрос параметров алгоритма. Все параметры с индексом car_*) 0 – отключено 1 – есть работа фильтра По умолчанию 0
NXXXXXX	wind_eskf	Коррекция по датчику воздушной скорости 1 – включить; 2 – сброс и начать вычислять заново

Пример значения параметра eskf\_settings 1030 означает:

- 0 – навигационные данные вычисляются на 100 Гц;
- 3 – выставка в динамике (курс внешний или от yaw\_update);
- 0 – оценка шумов для ГКВ-5/6/10/11/12;
- 1 – не запускаемся без RTK.

#### 7.10.2.1 align\_type

Значения align\_type (типы выставки) принимает следующие значения:

**0 – Выставка из покоя.** Инерциальный модуль должен находиться в состоянии покоя (т.е. угловые скорости и кажущиеся линейные ускорения не должны меняться) первые 10 секунд\*, за это время усредняются показания ДУС и акселерометров – этап (stage) алгоритма 1. Усреднённое значение ДУС в дальнейшем учитывается, как смещение нулей ДУС, а усреднённые значения акселерометров применяются для вычисления начальных углов склонения. Далее алгоритм ждёт изменения скорости для доворота стартовой СК к геодезической – этап (stage) алгоритма 30. Курс вычисляется после начала движения при достижении порогового значения горизонтальной скорости ГНСС в течение определённого времени. По умолчанию – 2 м/с, длительностью 2000 мс. До момента вычисления курса рекомендуется двигаться прямолинейно. После вычисления курса – этап (stage) алгоритма 50.

\*рекомендуется такой временной интервал, исходя из времени нестабильности датчиков угловой скорости (ДУС), но этот параметр может быть задан пользователем.

**2 – Выставка в движении.** Алгоритм постоянно пробует найти участок, где можно вычислить начальные углы (как правило, это участок с постоянной горизонтальной скоростью) – этап (stage) алгоритма 2. Далее переходит в этап (stage) 10 и ждёт манёвра в течение 20 секунд, т.е. изменения ускорения для вычисления курса и доворота стартовой СК к геодезической СК и переходу к основному навигационному алгоритму. Если было изменение ускорения, то алгоритм перейдёт на этап (stage) 50 (полная навигация), иначе вернётся на этап (stage) 2.

**3 – Выставка в динамике (курс внешний или от yaw\_update).** При включении модуля в движении введена выставка под номером 3. Алгоритм ищет начальные углы склонения – этап (stage) 2. Затем корректируется каждые 1000 мс от ГНСС – этап (stage) 10. Для перехода в полную навигацию необходимо отправить команду установки и коррекции курса (тип пакета 0x44 тип 1 Курс), после чего алгоритм войдёт в этап (stage) 50. Если модуль остаётся без движений (без ускорений) и невозможно применение корректора покоя, то ошибка курса будет расти, команда

установки и корректировки курса может быть использована повторно. При применении на автомобиле, возможен переход в полную навигацию по данным от ГНСС-мастер (одна антенна) при включённом параметре `gnss_yaw_cor = 1` при скорости более 2 м/с.

**4 – Выставка из покоя с использованием курса от ГНСС в режиме RTK.** Логика работы соответствует типу выставки 0. Отличие: Переход к этапу (stage) 50 (полная навигация) осуществляется после приёма от ГНСС флага работы в целочисленном режиме (FIXED /NAROOOW INT) при годности решение курса от ГНСС. Для доворота вектора курса от ГНСС к курсу от инерциального модуля необходимо использовать параметры `gnss_rot_yaw`, `gnss_rot_pitch`, `gnss_rot_roll`, `gnss_rot_sig_yaw`, `gnss_rot_sig_pitch`, `gnss_rot_sig_roll`. Коррекция курса от двух антенного ГНСС осуществляется согласно параметру `gnss_yaw_cor`.

#### 7.10.2.2 align\_wait

Параметр `align_wait` работает следующим образом:

0 бит – ожидание фиксированного решения (RTK) ГНСС приёмника

1 бит – ожидание режима покоя, проверяется шум сигналов датчика угловой скорости и акселерометра и сравнивается с сигмами конкретного модуля (`sig_profile`). Если шум меньше или равен значению `sig_profile`, то считаем, что был покой, если были вращения/ускорения, то сбрасывается процесс накопления шума и ждём дальше. Минимальное время ожидания (`align_time`) 1000 мс.

Важно профиль сигм ставить для конкретного модуля.

### 7.10.3 Получение параметров алгоритма

#### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x23
Длина поля данных	4
Индекс параметра	uint32_t

#### Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x24
Длина поля данных	45
Индекс параметра	uint32_t
Значение параметра	float
Количество параметров алгоритма	uint32_t
Имя параметра	char [32]
Не используется	bool

### 7.10.4 Запись параметров алгоритма

#### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x24
Длина поля данных	45
Индекс параметра	uint32_t
Значение параметра	float
Не используется	uint32_t

Не используется	char [32]
Сохранить все параметры в ПЗУ	bool

### Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

Примечание – Если в дальнейшем значение параметра не будет меняться, рекомендуем записать во флеш-память. При записи во флеш-память необходимо обеспечить стабильное питание на время записи.

## 7.11 Маскирование коррекции от ГНСС приёмника

Для проверки работы алгоритма при потере данных от ГНСС приёмника реализована функция отключения (для алгоритма «Навигация»). Эта функция отключает коррекцию от ГНСС приёмника на заданное число входных сэмплов (для 1 кГц – значения в мс).

### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x25
Длина поля данных	6
Постоянное значение	0x07
Постоянное значение	0x04
Количество сэмплов пропуска обновления от ГНСС	uint32_t

### Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

## 7.12 Установка и коррекция курса

В случае отсутствия динамики навигационный алгоритм не сможет корректировать курс (ошибка по курсу будет зависеть от ошибки ДУС). Команда «Установка и коррекция курса» поворачивает курс к присланному значению с учётом оценки ошибки и стабильности ДУС.

### Запрос

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x40
Длина поля данных	8
Истинный курс оси X ИНС, рад	float32
Ошибка установки истинного курса оси X ИНС, рад	float32

### Ответ

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x00
Длина поля данных	0

### 7.13 Коррекция по внешним измерениям

После прохождения выставки (stage = 50) возможно посылать дополнительные измерения в навигационный фильтр, например, такие измерения могут существенно увеличить время автономной работы при пропадании ГНСС сигналов. Команда «Коррекция по внешним измерениям» корректирует определённые параметры с учётом оценки их ошибки измерения.

#### Запрос

Назначение	Заполнение	Примечание
Тип пакета	0x44	
Длина поля данных	0x70	Максимальная длина 112 байт, длина пакета имеет переменную длину (минимум 0x08, максимум на данный момент 0x44)
Параметры	uint16_t	Битовое поле
Статус	uint16_t	Резерв при запросе, используется в ответном сообщении
Временная метка	uint16_t	Применяется при типе временной метки 2 и 3
Резерв	uint16_t	
Переменная часть	[96 byte]	Данные измерений

#### Параметры (битовое поле)

Бит	Примечание
6...5	Тип временной коррекции: 0 – измерения корректора помещаются в очередь и будут обрабатываться синхронно <sup>1</sup> с полученными данными от ГНСС и инерциальных датчиков. 1 – измерения корректора будут применены навигационным фильтром на следующем такте <sup>2</sup> . 2 – метка времени - момент применения измерений соответствует значению счётчика пакетов (sample_cnt)
4...0	Тип коррекции 1 – Курс 2 – Углы ориентации 3 – Координаты в формате LLA (широта/долгота/высота) 4 – Скорость в навигационной СК 5 – Координаты в формате LLA и навигационная скорость 6 – Скорость в связной СК системы 7 – Абсолютная высота над эллипсоидом в м (направление вверх) 8 – Резерв 9 – Координаты в формате LLA 10 – Скорость датчика воздушного потока 11 – Относительная высота над поверхностью
Примечание 1 – данные от корректора будут применены после прохождения очереди, соответствующей времени queue_operps (параметр алгоритма п. <a href="#">7.10.2</a> ); 2 – данные от корректора будут применены, но будут соответствовать времени queue_operps (параметр алгоритма п. <a href="#">7.10.2</a> ) в прошлом;	

3 – тип коррекции 1 и 3, могут использоваться для перевода из стартовой в навигационную СК (stage 10/30→ 50). Сначала отправляются координаты (3) для получения начальной точки, далее курс (1) для доворота стартовой СК в навигационную.

Переменная часть (данные измерений)

Тип коррекции	Заполнение	Примечание
1	float32	Курс, рад
	float32	Ошибка измерения курса, рад
2	float32	Курс, рад
	float32	Тангаж, рад
	float32	Крен, рад
	float32	Ошибка измерения курса, рад
	float32	Ошибка измерения тангажа, рад
	float32	Ошибка измерения крена, рад
3	double[3]	Координаты в формате LLA [широта (рад), долгота (рад), высота (м)]
	float32[3]	Ошибка измерения координат в формате LLA [широта (м), долгота (м), высота (м)]
4	float32[3]	Скорость в навигационной СК [x, y, z], м/с
	float32[3]	Ошибка измерения скорости в навигационной СК [x, y, z], м/с
5	double[3]	Координаты в формате LLA [широта, долгота, высота]
	float32[3]	Координаты в формате LLA [широта (рад), долгота (рад), высота (м)]
	float32[3]	Скорость в навигационной СК [x, y, z], м/с
	float32[3]	Ошибка измерения скорости в навигационной СК [x, y, z], м/с
6	float32[3]	Скорость в связной СК, м/с
	float32[3]	Ошибка измерения скорости в связной СК, м/с
7	float32	Абсолютная высота над эллипсоидом (направление вверх), м
	float32	Оценка точности высоты, м
8		Резерв
9	double[3]	Координаты в формате LLA [широта, долгота, высота]
	float32[6]	Матрица ковариации [var_lat_lat, var_lat_lon, var_lat_alt, var_lon_lon, var_lon_alt, var_alt_alt]
10	float32	Скорость датчика воздушного потока, м/с
	float32	Оценка точности скорости датчика воздушного потока, м/с
11	float32	Относительная высота над поверхностью, м
	float32	Оценка точности высоты, м

**Ответ**

Ответ повторяет запрос с изменением параметра *статус*

Назначение	Заполнение	Примечание
Статус	uint16_t	0 – Коррекция прошла

		1 – Недействительное время начала действия корректора 3 – Ошибка коррекции
--	--	---

## 7.14 Стандартное сообщение с данными ГНСС

Для использования стандартного ГНСС сообщения необходимо выбрать порт приёма, скорость передачи данных и параметры применения измерений.

### 7.14.1 Координаты и скорости

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x10
Длина поля данных	0x3C
Время, мс	uint32
Слово состояния 0 бит – Годность навигационного решения 1 бит – Годность решения RTK (rtk fix)	uint32
Широта, рад	double
Долгота, рад	double
Высота, м	double
Проекция скорости на север, м/с	float32
Проекция скорости на восток, м/с	float32
Проекция вертикальной скорости вниз, м/с	float32
СКО широты, м	float32
СКО долготы, м	float32
СКО высоты, м	float32
СКО скорости по широте, м/с	float32
СКО скорости по долготе, м/с	float32
СКО вертикальной скорости, м/с	float32
GPS неделя	uint16
Количество спутников в решении	uint16

### 7.14.2 Курс (heading)

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x11
Длина поля данных	0x3C
Время, мс	uint32
Слово состояния 0 бит – Годность навигационного решения	uint32
Курс, рад	float32
Расстояние между антеннами, м	float32
Оценка точности курса, рад	float32
Оценка расстояния между антеннами, рад	float32

## 7.15 Настройки интерфейсов

### 7.15.1 Назначение «Сквозной»

Дополнительный интерфейс можно настроить на приём внешних данных с привязкой к общему потоку ГКВ. При установке назначения дополнительного интерфейса «Сквозной» данные будут приниматься и оборачиваться в стандартную структуру пакета протокола ГКВ. Скорость интерфейса соответствует заданной в настройках. Длина принимаемых данных должна быть не более 125 байт, частота не более частоты выдачи данных, разделение потока осуществляется по таймауту линии более 3 байт.

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x42
Длина поля данных	N
Счётчик (для привязки к основному потоку)	uint16_t
Состояние (резерв) = 0	uint8_t
Размер полученных данных [0,125] = k	uint8_t
Байт 0	uint8_t
***	
Байт k	uint8_t
где N = k + 4 – длина поля данных, k = 0..125 – длина полученных данных	

### 7.15.2 Настройка работы интерфейсов обмена данными и протоколов взаимодействия

Модули ГКВ имеют набор интерфейсов (последовательный UART, CAN, SPI и пр.) в зависимости от исполнения модулей они могут быть внутренние и внешние, доступные для изменения или нет.

Интерфейсы ГКВ-1 OEM – 4х последовательных интерфейса, 1х CAN согласно рисунку 2.

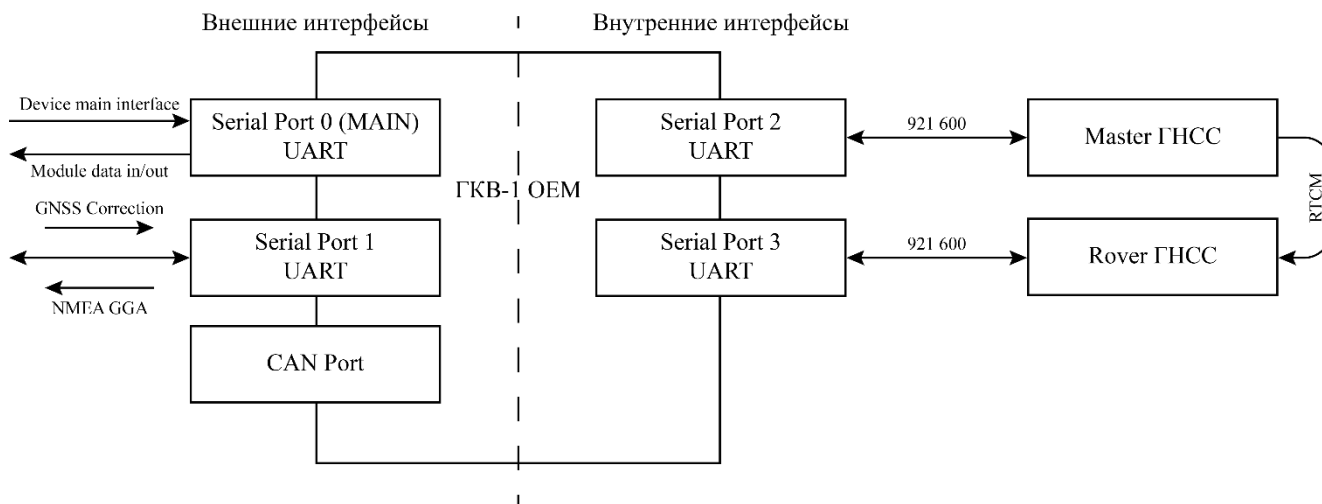


Рисунок 2 – Интерфейсы ГКВ-1 OEM

Примечание – CAN Port – это выводы встроенного блока CAN, которые необходимо подключать к внешнему драйверу.

Интерфейсы ГКВ-1 ВМ/2 ВМ/3 ВМ– 4х последовательных интерфейса, 1х CAN согласно рисунку 3.

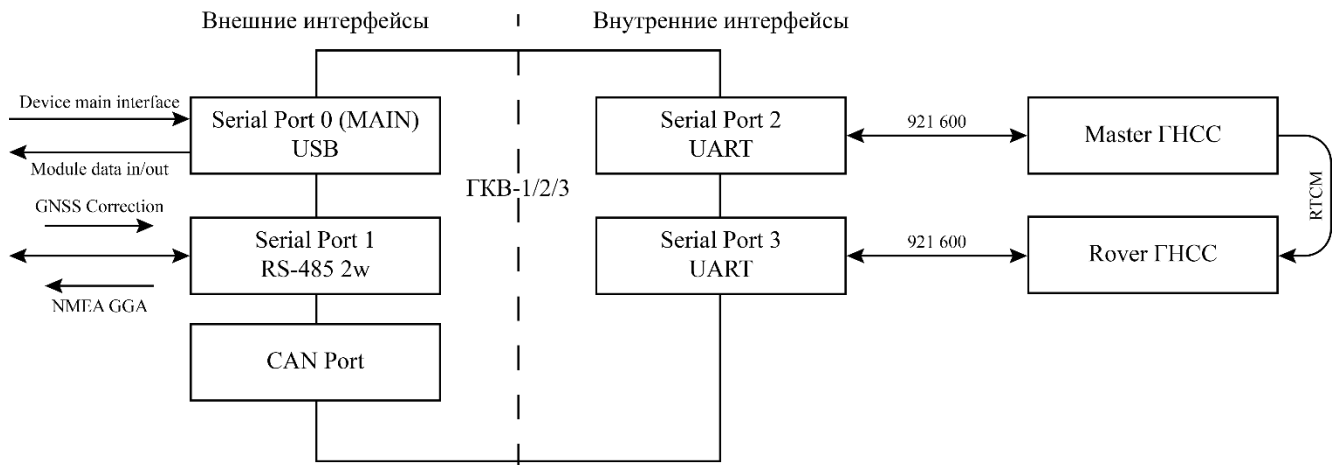


Рисунок 3 – Интерфейсы ГКВ-1 BM/2 BM/3 BM

Примечание – Serial Port 0 – USB или UART (при подключении к USB входной тракт UART отключается от вычислителя (остаётся только выдача данных по UART на вывод 24)).

Интерфейсы ГКВ-10/11/12/5/6/7 – 4х последовательных интерфейса, 1х CAN согласно рисунку 4.

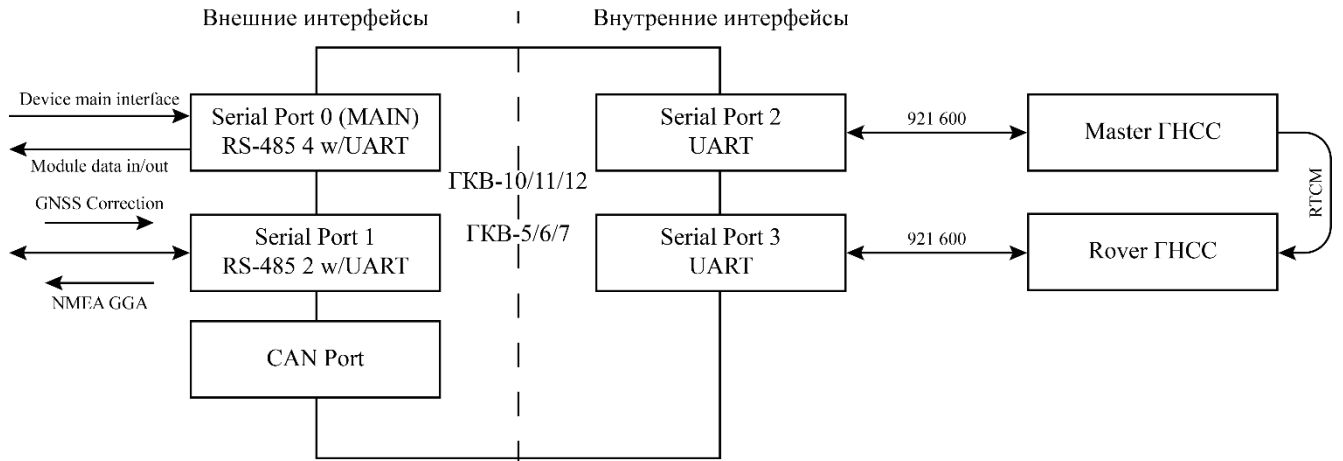


Рисунок 4 – Интерфейсы ГКВ-10/11/12/5/6/7

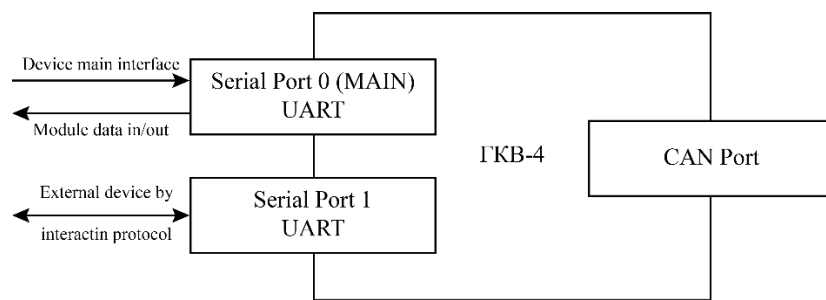


Рисунок 5 – Интерфейсы ГКВ-4

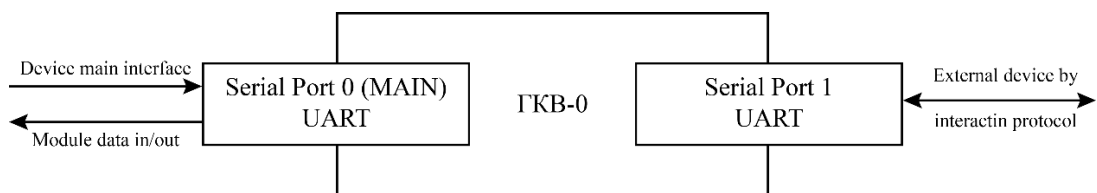


Рисунок 6 – Интерфейсы ГКВ-0

## Запрос

Назначение	Заполнение
Преамбула	0xFF
Адрес устройства	1
Тип пакета	0x30
Длина поля данных	$N = [4 + i]$ , где $i$ – размер переменной части

Поле данных:

Назначение	Заполнение	Описание
Выбор интерфейса	uint8	0 – UART MAIN (Serial port 0) 1 – UART AUX0 (Serial port 1) 5 – UART AUX1 (Serial port 2) 6 – UART AUX2 (Serial port 3) 10 – CAN port 0
Действие (тип команды)	uint8	1 – Конфигурация (настройка интерфейса) (CMD8_CONFIG) 10 – Настройка протокола/сообщений (CMD_MESSAGE) 11 – Настройка параметров ретрансляции данных, принимаемых по интерфейсу (CMD_FORWARD)
Индекс	uint8	0..255 – Индекс настройки сообщений (используется при выборе CMD_MESSAGE)
Резерв	uint8	Резерв
Переменная часть	max 128 byte	Размер соответствует размеру структуры. Размер 0 – запрос параметра, если возвращается длина 0 – данный тип не поддерживается.

Варианты использования:

### Настройка CAN интерфейсов

Назначение	Заполнение	Описание
Выбор интерфейса	uint8	10 – CAN port 0
Действие	uint8	1 – Конфигурация (настройка интерфейса) CMD_CONFIG
Индекс	uint8	0
Резерв	uint8	Резерв
Переменная часть	Скорость передачи данных	uint16 0 – отключён 1000 – 1000 кбит/с 500 – 500 кбит/с 250 – 250 кбит/с 125 – 125 кбит/с 100 – 100 кбит/с 50 – 50 кбит/с
	Протокол приёма данных	uint8 0 – протокол отключён 1 – ретрансляция всех данных с CAN-линии на UART MAIN (Serial port 0). Для ретрансляции полученных данных используется пакет типа 0x41 (см. п. 7.15.1). 2 – приём данных скорости от Ford Focus 2 3 – приём данных скорости от KIA RIO 2

			4 – приём данных скорости от Logan 2 5 – приём данных скорости от Газели NEXT Electric 6 – приём данных скорости от Mitsubishi Outlander 7 – приём данных скорости по протоколу J1939										
	Параметр	uint8	<p>При выборе протокола J1939</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7</td> <td>1 – выдача данных от CAN по основному порту  Примечание: выдачу данных от CAN нужно отключать, если нужно получать NMEA</td> </tr> <tr> <td>6..2</td> <td>Резерв</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 – принимать PGN_VEH_POS</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1 – использовать PGN_HRW, а не PGN_CCVS1</td> </tr> </tbody> </table>	Бит	Назначение	7	1 – выдача данных от CAN по основному порту  Примечание: выдачу данных от CAN нужно отключать, если нужно получать NMEA	6..2	Резерв	1	1 – принимать PGN_VEH_POS	0	1 – использовать PGN_HRW, а не PGN_CCVS1
Бит	Назначение												
7	1 – выдача данных от CAN по основному порту  Примечание: выдачу данных от CAN нужно отключать, если нужно получать NMEA												
6..2	Резерв												
1	1 – принимать PGN_VEH_POS												
0	1 – использовать PGN_HRW, а не PGN_CCVS1												
	ID внешнего управляющего CAN сообщения	uint32	<p>ID сообщений для команд от внешних изделий. Подробное описание структуры команды приведено в ЛМАП.402131.009Д2. Старший бит поля задаёт тип ID CAN-сообщения (стандартный или расширенный) 1 – расширенный ID CAN-сообщения (29 бит) 0 – стандартный ID CAN-сообщения (11 бит)</p>										

#### Настройка CAN протокола выдачи данных

Поле данных	Заполнение		Описание
Выбор интерфейса	uint8		10 – CAN port 0
Действие	uint8		10 – Настройка протокола/сообщений CMD_MESSAGE
Индекс	uint8		Индекс настраиваемого CAN-сообщения (см. Таблица индексов сообщений)
Резерв	uint8		Резерв
Переменная часть	Предделитель	uint16	<p>Размер 2 байта 0 – отключён 1..1000 – предделитель выдачи сообщения от частоты обработки инерциальных данных.</p>
	Идентификатор сообщения	uint32	<p>ID настраиваемого CAN-сообщения.  Старший бит поля задаёт тип ID CAN-сообщения (стандартный или расширенный) 1 – расширенный ID CAN-сообщения (29 бит) 0 – стандартный ID CAN-сообщения (11 бит)</p>

Таблица индексов сообщений

Индекс (hex)	Описание сообщения	Делитель
0x01	Статус и счётчик INDEX_STATUS_CNT	-

0x11	Угловая скорость x1000 INDEX Wb	2700/2 <sup>15</sup>
0x12	Акселерометр INDEX Ab	1000
0x13	Магнитометр INDEX Mb	1000
0x14	Барометр INDEX BARO	1000
0x15	Температура INDEX TEMP	1000
0x21	Ориентация углы Эйлера INDEX EULER	100
0x22	Ориентация кватернион INDEX QUAT	100
0x23	Инклинометр INDEX INCLINO	100
0x30	Состояние алгоритма INDEX ALG STATUS	-
0x31	Координаты широта долгота INDEX LATLON	100
0x32	Координаты высота INDEX ALT	100
0x33	Координаты в местной СК NED X,Y INDEX NED_XY	100
0x34	Скорость X,Y,Z INDEX Vn	10

Все сообщения выдаются в целочисленном виде, делитель формирует дробную часть. Подробное описание перевода данных, передаваемых по CAN в единицы измерения приведено в ЛМАП.402131.009Д2.

### Настройка UART интерфейсов

Примечание: Настройка интерфейса UART MAIN (Serial port 0) производится через сообщение настроек (тип сообщения 0x07). Не используйте пакет 0x30 для настройки UART MAIN (Serial port 0).

Поле данных	Заполнение		Описание
Выбор интерфейса	uint8		0 – UART MAIN (Serial port 0) 1 – UART AUX0 (Serial port 1) 5 – UART AUX1 (Serial port 2) 6 – UART AUX2 (Serial port 3)
Действие	uint8		1 – Конфигурация (настройка интерфейса) CMD_CONFIG
Индекс	uint8		0
Резерв	uint8		Резерв
Переменная часть	Скорость передачи данных	uint16	0 – 921600 бит/с 1 – 460800 бит/с 2 – 230400 бит/с 3 – 115200 бит/с 4 – 100000 бит/с 5 – 200000 бит/с 6 – 300000 бит/с 7 – 400000 бит/с

			8 – 500000 бит/с 9 – 57600 бит/с 10 – 38400 бит/с 11 – 19200 бит/с 12 – 9600 бит/с
	Протокол приёма/ пе- редачи дан- ных	uint8	0 – взаимодействие по выбранному интерфейсу от- ключено;  Протоколы выдачи данных от модуля ГKB по вы- бранному интерфейсу: 1 – протокол основного интерфейса приёма и пере- дачи данных (может быть задан только для Serial Port 0); 2 – протокол основного интерфейса (только для пере- дачи данных), может быть задан для любого Serial Port; 3 – приём данных по выбранному интерфейсу и ре- трансляция данных на UART MAIN (Serial port 0). Для ретрансляции полученных данных используется пакет типа 0x42 (см. п. 7.15.1); 4 – NMEA FROM_GNSS; 5 – передача данных по запросу; 6 – NMEA FROM_ALG Далее описаны протоколы взаимодействия с внеш- ними устройствами по выбранному интерфейсу для обработки данных, принимаемых модулем ГKB: 10 – NV08C-CSM (перед получением сообщения X, ГKB отправляет пакеты для настройки) 12 – NMEA 13 – COMNAV (OrSyst) 14 – Novatel OEM6 (Unicore) 15 – ИРЗ МНП 16 – SEPTENTRIO 17 – Стандартное сообщение от ГНСС (Тип 0x10 и/или 0x11) 20 – Ublox 21 – Ublox Lite 22 – Комета 23 – Unicorecomm 50 – Доплеровский лаг “Экран” 100 – заказной

Параметры протокола	uint8	Для протокола 21 параметры приёмника												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме</td> </tr> </tbody> </table>	Бит	Назначение	0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете	2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме						
		Бит	Назначение											
		0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете											
		2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме											
		Для протоколов 10 – 20, 22, 23 параметры приёмников (настройка использования данных ГНСС приёмника в навигационном алгоритме)												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме</td> </tr> </tbody> </table>	Бит	Назначение	0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете	1	Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете	2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме	3	Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме		
		Бит	Назначение											
		0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете											
		1	Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете											
2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме													
3	Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме													
Для протокола 20 параметры приёмника														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме</td> </tr> <tr> <td>4...7</td> <td>0 – Конфигурация приёмника выключена 1 – Конфигурация приёмника – Мастер 2 – Конфигурация приёмника – Мастер с ровером 3 – Конфигурация приёмника – Ровер</td> </tr> </tbody> </table>	Бит	Назначение	0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете	1	Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете	2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме	3	Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме	4...7	0 – Конфигурация приёмника выключена 1 – Конфигурация приёмника – Мастер 2 – Конфигурация приёмника – Мастер с ровером 3 – Конфигурация приёмника – Ровер		
Бит	Назначение													
0	Использовать данные ГНСС приёмника в наборном пакете													
1	Использовать данные курса двухантенного ГНСС приёмника в наборном пакете													
2	Использовать данные ГНСС приёмника в навигационном алгоритме													
3	Использовать курс 2х антенного ГНСС приёмник в навигационном алгоритме													
4...7	0 – Конфигурация приёмника выключена 1 – Конфигурация приёмника – Мастер 2 – Конфигурация приёмника – Мастер с ровером 3 – Конфигурация приёмника – Ровер													
Каждый следующий режим дополняет предыдущий (т.е. в режиме 1 в наборном пакете используются данные ГНСС и курс двух антенного решения)														
Параметры NMEA протокола – предделитель выдачи данных														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Значение регистра</th> <th>Значение делителя</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>500</td> </tr> </tbody> </table>	Значение регистра	Значение делителя	0	1	1	5	2	10	3	50	4	100	5	500
Значение регистра	Значение делителя													
0	1													
1	5													
2	10													
3	50													
4	100													
5	500													

			<table border="1"> <tr> <td>6</td> <td>1000</td> </tr> </table> <p>Параметры NMEA FROM_ALG</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0..2</td> <td>Пределитель</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PARAM NMEA GGA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PARAM NMEA RMC</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PARAM NMEA HDT</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PARAM NMEA VTG</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PARAM NMEA ZDA</td> </tr> </tbody> </table>	6	1000	Бит	Назначение	0..2	Пределитель	3	PARAM NMEA GGA	4	PARAM NMEA RMC	5	PARAM NMEA HDT	6	PARAM NMEA VTG	7	PARAM NMEA ZDA
6	1000																		
Бит	Назначение																		
0..2	Пределитель																		
3	PARAM NMEA GGA																		
4	PARAM NMEA RMC																		
5	PARAM NMEA HDT																		
6	PARAM NMEA VTG																		
7	PARAM NMEA ZDA																		
	Режим	uint16	<p>Выбор работы с драйвером порта (преобразование UART в RS)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Значение регистра</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>режим UART</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>режим RS-232</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>режим RS-485</td> </tr> </tbody> </table>	Значение регистра	Назначение	0	режим UART	1	режим RS-232	2	режим RS-485								
Значение регистра	Назначение																		
0	режим UART																		
1	режим RS-232																		
2	режим RS-485																		

Настройка ретрансляции данных, принимаемых по UART интерфейсу

Используется для полной ретрансляции данных между интерфейсами (без оборачивания в стандартную структуру пакета протокола ГКВ).

Назначение	Заполнение	Описание
Выбор интерфейса	uint8	0 – UART MAIN (Serial port 0) 1 – UART AUX0 (Serial port 1) 5 – UART AUX1 (Serial port 2) 6 – UART AUX2 (Serial port 3)
Действие	uint8	11 – Настройка параметров ретрансляции данных, принимаемых по интерфейсу (CMD_FORWARD)
Индекс	uint8	0
Резерв	uint8	Резерв
Переменная часть	Размер буфера	uint16 Размер буфера в байтах (может быть задан от 1 до 4097). Значение параметра, равное 0 отключает ретрансляцию.
	Целевой интерфейс:	uint8 0 – UART MAIN (Serial port 0) 1 – UART AUX0 (Serial port 1) 5 – UART AUX1 (Serial port 2) 6 – UART AUX2 (Serial port 3)

**Примечание:** при выборе основного интерфейса в качестве целевого интерфейса ретрансляции взаимодействие с устройством в обычном режиме восстанавливается после сброса по питанию.

### 7.15.3 Ретрансляция CAN данных

CAN интерфейс можно настроить на ретрансляцию данных да CAN-линии с привязкой к общему потоку ГКВ. При установке протокола CAN интерфейса в режим «Сквозной» данные будут приниматься, оборачиваться в стандартную структуру пакета протокола ГКВ и передаваться по UART MAIN (Serial port 0).

Назначение	Заполнение
Тип пакета	0x41
Длина поля данных	18
Счётчик пакетов	uint32_t
ID CAN-сообщения	uint32_t
Данные CAN-сообщения	uint8_t[8]
Режим	uint16_t

## 7.16 Настройки приёмников

Добавлена команда тип 0x46 – настройка параметров приёмников.

**ВАЖНО!** После изменения созвездий нужно сбросить приёмник, тогда будут использоваться только выбранные созвездия.

Назначение	Заполнение	Описание																		
Тип пакета	0x46																			
Длина поля данных	N*																			
index_type	uint16	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15..8</td> <td>Тип (десятичное число) 2 – Cold Reset 4 – Установка маски созвездий 5 – Запрос рабочих созвездий 6 – Маскирование ГНСС</td> </tr> <tr> <td>7..0</td> <td>Выбор приёмника (десятичное число) 0 – Master 1 – Rover</td> </tr> </tbody> </table> <p>Пример: index_type = b'00000100 00000001 – тип 4 (Установка маски созвездий), приёмник Rover.</p>	Бит	Описание	15..8	Тип (десятичное число) 2 – Cold Reset 4 – Установка маски созвездий 5 – Запрос рабочих созвездий 6 – Маскирование ГНСС	7..0	Выбор приёмника (десятичное число) 0 – Master 1 – Rover												
Бит	Описание																			
15..8	Тип (десятичное число) 2 – Cold Reset 4 – Установка маски созвездий 5 – Запрос рабочих созвездий 6 – Маскирование ГНСС																			
7..0	Выбор приёмника (десятичное число) 0 – Master 1 – Rover																			
rsvtyp	uint16	Резерв																		
payload	uint8[8]	<p>payload – переменная часть</p> <p>1) Для типа index_type = 4 (установка маски созвездий) – systems_mask (битовое поле, uint16)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>15...5</td> <td>Резерв</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>1 – GNSS_SYSTEM_SBS</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1 – GNSS_SYSTEM_GAL</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1 – GNSS_SYSTEM_BDS</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1 – GNSS_SYSTEM_GLO</td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>1 – GNSS_SYSTEM_GPS 0 – выкл.</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) Для типа index_type = 6 (маскирование ГНСС) – mask_navigation (десятичное число, uint8)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>7...0</td> <td>1 – маскирование включено 0 – маскирование выключено</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) Для index_type, отличного от 4 и 6, длина поля payload равно 0.</p> <p>4) По умолчанию все созвездия включены (Все биты 4...0 равны 1).</p> <p>5) Для работы приёмника необходимо хотя бы одно рабочее созвездие. При выключении всех созвездий</p>	Бит	Описание	15...5	Резерв	4	1 – GNSS_SYSTEM_SBS	3	1 – GNSS_SYSTEM_GAL	2	1 – GNSS_SYSTEM_BDS	1	1 – GNSS_SYSTEM_GLO	0	1 – GNSS_SYSTEM_GPS 0 – выкл.	Бит	Описание	7...0	1 – маскирование включено 0 – маскирование выключено
Бит	Описание																			
15...5	Резерв																			
4	1 – GNSS_SYSTEM_SBS																			
3	1 – GNSS_SYSTEM_GAL																			
2	1 – GNSS_SYSTEM_BDS																			
1	1 – GNSS_SYSTEM_GLO																			
0	1 – GNSS_SYSTEM_GPS 0 – выкл.																			
Бит	Описание																			
7...0	1 – маскирование включено 0 – маскирование выключено																			

		приёмник по умолчанию оставляет одно рабочее созвездие GPS.
Примечание Длина поля данных $N = [4 + i]$ , $i$ – размер payload		

## Приложение А

(справочное)

Пример расчёта контрольной суммы на языке С

### А.1 Таблица

```
static uint32_t crc32_tab[] = {
    0x00000000, 0x77073096, 0xee0e612c, 0x990951ba, 0x076dc419, 0x706af48f,
    0xe963a535, 0x9e6495a3, 0x0edb8832, 0x79dcb8a4, 0xe0d5e91e, 0x97d2d988,
    0x09b64c2b, 0x7eb17cbd, 0xe7b82d07, 0x90bfl1d91, 0x1db71064, 0x6ab020f2,
    0xf3b97148, 0x84be41de, 0x1dad47d, 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, 0xbfdb06116, 0x21b4f4b5, 0x56b3c423,
    0xcfba9599, 0xb8bda50f, 0x2802b89e, 0x5f058808, 0xc60cd9b2, 0xb10be924,
    0x2f6f7c87, 0x58684c11, 0xc1611dab, 0xb6662d3d, 0x76dc4190, 0x01db7106,
    0x98d220bc, 0xfcd5102a, 0x71b18589, 0x06b6b51f, 0x9fbfe4a5, 0xe8b8d433,
    0x7807c9a2, 0x0f00f934, 0x9609a88e, 0xe10e9818, 0x7f6a0dbb, 0x086d3d2d,
    0x91646c97, 0xe6635c01, 0x6b6b51f4, 0x1c6c6162, 0x856530d8, 0xf262004e,
    0x6c0695ed, 0x1b01a57b, 0x8208f4c1, 0xf50fc457, 0x65b0d9c6, 0x12b7e950,
    0x8bbeb8ea, 0xfcb9887c, 0x62dd1ddf, 0x15da2d49, 0x8cd37cf3, 0xfbd44c65,
    0x4db26158, 0x3ab551ce, 0xa3bc0074, 0xd4bb30e2, 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,
    0xeada54739, 0x9dd277af, 0x04db2615, 0x73dc1683, 0xe3630b12, 0x94643b84,
    0x0d6d6a3e, 0x7a6a5aa8, 0xe40ecf0b, 0x9309ff9d, 0x0a00ae27, 0x7d079eb1,
    0xf00f9344, 0x8708a3d2, 0x1e01f268, 0x6906c2fe, 0xf762575d, 0x806567cb,
    0x196c3671, 0x6e6b06e7, 0xfed41b76, 0x89d32be0, 0x10da7a5a, 0x67dd4acc,
    0xf9b9df6f, 0x8ebeff9, 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, 0xc55ba3bbe, 0xb2bd0b28,
    0x2bb45a92, 0x5cb36a04, 0xc2d27ffa7, 0xb5d0cf31, 0x2cd99e8b, 0x5bdeae1d,
    0x9b64c2b0, 0xec63f226, 0x756aa39c, 0x026d930a, 0x9c0906a9, 0xeb0e363f,
    0x72076785, 0x05005713, 0x955bf4a82, 0xe2b87a14, 0x7bb12bae, 0x0cb61b38,
    0x92d28e9b, 0xe5d5be0d, 0x7cdcefb7, 0x0bdbdf21, 0x86d3d2d4, 0xf1d4e242,
    0x68ddb3f8, 0x1fda836e, 0x81be16cd, 0xf6b9265b, 0x6fb077e1, 0x18b74777,
    0x88085ae6, 0xff0f6a70, 0x66063bca, 0x11010b5c, 0x8f659eff, 0xf862ae69,
    0x616bffd3, 0x166ccf45, 0xa00ae278, 0xd70dd2ee, 0x4e048354, 0x3903b3c2,
    0xa7672661, 0xd06016f7, 0x4969474d, 0x3e6e77db, 0xaed16a4a, 0xd9d65adc,
    0x40df0b66, 0x37d83bf0, 0xa9bcae53, 0xdeb9ec5, 0x47b2cf7f, 0x30b5ffe9,
    0xbdbdf21c, 0xcabac28a, 0x53b39330, 0x24b4a3a6, 0xbad03605, 0xcdd70693,
    0x54de5729, 0x23d967bf, 0xb3667a2e, 0xc4614ab8, 0x5d681b02, 0x2a6f2b94,
    0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d
};
```

## А.2 Функция

```
uint32_t crc32(uint32_t crc, const void *buf, size_t size)
{
    const uint8_t *p;

    p = buf;
    crc = crc ^ ~0U;

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

    return crc ^ ~0U;
}
```

## Приложение Б

(справочное)

### Дополнение к протоколу для прошивки с ГНСС приёмником МНП.

Дополнение к протоколу с ГНСС приёмником МНП-6 в части настройки алгоритма работы «Пользовательский». Для использования данного дополнения необходимо выбрать алгоритм «Пользовательский» и «Наборный пакет» в пакете «Настройка» тип 0x07.

#### Б.1 Параметры наборного пакета данных

При выборе алгоритма работы «Пользовательский» параметры наборного пакета изменены на указанные в таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Описание и типы параметров наборного пакета

Идентификатор типа параметра	Название переменной	Описание
0	status	статусное слово целочисленное беззнаковое uint16
1	sample_cnt	счётчик сэмплов (от 0 до $2^{16}$ )
17	gdop	Геометрический фактор точности, цена деления 0,01
18	ax	Калиброванное значение осей X, Y, Z акселерометра знаковое целочисленное 16 бит. Коэффициент преобразования задаётся в параметрах алгоритма ax_lsb, ay_lsb, az_lsb,
19	ay	
20	az	
21	wx	Калиброванное значение угловой скорости осей X, Y, Z знаковое целочисленное 16 бит. Коэффициент преобразования задаётся в параметрах алгоритма wx_lsb, wy_lsb, wz_lsb,
22	wy	
23	wz	
24	tx	Температура оси X, Y, Z канал 0 знаковое целочисленное 16 бит, в °C×100
25	ty	
26	tz	
27	tout	Температура микроконтроллера знаковое целочисленное 16 бит, в °C×100
29	gps_ref_gen_err	Отстройка генератора. Рассчитана относительно несущей частоты GPS. Цена деления 1 Гц
30	gps_pos_err_max	Ошибка по дальности (макс.). Максимальное значение ошибки оценки дальности до спутников. Цена деления 0,1 м.
31	gps_pos_err_ave	Ошибка по дальности (средняя). Среднее значение ошибки оценки дальности до спутников. Цена деления 0,1 м.
32	gps_freq_err_max	Ошибка по частоте (макс.). Максимальное значение ошибки оценки доплеровского сдвига. Цена деления 0,001 Гц.
33	gps_freq_err_ave	Ошибка по частоте (средняя). Среднее значение ошибки оценки доплеровского сдвига. Цена деления 0,001 Гц.
52	gps_ecef_x_low	

Идентификатор типа параметра	Название переменной	Описание
53	gps_ecef_y_low	Координата от ГНСС приёмника по осям X, Y, Z в СК ECEF младшая часть <sup>1)</sup>
54	gps_ecef_z_low	
55	gps_ecef_x_high	Координата от ГНСС приёмника по осям X, Y, Z в СК ECEF старшая часть <sup>1)</sup>
56	gps_ecef_y_high	
57	gps_ecef_z_high	
58	gps_ecef_vx_low	Скорость от ГНСС приёмника по осям X, Y, Z в СК ECEF младшая часть <sup>2)</sup>
59	gps_ecef_vy_low	
60	gps_ecef_vz_low	
61	gps_ecef_vx_high	Скорость от ГНСС приёмника по осям X, Y, Z в СК ECEF старшая часть <sup>2)</sup>
62	gps_ecef_vy_high	
63	gps_ecef_vz_high	
68	gps_time_low	Время utc сначала недели в мс старшая и младшая части
69	gps_time_high	
72	gps_state_status	Статус состояния приёмника ГНСС приёмника беззнаковое целочисленное uint16 <sup>3)</sup>

Примечания:

- 1) Значение знаковое целочисленное int32, для получения координат необходимо умножить на коэффициент преобразования 0,1 м.
- 2) Значение знаковое целочисленное int32, для получения скорости необходимо умножить на коэффициент преобразования 0,01 м/с<sup>2</sup>.
- 3) Слово состояния ГНСС приёмника

Значение регистра	Назначение поля
0	1 – годность решения
1	1 – годность времени
2..7	Резерв
8..10	Система координат
11..12	Тип эллипсоида
13..14	Привязка времени
15	Резерв

#### *Система координат*

- 1) 0 – WGS-84;
- 2) 1 – ПЗ-90.02;
- 3) 2 – СК-42;
- 4) 3 – СК-95;
- 5) 4..7 – резерв

#### *Тип эллипсоида*

- 1) 0 – WGS-84;
- 2) 1 – ПЗ-90.02;
- 3) 2 – эллипсоид Красовского;
- 4) 3 – резерв.

*Привязка времени:*

- 1) 0 – UTC (USNO);
- 2) 1 – UTC (SU);
- 3) 2 – GPS;
- 4) 3 – ГЛОНАСС.

Внимание!!! При выборе алгоритма «Пользовательский» и «Наборный пакет» действительны только параметры из Таблицы Б.1.

## **Б.2 Настройка алгоритма «Пользовательский»**

Для выбора коэффициента преобразования сигналов акселерометров и угловых скоростей предусмотрены дополнительные настройки.

### **Б.2.1 Параметры алгоритма «Пользовательский»**

Индекс параметра	Параметр	Описание параметра
1	ax_lsb	Коэффициент преобразования осей X, Y, Z в ускорение в g. По умолчанию 0.004. Тип float32.
2	ay_lsb	
3	az_lsb	
4	wx_lsb	Коэффициент преобразования осей X, Y, Z в угловую скорость в °/с. По умолчанию 0.03. Тип float32.
5	wy_lsb	
6	wz_lsb	

## Приложение В

(справочное)

### Дополнение к протоколу

Представление ускорений, угловых скоростей, температур датчиков, параметров магнитного поля и давления в кодах АЦП согласно таблице В.1.

Таблица В.1 – Параметры наборного пакета

Индекс параметра	Название переменной по сериям ГКВ					Заполнение	Описание				
	ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0		ГКВ-10	ГКВ-5	ГКВ-4	ГКВ-1	ГКВ-0
2	nax					int32	Ускорение по X в кодах АЦП				
3	nayu					int32	Ускорение по Y в кодах АЦП				
4	naz					int32	Ускорение по Z в кодах АЦП				
5	nwx					int32	Угловая скорость по X в кодах АЦП				
6	nwy					int32	Угловая скорость по Y в кодах АЦП				
7	nwz					int32	Угловая скорость по Z в кодах АЦП				
8	nmx					int32	Магнитное поле по X в кодах АЦП				
9	nmy					int32	Магнитное поле по Y в кодах АЦП				
10	nmz					int32	Магнитное поле по Z в кодах АЦП				
11			ntbaro			int32				Температура барометра в кодах АЦП	
12			nbaro2)			int32				Абсолютное давление в кодах АЦП	
13	ntx	ntwx		nta	nt	int32	Температура ДУС по X			Температура акселерометра в кодах АЦП	Температура в кодах АЦП
14	nty	ntwy		ntw	-	int32	Температура ДУС по Y в кодах АЦП			Температура ДУС по в кодах АЦП	-
15	ntz	ntwz		-		int32	Температура ДУС по Z в кодах АЦП			-	

16	ntar	ntar	nta	-	int32	Температура акселерометра в кодах АЦП	Температура акселерометра в кодах АЦП	-
17			-	-	int32		-	-

Выдача кодов АЦП

Наборы данных ГКВ в кодах АЦП.

Наборы задаются в регистре «*Настройка изделия*» в поле «*Наборы данных*». Рекомендуется создавать свой наборный пакет.

ГКВ-10/11/12

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x44
Счётчик 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
Сигнал параметров маг- нитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Резерв		int32
Резерв		int32
Сигнал температуры ДУС в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Резерв		int32
Резерв		int32

ГКВ-5/6/7

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x3C
Счётчик 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
Сигнал параметров маг- нитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Резерв		int32
Сигнал барометра в кодах АЦП		int32
	X	int32

Сигнал температуры ДУС в кодах АЦП	Y	int32
	Z	int32

#### ГКВ-1 OEM/1 BM/2 BM/3 BM

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x38
Счётчик 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
Сигнал параметров маг- нитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Резерв		int32
Сигнал барометра в кодах АЦП		int32
Сигнал температуры акселерометра в кодах АЦП		int32
Сигнал температуры ДУС в кодах АЦП		int32

#### ГКВ-4

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x60
Счётчик 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
Сигнал параметров маг- нитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Сигнал температуры барометра в кодах АЦП		int32
Сигнал барометра в кодах АЦП		int32
Сигнал температуры ДУС в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32

Сигнал температуры акселерометра в кодах АЦП	int32
--	-------

ГКВ-0

Назначение		Заполнение
Тип пакета		0x0A
Длина поля данных		0x34
Счётчик 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
Сигнал параметров магнитного поля в кодах АЦП	X	int32
	Y	int32
	Z	int32
Сигнал температуры барометра в кодах АЦП		int32
Сигнал барометра в кодах АЦП		int32
Сигнал температуры в кодах АЦП		int32

## 8 Лист изменений протокола

№ п/п	Дата	Версия	Краткое содержание изменений	№№ изменяемых листов
1	04.07.2015	1.1	<p>Добавлен наборный пакет:</p> <p>1 В п.7.3 «Настройка изделия» в регистр «Формат данных (битовое поле)» добавлен бит 10 «Посылка наборного пакета данных».</p> <p>2 Добавлен п.7.4 «Параметры наборного пакета данных ГКВ-10».</p> <p>3 Добавлен п.7.6.6 «Наборный пакет данных».</p> <p><i>Версия прошивки изделия, начиная с которой применены изменения – 2.</i></p>	
2	07.10.2015	1.2	<p>1 Добавлено возможность посылки пакетов со скоростью больше 1 кГц:</p> <p>1.1. В п.7.3 «Настройка изделия» в регистр «Формат данных (битовое поле)» добавлен бит 11 «Посылка пакетов со скоростью больше 1 кГц».</p> <p>2 Добавлены переменные «Угол-интеграл угловой скорости X, Y, Z» в п.7.4 «Параметры наборного пакета данных ГКВ-10» идентификаторы типа 49, 50, 51.</p> <p><i>Версия прошивки изделия, начиная с которой применены изменения – 2.</i></p>	
3	25.02.2015	1.3	<p>1 Добавлено поле 12 «Посылка пакет с данными по готовности, а не синхронизируя с получением следующего сэмпла» в п. 7.3 формат данных.</p> <p>2 Добавлен п.7.7 Компенсация смещения гироскопов.</p>	
4	24.06.2016	1.4	<p>1 Изменена контрольная сумма с CRC8 на CRC32 в п.6 Структура информационных пакетов стр.4 и приложение 8 стр. 26, 27.</p> <p>2 Добавлено в наборный пакет параметр линейное ускорение в п.7.4 «Параметры наборного пакета данных ГКВ-10» таблица «Типы параметров представлены в таблице ниже»: стр.18</p> <p><i>Версия прошивки изделия, начиная с которой применены изменения – 3.</i></p>	

5	12.08.2016	1.5	<p>1 Исправлены ссылки на пункты наборного пакета в подразделе 7.3 таблица «Набор данных»</p> <p>2 Добавлен подраздел 7.8 «Настройка фильтра»</p>	
6	28.08.2017	1.6	<p>1 Добавлен дополнительные алгоритмы в «Набор данных» (п.7.3), «Заказной», «БИНС со скоростной коррекцией от приёмника ГНСС»</p> <p>2 Изменён диапазон измерения канала угловой скорости (гироскопов), должен быть выбран диапазон <math>\pm 900</math> °/с.</p>	8-11,14,16
7	29.09.2017	1.7	<p>1 В настройки пакета добавлен параметр «Пропуск пакетов» (п.7.3)</p> <p>2 Дополнен типы наборных параметров новыми значениями (п.7.4)</p> <p>3 Увеличена максимальная длина наборного пакета (п.7.6.6)</p>	8,17-20,26
8	09.02.2017	1.8	<p>1 Добавлено описание включение дополнительного интерфейса RS-485 (п.7.3)</p> <p>2 Добавлены пакеты с параметрами ГНСС приёмника (п.7.6.7 и п.7.6.8)</p>	8,9,13,16,17, 27-29
9	14.05.2018	1.9	<p>1 Добавлены дополнительные скорости четырехпроводного RS-485 (7.3).</p> <p>2 Исправлена ошибка параметра статус (п.7.6.1)</p> <p>3 В параметры наборного пакета добавлены параметры с №№ 91-96</p>	10,11,21,22, 24,25
10	07.02.2018	1.10	<p>1 Добавлено описание параметров алгоритмов</p> <p>2 Добавлены типы пакетов для работы с параметрами алгоритмов.</p>	36-40
11	05.03.2019	1.11	Исправлены ошибки в описании протокола	9-11, 18, 34
12	11.03.2019	1.12	<p>1. Изменена ориентация страниц и внесены исправления в формулировки.</p> <p>2. Добавлено приложение 2 с описанными на языке C структурами пакетов.</p>	
13	14.06.2019	1.13	<p>1. Добавлен в настройки ГКВ параметр «Тип входная внешней синхронизации»</p> <p>2. Расширен список ГНСС приёмников</p> <p>3. Добавлен пример в приложение Д «параметр Тип «Входная внешней синхронизации», обновлён список ГНСС приёмников</p>	8-13 8-13 33-36

14	04.10.2019	1.14	4. Исправлена ошибка в статусе данных – Бит готовности алгоритма 11 бит, Метка времени 12 бит.	7
15	10.01.2020	1.15	В параметры наборного пакета добавлены параметры оценки ошибки навигационного алгоритма с №№ 98-106	17
16	02.04.2020	1.16	Добавлено описание статусов ГНСС приёмников. Внесены исправления по форматированию текста.	21-23
17	10.04.2020	1.17	Добавлены параметры в наборный пакет при использовании приёмника МНП	17
18	16.04.2020	1.18	Добавлены биты настройки изделия в формат данных: - курса положительный - обрезка наборного пакета	9
19	27.04.2020	1.19	Исправлена ошибка: неверный тип пакета 7.6.5 Данные БИНС.	21
20	29.04.2020	1.20	- добавлено описание представление параметров наборного пакета с типом отличным от float32; - исправлен перевод параметров gps_int_x, gps_int_y, gps_int_z - описание состояния алгоритма БИНС; - добавлен подраздел 7.11 Маскирование данных от ГНСС приёмника	17, 18, 22, 32
21	18.06.2020	1.21	Добавлено описание слово состояния ГНСС приёмников Novatel и ComNav	24, 25
22	12.08.2020	1.22	1 Добавлен Тип входного сигнала «Счётчик» и параметр counter (счётчик) в наборный пакет. 2 Изменено приложение Б. Приложение Б описывает работу с особой прошивкой изделия ГКВ.	
22	03.09.2020	1.23	Изменения в приложении Б параметров наборного пакета	35-37
23	15.09.2020	1.24	Исправлена ошибка в протоколе тип и длина пакета п.7.6.2	20
24	18.09.2020	2	Протокол объединён с протокол ГКВ-5/6	
25	18.09.,2021	2.01	1 Команда программного сброса (7.2). Нумерация разделов изменена. 2 Параметры алгоритма – тип выставки, поворот ориентации от ГНСС приёмника и их оценка. Описание «Выставки». 3 Команда установки и коррекции курса	6, 17,18, 31, 32, 34
26	01.02.2021	2.02	1 Исправлена ошибка в названии линейного ускорения в параметрах наборного пакета	15, 17

			2 Исправлена ошибка структуры параметра алгоритма alg_state_status	
27	08.02.2021	2.03	Добавлено описание назначения дополнительного RS-485 (7.13)	34
28	04.03.2021	2.04	Исправление описания пакетов от ГНСС приёмника с типами 0x0E (п.7.7.7) и 0x0F (п.7.7.8)	22
29	11.03.2021	2.03	Исправлена ошибка в описании индексов параметров навигационного алгоритма (п.7.10.3)	30
30	06.04.2021	2.04	Исправлено на: «Для ГКВ-5/6/10/11/12 диапазон измерения...», «Для ГКВ-5/6/10/11/12 диапазон измерения акселерометров...»	8
31	20.04.2021	2.05	1 Добавлены параметры в наборный пакет gps_rel_heading, gps_sig_rel_heading, gps_rel_leangth, gps_sig_rel_leangth, gps_rel_status, gps_rel_time 2 Добавлены параметры алгоритм БИНС ESKF5: wait_rtk, update_yaw_mode, frame	14,15,31
32	03.12.2021	2.06	1 В раздел 7.10.3 переработаны параметры алгоритма навигации. 2 Устранены грамматические ошибки по тексту. 3 Добавлено слово-состояние (gps_rel_status) для ровер ГНСС-приёмника (ZED-F9H)	31-36, 24
33	08.09.2022	2.07	Добавлены: Параметры наборного пакета alg_time, time_from_sec. Новый байт указания ошибок навигационного алгоритма в параметре alg_state_status – fails Параметры алгоритма Навигации – пороги срабатывания ошибок навигации по положению, скорости и ориентации.  Проведена ревизия остального текста.	18-19, 33
34	06.10.2022	2.08	Добавлен алгоритм ориентации (раздел 7.10.3).	37-40
35	10.10.2023	2.09	1 В разделе 7.4 в таблице пакета 0x07 поле «Диапазон измерения магнитометра» изменено: Резерв. У всех ГКВ только один диапазон $\pm 0,8$ мТл, у аппаратной версии ГКВ-10v3 диапазон задаётся из ряда $\pm 0,4, \pm 0,8, \pm 1,2, \pm 1,6$ мТл 2 В разделе 7.4 в таблице «Формат данных» добавлен бит 15: 1 – 1PPS выводится на контакт выхода синхронизации ГКВ-6/7	8, 9, 12 – 16, 39 – 45

			<p>3 В разделе 7.4 таблицы «Дополнительный интерфейс» и «Скорость обмена дополнительного интерфейса» удалены. Данные настройки описаны в разделе 7.13.2</p> <p>4 В разделе 7.4 описание «Пропуск выходных пакетов данных» изменено: Разрежение выходных данных путём пропуска пакетов. Актуально для фильтрованных и навигационных данных. Разреженные данные с датчиков могут дать алиайзинг (появление ложной низкочастотной разностной частоты). 0 – пропуск выключен.</p> <p>5 В разделе 7.4 таблица «Диапазон магнитометра» удалена, диапазон описан в таблице пакета 0x07</p> <p>6 Раздел 7.5 изменён, пакеты ГКВ-1 OEM/1/2/3, ГКВ-5/6/7 и ГКВ-10/11/12 приведены к единообразию</p> <p>7 Раздел 7.7.5 переименован в «Выдача данных навигации», добавлены параметры приёмников</p> <p>8 Добавлены разделы 7.13.2 и 7.13.3</p>	
36	25.04.2024	2.10	<p>1. Добавлена частота выдачи данных 2 кГц для ГКВ-1/2/3</p> <p>2. Добавлены новые типы внешней синхронизации: с внешним измерением по положительному фронту, по отрицательному фронту, включение данных на внешнюю flash-память</p> <p>3. Параметры с индексами 2 – 17 перенесены в приложение В</p> <p>4. Уточнены названия параметров и их описание с индексами 52 – 57. Уточнено описание параметра с индексом 68</p> <p>5. Уточнены описания параметров с индексами 73, 77</p> <p>6. Добавлено описание для параметра yaw_from_mag. Добавлены параметры с индексами 108, 109: baro_alti, tbaro. Уточнено описание параметра time_from_sec. Добавлены примечания 2 и 5 (различие углов alfa/beta и roll/pitch, ссылка на приложение В для кодов АЦП)</p> <p>7. Изменения в пакетах «Коды АЦП» и «Данные с датчиков», «Данные навигации». Добавлены пакеты «Полученные данные от</p>	9, 12, 14 – 17, 20 – 29, 33 – 37, 39, 42 – 44, 48, 50 -51, 58

			<p>ГНСС» и «Полученные расширенные данные от ГНСС»</p> <p>8. В слово-состояние для приёмников в примечания добавлены типы пакетов, которые приёмники должны выдавать для корректной работы ГКВ</p> <p>9. В раздел 7.8.2 добавлено примечание</p> <p>10. Алгоритм ориентации фильтр Калмана (7.10.1) сгруппирован с алгоритмом ориентации AHRS. Обновлено параметры алгоритма ориентации</p> <p>11. Расширены параметры алгоритма навигации с индексами 42 – 57. Исправлены описания параметров с индексами 10, 26 – 28. Исправлено описание параметра <code>eskf_settings-&gt;rtk</code></p> <p>12. Добавлен раздел 7.13 «Коррекция по внешним измерениям»</p> <p>13. В разделе 7.15.2 исправлены протоколы приёма и передачи данных для настройки интерфейсов</p> <p>14. Добавлено приложение В</p> <p>15. Проведена ревизия остального текста</p> <p>16. Добавлен протокол взаимодействия с Газелью Next Electric</p> <p>17. Параметр алгоритма <code>lla_frame</code> убран. Вместо него применяется параметр <code>out_arm_*</code>.</p>	
37	30.09.2024		<p>1. Приведено в соответствие описание параметра WMM в таблице «Значения параметров <code>ahrs_settings</code>, <code>ahrs_corrector</code>»</p> <p>2. Приведено в соответствие описание параметра «Тип временной коррекции» в таблице Параметры (битовое поле)</p> <p>3. Для приёмников ZED-F9P указана фирма производитель – Ublox</p> <p>4. В таблице «<u>Настройка UART интерфейсов</u>» исправлен пункт на 7.15.1</p> <p>5. В таблице со значением статусного слова (<i>Статус (status) данных (битовое поле)</i>) добавлено наименование параметра <code>status</code></p> <p>6. В таблице <code>eskf_settings</code> в параметре <code>sig_profile</code> добавлено значение 5 – ГКВ-1ОЕМ/ГКВ-1/2/3</p>	7, 9, 14-18, 26, 27, 32, 34, 36, 38, 43, 44

			<p>7. В таблице Формат данных (битовое поле) добавлено значение 14 бита: 0 – длина пакета не меняется</p> <p>8. В таблице <code>eskf_settings</code> <b>добавлен/заменен</b> параметр <code>align_wait</code>. Добавлено описание работы</p> <p>9. В таблице «Типы параметров наборного пакета» добавлено Заполнение для параметров</p> <p>10. В таблицу параметров в разделе Коррекция по внешним измерениям добавлены: 7 – Абсолютная высота над эллипсоидом в м (направление вверх)</p> <p>11. Описание параметра <code>ta_threshold</code> приведено в соответствие</p> <p>12. В таблице «Значения параметров <code>ahrs_settings</code>» для параметра <code>sig_profile</code> добавлены значения: 0 – ГКВ-5/10, 1 – ГКВ-5/10 в высокодинамичном режиме, 3 – ИНС-100, 4 – МГ-1, 5 – ГКВ-1, 6 – ГКВ-1+ (ГКВ-1 SCHA63T)</p> <p>13. Изменены значения параметра <code>eskf_corrector2</code>: NXX – <code>gnss_yaw_cor</code>, NX – <code>mag_yaw_cor</code>, N – <code>gnss_heading_yaw_cor</code>. <code>gnss_yaw_cor</code> – Коррекция курса (<code>yaw</code>) по путевому углу от ГНСС-мастер приёмника, <code>gnss_heading_yaw_cor</code> – Коррекция курса (<code>yaw</code>) от ГНСС приёмника по двум антеннам. <b>Важно: курс ГКВ и курс двухантенного приемника должны совпадать (см. параметр <code>gnss_rot_yaw</code>)</b></p> <p>14. В типе коррекции 3 изменены условия выставки</p> <p>15. Проведена ревизия текста</p>	
38	30.01.2026		<p>1. В параметры наборного пакета добавлены новые типы датчиков – ГКВ-4 и ГКВ-0</p> <p>2. В параметры наборного пакета добавлены новые параметры: <b>111 – <code>eskf_nis</code>, 118 – <code>eskf_extra</code></b></p> <p>3. Добавлены наборы данных ГКВ-4 и ГКВ-0</p> <p>4. В слово состояния (<code>gnss_state_status</code>) добавлен статус спуффинга</p> <p>5. Добавлен параметр <code>eskf_state</code></p> <p>6. Добавлены значения <b><code>sig_profile</code></b></p> <p>7. Параметр <code>gnss_yaw_cor</code> поменял местами с <code>gnss_heading_yaw_cor</code> и переименован в <code>relpos_yaw_cor</code>. <b>Смысл данного</b></p>	16, 20, 24, 25, 26, 28, 37, 40-44, 48, 49, 53, 55-57, 59, 60, 66, 67, 69, 70

			<p><b>параметра – коррекция курса от ГНСС приёмника по двум антеннам</b></p> <p>8. Параметр <code>mag_yaw_cor</code> переименован в <code>mag_eskf_cor</code>. Значения, которые принимает параметр изменены со следующих</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – отключено;</li> <li>1 – установка начального курса, далее не используется;</li> <li>2 – постоянная коррекция.</li> </ul> <p>На следующие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – используется предварительная калибровка по записи вращений</li> <li>1 – автоматическая калибровка магнитометра во время работы алгоритма</li> <li>2 – перезапуск автоматической калибровки</li> </ul> <p>9. Параметр <code>gnss_heading_yaw_cor</code> поменян местами с <code>gnss_yaw_cor</code>. <b>Смысл данного параметра – коррекция курса по путевому углу от ГНСС мастер приёмника</b></p> <p>10. Добавлены параметры <code>baro_eskf</code>, <code>car_eskf</code>, <code>wind_eskf</code>. Значение параметров следующее:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Коррекция по баро-высоте</li> <li>0 – отключено</li> <li>1 – есть постоянная коррекция</li> <li>По умолчанию 0</li> </ul> <p><code>car_eskf</code> – отдельный фильтр, который при наличии ГНСС считает плечи, доворот и коэффициент скорости. Эти параметры обновляются в ОЗУ (можно получить через запрос параметров алгоритма. Все параметры с индексом <code>car_*</code>)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0 – отключено</li> <li>1 – есть работа фильтра</li> <li>По умолчанию 0</li> </ul> <p>Коррекция по датчику воздушной скорости</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – включить;</li> <li>2 – сброс и начать вычислять заново</li> </ul> <p>11. В пакете 0x44 в переменной (данные измерений) добавлены значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8 – резерв</li> <li>9 – Координаты в формате LLA [широта, долгота, высота], матрица ковариации</li> </ul>	
--	--	--	--	--

		<p>[var_lat_lat, var_lat_lon, var_lat_alt, var_lon_lon, var_lon_alt, var_alt_alt]</p> <p>10 – Скорость датчика воздушного потока, м/с; Оценка точности скорости датчика воздушного потока, м/с</p> <p>11 – Относительная высота над поверхностью, м; Оценка точности высоты, м</p> <p>12. В пакете 0x42 в настройке CAN добавлены протоколы приёма данных:</p> <p>6 – приём данных скорости от Mitsubishi Outlander</p> <p>7 – приём данных скорости по протоколу J1939</p> <p>Добавлены параметры для протокола J1939:</p> <p>7 бит: 1 – выдача данных от CAN по основному порту</p> <p>Примечание: нужно отключать, когда включают на выдачу протокол типа NMEA</p> <p>6-2 бит: Резерв</p> <p>1 бит: 1 – принимать PGN_VEH_POS</p> <p>0 бит: 1 – использовать PGN_HRW, а не PGN_CCVS1</p> <p>13. Для настройки UART добавлены протоколы:</p> <p>6 – NMEA FROM ALG</p> <p>23 – Unicorecomm</p> <p>Добавлены параметры протоколов приёмников</p> <p>Добавлены параметры для протокола NMEA FROM_ALG:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Бит</th> <th>Назначение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0..2</td> <td>Предделитель</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>PARAM_NMEA_GGA</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PARAM_NMEA_RMC</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>PARAM_NMEA_HDT</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>PARAM_NMEA_VTG</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>PARAM_NMEA_ZDA</td> </tr> </tbody> </table> <p>14. Добавлен пакет 0x46.</p> <p>15. Исправлены ошибки.</p>	Бит	Назначение	0..2	Предделитель	3	PARAM_NMEA_GGA	4	PARAM_NMEA_RMC	5	PARAM_NMEA_HDT	6	PARAM_NMEA_VTG	7	PARAM_NMEA_ZDA	
Бит	Назначение																
0..2	Предделитель																
3	PARAM_NMEA_GGA																
4	PARAM_NMEA_RMC																
5	PARAM_NMEA_HDT																
6	PARAM_NMEA_VTG																
7	PARAM_NMEA_ZDA																

*Лист регистрации изменений*

<i>Изм.</i>	<i>Номера листов (страниц)</i>				<i>Всего листов (страниц) в докум.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Входящий № сопроводительного докум. и дата</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>
	<i>измененных</i>	<i>замененных</i>	<i>новых</i>	<i>аннулированных</i>					
<i>1</i>		<i>Все</i>			<i>37</i>	<i>ЛМАП.7-2019</i>			<i>10.07.2019</i>
<i>2</i>		<i>Все</i>			<i>46</i>	<i>ЛМАП.4-2020</i>			<i>10.06.2020</i>
<i>3</i>		<i>Все</i>			<i>42</i>	<i>ЛМАП.2-2021</i>			<i>03.02.2021</i>
<i>4</i>		<i>Все</i>			<i>43</i>	<i>ЛМАП.5-2021</i>			<i>18.08.2021</i>
<i>5</i>		<i>Все</i>			<i>47</i>	<i>ЛМАП.1-2022</i>			<i>10.01.2022</i>
<i>6</i>		<i>Все</i>			<i>47</i>	<i>ЛМАП.6-2022</i>			<i>27.07.2022</i>
<i>7</i>		<i>Все</i>			<i>51</i>	<i>ЛМАП.17-2022</i>			<i>24.11.2022</i>
<i>8</i>		<i>Все</i>			<i>65</i>	<i>ЛМАП.3-2024</i>			<i>11.06.2024</i>
<i>9</i>		<i>Все</i>			<i>68</i>	<i>ЛМАП.5-2024</i>			<i>28.09.2024</i>
<i>10</i>		<i>Все</i>			<i>78</i>	<i>ЛМАП.1-2026</i>			<i>05.02.2026</i>