Утвержден
ЛМАП.402131.009-ЛУ

МОДУЛИ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ

ГКВ-10, ГКВ-11, ГКВ-12

Руководство по эксплуатации

ЛМАП.402131.009РЭ

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. № подл.	Инв. № дубл.	Подп и дата
25-00156		25-00100		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1 Описание и работа 4
1.1 Назначение изделия 4
1.2 Технические характеристики 4
1.3 Состав изделия 13
1.4 Устройство и работа 14
1.5 Назначение выводов 19
1.6 Маркировка и пломбирование 22
1.7 Упаковка 23
2 Использование по назначению 24
2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы 24
2.2 Подготовка изделия к использованию 24
2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия 24
2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия 24
2.2.3 Проверка готовности изделия к использованию 25
2.2.4 Указание об ориентировании изделия 26
2.2.5 Указание об установке ГКВ 26
2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ГКВ с другими изделиями 26
2.2.7 Протокол информационного взаимодействия 27
2.2.8 Перечень возможных неисправностей изделия в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении 27
3 Хранение 32
4 Транспортирование 33
Приложение А Внешний вид ГКВ 34
Приложение Б Габаритные, установочные и присоединительные размеры 37
Приложение В Обозначение контактов 40
Приложение Г Схема подключения 43

Перв. примен. ЛМАП.402131.018

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. № 25-00100

Подп. и дата

Инв. № подл. 25-00156

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Захаров		
Пров.		Каменский		
Н.отд				
Н.контр.		Соломкина		
Утв.				

ЛМАП.402131.009РЭ

Модули инерциальные ГКВ-10, ГКВ-11, ГКВ-12

Руководство по эксплуатации

Лит.	Лист	Листов
0	2	48

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими характеристиками и условиями эксплуатации инерциальных модулей ГКВ-10, ГКВ-11, ГКВ-12 (далее – изделие или ГКВ), а также их настройки, транспортирования и хранения.

В состав ГКВ входят триада датчиков угловой скорости, триада акселерометров, трехосевой магнитометр и вычислитель. В состав ГКВ-11 и ГКВ-12 дополнительно входят встроенные ГНСС-приемники.

Модули предназначены для измерения и выдачи угловых скоростей, ускорений, углов наклона (крена и тангажа), а также обеспечения работы алгоритмов вычисления ориентации и навигации с коррекцией от ГНСС-приемника (ГКВ-11 и ГКВ-12).

ГКВ может использоваться в составе мобильных систем движения, стабилизации, навигации, ориентации и иных систем, для которых необходимо вычислять характеристики движения, навигацию и ориентацию.

К работе с ГКВ допускаются лица, ознакомленные с РЭ, прошедшие инструктаж по технике безопасности в соответствии с установленным в эксплуатирущей организации порядком, и имеющие группу электробезопасности не ниже II.

Данное РЭ распространяется на следующие исполнения ГКВ:

ГКВ-N-GAPRIA,

где N – тип устройства;

G – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности;

A – диапазон измерения ускорения.

P – напряжение питания;

R – ГНСС-приемник;

I – интерфейс;

A – алгоритм.

Примечание – более подробная информация по исполнениям ГКВ указана в таблице 2 в п. 1.3 Состав изделия.

При несоблюдении условий и требований, указанных в РЭ, ГКВ может выйти из строя.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение изделия

ГКВ – инерциальный модуль, который предназначен для измерения угловой скорости, ускорения и параметров магнитного поля по трем осям.

Диапазон рабочих температур

Для ГКВ-10 – от минус 50 до плюс 85 °С;

Для ГКВ-11/12 – от минус 40 до плюс 85 °С

Масса не более 180 г.

Габаритные размеры, не более 73,5×50,5×34,5 мм.

1.2 Технические характеристики

Информационный обмен производится по одному из следующих интерфейсов: четырехпроводному RS-485 и двухпроводному RS-485. Значения по умолчанию: скорость обмена 921600 бит/с, частота выдачи данных 1 кГц, алгоритм «данные с датчиков».

Скорость обмена, алгоритмы выдачи, частота выдачи, а также параметры могут быть определены потребителем согласно протоколу информационного взаимодействия ЛМАП.402131.009Д1.

RS-485 может быть настроен на прием дополнительных данных (от ГНСС приемника, внешнего магнитометра, одометра и пр.).

Технические характеристики изделия представлены в таблице 1.

Таблица 1 а – Метрологические характеристики канала угловой скорости

Наименование характеристики	Значение		
	ГКВ-N-1APRIA	ГКВ-N-2APRIA	ГКВ-N-3APRIA*
Диапазон измерения угловой скорости, °/с	±900	±2700	±900
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угловой скорости, °/с - при измерении угловой скорости в диапазоне ±180 °/с включ. - сразу после включения - после предварительного прогрева ($T_{прогр.}$ =15 минут) - при измерении угловой скорости в диапазоне св. ±180 °/с	 ± 0,25 ± 0,15 ± 2	 ± 0,3 ± 0,2 ± 4	 ± 0,35 ± 0,25 ± 2
Номинальное значение коэффициента преобразования	1		
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, не более, %	0,1	0,14	0,1
Смещение нуля выходного сигнала в диапазоне рабочих температур, не более, °/с	± 0,1		± 0,2
Нелинейность выходного сигнала, не более, %	0,1	0,2	0,1
Частотный диапазон измерения угловой скорости по уровню минус 3дБ, Гц	от 0 до 160		
Спектральная плотность шума, не более, °/с/√Гц	0,009	0,04	0,012

Примечание:
N – номер серии изделия, ГКВ-10, ГКВ-11 или ГКВ-12,
A – диапазон измерения ускорения.
P – напряжение питания;
R – ГНСС-приемник;
I – интерфейс;
A – алгоритм,
*Исполнение ГКВ-N-3APRIA отличается от ГКВ-N-1APRIA параметрами канала угловой скорости и отсутствием магнитометра.

Таблица 1 б – Метрологические характеристики канала ускорения

Наименование характеристики	Значение				
	ГКВ-N-G4PRIA	ГКВ-N-G5PRIA	ГКВ-N-G1PRIA	ГКВ-N-G2PRIA	ГКВ-N-G3PRIA
Диапазон измерения ускорения, $м/с^2$	±9,8 (±1g)	±24,5 (±2,5g)	±98 (±10g)	±294 (±30g)	±981 (±100g)

Продолжение таблицы 1 б

Наименование характеристики	Значение				
	ГКВ-N-G4PRIA	ГКВ-N-G5PRIA	ГКВ-N-G1PRIA	ГКВ-N-G2PRIA	ГКВ-N-G3PRIA
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ускорения, м/с^2 - в диапазоне ±9,8 м/с^2; - в полном диапазоне измерений.	±9,8·10^{-3} ±9,8·10^{-3}	±14,7·10^{-3} ±22·10^{-3}	± 19,6·10^{-3} ± 0,5	± 58,8·10^{-3} ± 2	± 0,147 ± 8,5
Номинальное значение коэффициента преобразования	1				
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, не более, %	0,05	0,1	0,45	0,65	0,8
Смещение нуля выходного сигнала, не более, м/с^2	±2,45·10^{-3}	±9,81·10^{-3}	±9,81·10^{-3}	±19,6·10^{-3}	±49·10^{-3}
Нелинейность выходного сигнала, не более, %	0,05	0,2	1	2	2
Частотный диапазон измерения ускорения по уровню минус 3дБ, Гц	от 0 до 250				
Спектральная плотность шума, не более, м/с^2/√Гц	0,5·10^{-3}	1,5·10^{-3}	1,5·10^{-3}	3,5·10^{-3}	12·10^{-3}
Примечание: N – номер серии изделия, ГКВ-10, ГКВ-11 или ГКВ-12, G – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности; P – напряжение питания; R – ГНСС-приемник; I – интерфейс; A – алгоритм					

Таблица 1 в – Общие технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Количество измерительных осей, шт.	3
Неортогональность осей, не более, мрад	1

Продолжение таблицы 1 в

Наименование характеристики	Значение
Нестабильность нуля в покое (в течение 1 часа), не более, °/ч ГКВ-N-1APRIA ГКВ-N-2APRIA ГКВ-N-3APRIA	 6 12 8
Нестабильность нуля в покое (в течение 1 часа), не более, мм/с^2 ГКВ-N-G4PRIA ГКВ-N-G5PRIA ГКВ-N-G1PRIA ГКВ-N-G2PRIA ГКВ-N-G3PRIA	 0,1 0,2 0,3 0,9 3
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц), °/с ГКВ-N-1APRIA ГКВ-N-2APRIA ГКВ-N-3APRIA	 0,065 0,18 0,09
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц), м/с^2 ГКВ-N-G4PRIA ГКВ-N-G5PRIA ГКВ-N-G1PRIA ГКВ-N-G2PRIA ГКВ-N-G3PRIA	 0,02 0,059 0,059 0,127 0,49
Случайное угловое блуждание (по вариации Аллана при 25 °С), °/√ч ГКВ-N-1APRIA ГКВ-N-2APRIA ГКВ-N-3APRIA	 0,1 0,3 0,15
Случайное блуждание скорости (по вариации Аллана при 25 °С), м/с/√ч ГКВ-N-G4PRIA ГКВ-N-G5PRIA ГКВ-N-G1PRIA ГКВ-N-G2PRIA ГКВ-N-G3PRIA	 0,03 0,055 0,055 0,13 0,4
Напряжение питания, в зависимости от исполнения, В	Таблица 1 г
Потребляемая мощность, в зависимости от исполнения, Вт	Таблица 1 г
Время включения, не более, с	1
Скорость обмена по RS-485, не более, мбит/с	3

Продолжение таблицы 1 в

Наименование характеристики	Значение
Масса, в зависимости от исполнения, не более, кг	Таблица 1
Габаритные размеры, не более, мм	73×50,5×34,5
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %, не более - атмосферное давление, кПа	 от минус 50 (ГКВ-10)/ от минус 40 (ГКВ-11/12) до +85 98 от 60 до 113
Средний срок службы*, лет	12,5
Средняя наработка на отказ при НКУ*, ч	50 000
Примечание: *Только для ГКВ-10	

Таблица 1 г –Характеристики напряжения питания и потребления

Условное обозначение	Напряжения питания, В	Номинальная потребляемая мощность, Вт	Максимальная* потребляемая мощность, Вт
ГКВ-10-GA10IA	от 9 до 36	2,5	3,75
ГКВ-11-GA11IA		3	4,5
ГКВ-11-GA12IA		3,5	5,25
ГКВ-11-GA13IA		3	4,5
ГКВ-12-GA13IA		3,5	5,25
ГКВ-10-GA20IA	от 5 до 18	3,5	5,25
ГКВ-11-GA21IA			
ГКВ-11-GA22IA			
ГКВ-11-GA23IA			
ГКВ-12-GA23IA			
Примечание: N – номер серии изделия, ГКВ-10, ГКВ-11 или ГКВ-12, G – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности; A – диапазон измерения ускорения. I – интерфейс; A – алгоритм. * Без учета потребления антенн.			

Таблица 1 д – Характеристики массы

Условное обозначение	Масса, не более, кг
ГКВ-10-GAPRIA	0,150
ГКВ-11-GAPRIA	0,170
ГКВ-12-GAPRIA	0,180

Примечание:
G – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности;
A – диапазон измерения ускорения.
P – напряжение;
R – ГНСС-приемник;
I – интерфейс;
A – алгоритм

Таблица 1 е – Метрологические характеристики канала магнитометра

Наименование характеристики	Значение
Диапазоны измерения магнитного поля (см. примечание 3), мТ (Гаусс)	± 0,4 (4) ± 0,8 (8) ± 1,2 (12) ± 1,6 (16)
Разрядность выходных данных, бит	16
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц), не более, мкТ (мГаусс)	0,45 (4,5)
Нелинейность, не более, %	± 0,12
*В исполнении ГКВ-N-3APRIA магнитометр отсутствует	

Таблица 1 ж – Основные характеристики системы ориентации

Наименование характеристики	Значение
Диапазон по крену, °	±180
Диапазон по тангажу, °	±90
Диапазон по курсу, °	±180
Ошибка тангажа и крена (абсолютная), не более, ° - с коррекцией по акселерометрам[1] - с коррекцией по ГНСС	 0,2 0,1
Ошибка курса с коррекцией по ГНСС[2], не более, °	0,3
Ошибка курса с коррекцией по ГНСС в RTK[2], не более, °	0,2
Ошибка магнитного курса[3], не более, °	1

Примечание:
1) Зависит от динамики движения. Характер движения существенно влияет на вычисление ориентации с коррекцией по акселерометрам.
2) Двухантенное решение ГНСС при расстоянии между антеннами не менее 1 м.
3) При калибровке модуля с ГНСС. Калибровка в движении с полной коррекцией не менее 10 мин.

Таблица 1 и – Основные технические характеристики ГНСС приемника

Наименование характеристики	Значение
ГКВ-11-GAP1IA (Одночастотный приёмник (L1))	
Принимаемые сигналы	ГЛОНАСС GPS/SBAS GALILEO
Количество каналов приема, шт	32
Время получения первого достоверного навигационного решения, с	«холодный» старт – 30 «теплый» старт – 30 «горячий» старт – 3
Точность навигационного решения (CEP) при уровне сигнала 165 дБ	
- горизонтальные координаты, м	2,5
- высота, м	3
- горизонтальная скорость, м/с	0,05
Частота выдачи навигационного решения, Гц	от 1 до 10
Ограничения - максимальная скорость, не более, м/с - максимальное ускорение, не более, м/с^2(g) - максимальная высота над уровнем моря, не более, м	 500 50(5) 18000
ГКВ-11-GAP2IA (Одночастотный приёмник тип 2 (L1))	
Принимаемые сигналы	ГЛОНАСС GPS
Количество каналов приема, шт.	24
Время получения первого достоверного навигационного решения, с	«горячий» старт – 2 (максимум 5) «холодный» старт – 35 (максимум 50)
Пределы допускаемой инструментальной погрешности (при доверительном интервале 0,99) навигационных определений при полете до высоты 3000 км, с ускорением до 98 м/с^2 (10 g), при скорости движения от 0 до 12000 м/с и геометрическом факторе изменения точности GDOP не более 2	
- координаты, м	± 30
- горизонтальная скорость, м/с	± 0,06
Частота выдачи навигационного решения, Гц	от 1 до 20
Ограничения - максимальная скорость, м/с - максимальное ускорение, м/с^2(g) - максимальная высота над уровнем моря, км	 12000 98 (10) 7000
ГКВ-11-GAP3IA/ГКВ-12-GAP3IA (Двухчастотный приёмник (L1/2))	
Принимаемые сигналы	ГЛОНАСС GPS GALILEO BeiDou
Погрешность определения горизонтального положения (CEP) с вероятностью 50%	
Стандартная, м	1,5
RTK (с поправкой от базовой станции), м	0,01+1 ppm
Погрешность определения высоты (CEP) с вероятностью 50%	
Стандартная, м	1,5
RTK (с поправкой от базовой станции), м	0,01+1 ppm

Продолжение таблицы 1 и

Наименование характеристики	Значение
Погрешность вычисления горизонтальной скорости, м/с	0,05
Ограничения - максимальная скорость, не более, м/с - максимальное ускорение, не более, м/с^2 (g) - максимальная высота над уровнем моря, не более, м	 500 39,2 (4) 50000
Частота выдачи навигационного решения, Гц	от 1 до 20
Частота GPS, МГц - L1C/A - L2C	 1575,42 1227,6
Частота ГЛОНАСС, МГц - L1OF - L2OF	 1602+k*562,5*10^{-3} 1246+k*437,5*10^{-3}
Частота GALILEO, МГц E1-B/C E5b	 1575,42 1207,14
Частота BeiDou, МГц B1| B2|	 1561,098 1207,14
Примечание – k = -7, …, 5, 6	

Примечания:

1. Диапазон измерения угловой скорости зависит от исполнения (см. таблицу 1 а).

2. Диапазон измерения линейного ускорения зависит от исполнения (см. таблицу 1 б).

3. Диапазон измерения магнитного поля задается пользователем (см. таблицу 1 д).

По внешним воздействующим факторам:

– ГКВ прочный к воздействию случайной широкополосной вибрации с параметрами согласно таблице. Продолжительность воздействия по каждой оси – 1 час.

Таблица 1 к – Параметры широкополосной вибрации

Оси	Диапазон частот, Гц	Среднеквадратическое значение суммарного ускорения, м/с^2 (g)
X, Y, Z	10-100	13 (1,3)
	20-2000	130 (13)

– ГКВ-10 стойкий к воздействию механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением 5000 м/с^2 (500 g) и длительностью действия ударного ускорения от 0,5 – 2 мс;

– ГКВ-10 стойкий к воздействию механического удара многократного действия с пиковым ударным ускорением 1500 м/с^2 (150 g) и длительностью ударного ускорения от 1 до 5 мс;

– ГКВ-11/12 стойкий к воздействию механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением 1000 м/с^2 (100 g) и длительностью действия ударного ускорения от 0,5 – 2 мс;

– ГКВ-11/12 стойкий к воздействию механического удара многократного действия с пиковым ударным ускорением 500 м/с^2 (50 g) и длительностью ударного ускорения от 1 до 5 мс;

– ГКВ стойкий к линейному ускорению до 100 g в 3-х взаимно перпендикулярных направлениях;

– ГКВ стойкий к воздействию повышенной температуры окружающей среды плюс 85 °С;

– ГКВ стойкий к воздействию пониженной температуры окружающей среды минус 50 (ГКВ-10) и минус 40 °С (ГКВ-11/12);

– ГКВ прочный к изменению температуры окружающей среды от минус 40 до плюс 85 °С.

1.3 Состав изделия

Комплект поставки:

1) Модуль инерциальный ГКВ-10/ГКВ-11/ГКВ-12;

2) Упаковка;

3) Этикетка/Паспорт (по согласованию);

4) Розетка СНЦ127-19/12РП128-1-В НКЦС.434410.511ТУ (АШДК.434410.082ТУ) (или аналогичные СНЦ127-19/12РП126-1-В, ОНЦ БМ-1-19/12-Р12-1-В, ОНЦ БМ-2-19/12-Р12-1-В для вилки СНЦ127-19/12ВП227-1-В, или розетка ВС1219РК-1, BLC для вилки ВС1219ВЈС10, BLC);

5) Флеш-накопитель[1] со всей необходимой для эксплуатации информацией.

Примечание:

1) Флеш-накопитель поставляется в количестве 1 шт. на партию поставки.

2) По запросу для ГКВ-11 и ГКВ-12 возможно доукомплектование партии ГНСС-антеннами. За подробностями обращаться в отдел продаж (vp@mp-lab.ru или по телефону).

ГКВ поставляется в исполнениях согласно таблице 2. Диапазоны измерений угловой скорости и линейного ускорения, диапазоны входного напряжения и ГНСС-приемники могут подбираться индивидуально по запросу заказчика.

Таблица 2 – Исполнения ГКВ

ГКВ	-	N			-	G			A					P		R				I		A
Характеристики ГКВ		Наличие ГНСС-приёмника				Диапазон измерения угловой скорости по осям X, Y, Z, °/с			Диапазон измерения линейного ускорения по осям X, Y, Z, g					Напря-жение питания, В		ГНСС-приёмник				Интерфейс		Алгоритм
		Нет приёмника	Одноантенный	Двухантенный		±900		±2700	±10	±30	±100	±1	±2,5	9–36	5–18	Нет приемника	Одночастотный (L1)	Одночастотный тип 2 (L1)[2]	Двухчастотный (L1/2)	RS-422	UART	INS (Полная навигация)
Значения		**10**				**1**	**3[1]**	**2**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**0**	**-**	**-**	**-**	**1**	**2**	**3**
			11			**1**	**3[1]**	**2**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**-**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
				12		**1**	**3[1]**	**2**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**-**	**-**	**-**	**3**	**1**	**2**	**3**

Примечание:

1. Исполнение ГКВ-N-3APRIA отличается от ГКВ-N-1APRIA параметрами канала угловой скорости (таблица 1 а и 1 в) и отсутствием магнитометра.
2. Одночастотный и одночастотный тип 2 отличаются характеристиками (таблица 1 и).
3. Производитель вправе поставить более функциональную версию ГКВ чем та, что требуется заказчику.

Пример запроса: ГКВ-11-152313 означает следующее:

Встроенный приёмник – одноантенный приёмник;

Диапазон угловой скорости по трем осям – ± 900 °/с;

Диапазон ускорения по трем осям – ± 2,5 g;

Диапазон входного напряжения – 5 – 18 В;

ГНСС-приёмник – Двухчастотный (L1/2);

Интерфейс – RS-422;

Алгоритм – INS (Полная навигация).

1.4 Устройство и работа

ГКВ состоит из триады датчиков угловой скорости, триады акселерометров, трехосного магнитометра и вычислителя. Датчики угловой скорости и акселерометры каждого ГКВ индивидуально калибруются в диапазоне рабочих температур.

1.4.1 Общие сведения о работе изделия

ГКВ предназначен для выдачи данных инерциальных датчиков. Данные от инерциальных датчиков выдаются в калиброванном виде (а также могут передаваться в кодах АЦП, т.е. без калибровки). По умолчанию ГКВ настроен на выдачу калиброванных данных с датчиков (тип пакета 0x0B), если иное не обговорено с заказчиком. Набор выдаваемых данных устанавливается в «Наборном пакете» (тип 0x27).

1.4.2 Алгоритмы работы изделия

Данные с датчиков

Данные с датчиков представляют собой калиброванные данные каналов угловой скорости и линейного ускорения. Сигналы от датчиков угловой скорости и акселерометров оцифровываются 24-х разрядным сигма-дельта АЦП с частой 24000 выборки в секунду, фильтруются с разряжением до частоты 1 кГц и калибруются во

всем диапазоне температур.

Общая модель датчиков описывается формулой 1.1.

$$S = K^{-1} \times (ADC - B0); \tag{1.1}$$

где S – калиброванные данные датчика;

К – матрица поворотов и масштабных коэффициентов;

$$K = \begin{bmatrix} G_{11} & 0 & 0 \\ 0 & G_{22} & 0 \\ 0 & 0 & G_{33} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} \end{bmatrix}, \tag{1.2}$$

где М – матрица поворотов (матрица направляющих косинусов) для приведения к ортонормированному базису;

G – матрица масштабных коэффициентов.

$$M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} \end{bmatrix}; \tag{1.3}$$

$$G = \begin{bmatrix} G_{11} & 0 & 0 \\ 0 & G_{22} & 0 \\ 0 & 0 & G_{33} \end{bmatrix}; \tag{1.4}$$

ADC – «сырые» данные от датчиков в кодах АЦП;

B0 – смещение нуля датчиков в кодах АЦП.

Реальная модель датчика сложнее, зависит от типа датчика и имеет температурную зависимость.

Инклинометр

Данные с инклинометра представляют собой углы отклонения, α и β. Вычисляются по данным линейного ускорения, согласно формулам 1.5.

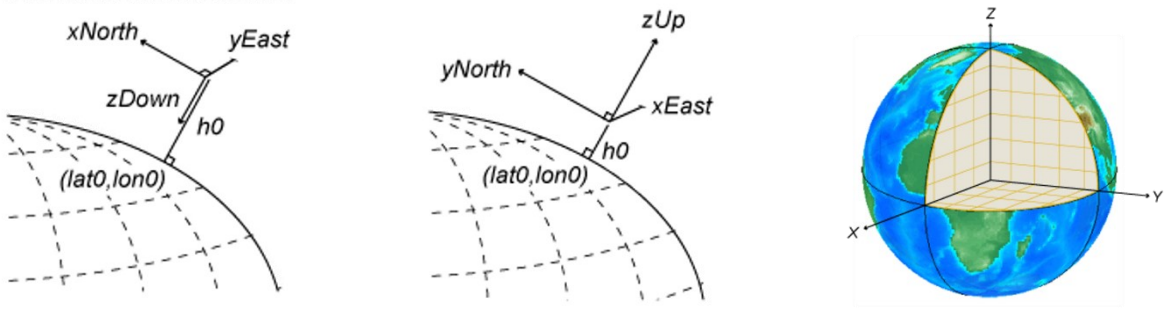
$$\begin{aligned} \alpha &= \arctan\left(\frac{A_X}{\sqrt{A_Y^2 + A_Z^2}}\right) \\ \beta &= \arctan\left(\frac{A_Y}{\sqrt{A_X^2 + A_Z^2}}\right) \end{aligned} \tag{1.5}$$

Ориентация

Алгоритм ориентации выдаёт три угла ориентации (курс, крен, тангаж) или кватернион ориентации [q0 q1 q2 q3], где q0 – скалярная часть, q1, q2, q3 – векторная часть. Углы ориентации и кватернионы выдаются в системе координат NED (Север-Восток-Низ).

Базисы (система координат)

Ортонормированные базисы могут быть взяты пользователем по своему усмотрению в зависимости от решаемой задачи. Как правило навигационные модули вычисляют ориентацию относительно СК, связанных с землей, будем называть их навигационные СК. Наиболее частые СК: NED (Север-Восток-Низ рисунок 1, а), ENU (Восток-Север-Вверх рисунок 1.1, б), ECEF (геоцентрическая СК рисунок 1.1, в).



а) б) в)

а) – NED СК, б) – ENU СК, в) – ECEF СК

Рисунок 1.1 – Системы координат

СК, связанная с осями прибора, называется связанная или локальная СК (еще бывает приборная СК). У нас принято называть связанная СК.

Ориентация – это поворот (или вращение) (рисунок 1.2) связанной СК относительно навигационной СК. Именно такое правило используется в ГКВ.

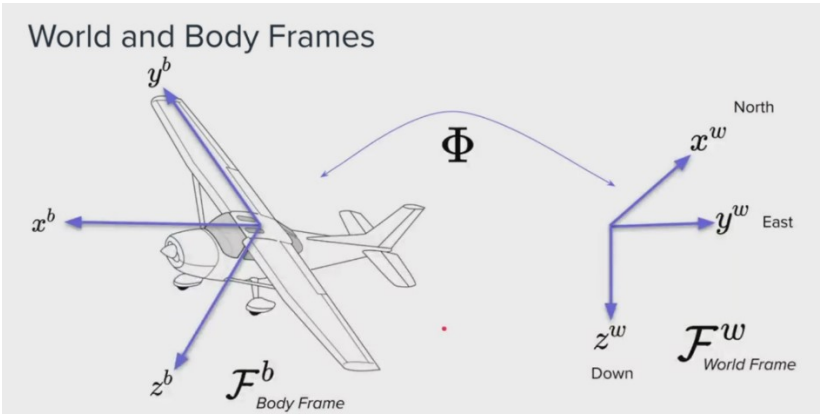


Рисунок 1.2 – Поворот СК

Вращения можно представить (именно визуализировать), как последовательность элементарных поворотов осей вращающейся системы координат (внутреннее или собственное, на анг. Intrinsic), или последовательность элементарных вращений,

которые происходят вокруг осей фиксированной системы координат (внешнее или статическое, на анг. Extrinsic).

При внутреннем вращении каждый элементарный поворот меняет ориентацию базиса относительно прошлого вращения. Первым вращением *Rz* поворачивает базис (x, y, z) вокруг оси Z, при этом ось Z не меняется, следующее вращение вокруг новой оси Y, а далее вокруг новой оси X.

При внешнем вращении каждый элементарный поворот вращает референсную систему. Первое вращение вокруг неподвижной оси Z, второе вокруг оси Y и третье вокруг оси X. Для СК NED положительное вращение вокруг оси Z есть угол курса, положительное вращение вокруг оси Y - угол тангажа, вокруг оси X – угол крена.

Ориентация математически может быть представлена через:

– Матрицу направляющих косинусов DCM;

– Углы Эйлера (ψ, θ, φ);

– Кватернион (q_0, q_1, q_2, q_3).

ГКВ выдает углы Эйлера и кватернион. Рассмотрим подробнее.

Углы Эйлера

Углы Эйлера описывают произвольное вращение абсолютно твердого тела в трехмерном евклидовом пространстве. Состоят из трех компонент (ψ, θ, ϕ), каждый угол – это внутреннее вращение вокруг одной оси.

Существует 12 допустимых последовательностей вращения, которыми можно описать «правильные» углы Эйлера (в которых повторяется ось вращения), и углы Тейта-Брайана (которые имеют 3 различные оси вращения) (таблица 3).

Таблица 3 – Углы Эйлера и Тейт-Брайана

«Правильные» углы Эйлера	Углы Тейт-Брайна
ZXZ	ZYX
XYX	XYZ
YZY	YZX
ZYZ	ZXY
XZX	XZY
YXY	YXZ

Последовательность вращения ZYX называют карданными или навигационными углами. Последовательность углов ψ, θ, ϕ называются курсом (yaw), тангажом (pitch), креном (roll).

Кватернион

Кватернион — это система гиперкомплексных чисел, образующая векторное пространство размерностью четыре над полем вещественных чисел. Кватернион математически можно представить, как вектор (1.20).

$$q = [q_0\ q_1\ q_2 q_3]^T = \begin{bmatrix} q_0 \\ q_{\{1..3\}} \end{bmatrix} \quad (1.6)$$

где q_0 – вещественная часть скаляра, $q_{1..3}$ – вещественные составляющие вектора.

Работа алгоритма

$$pitch = \arctan\left(\frac{A_X}{\sqrt{A_Y^2 + A_Z^2}}\right)$$
$$roll = \arctan2(-A_Y\ , -A_X) \quad (1.7)$$

В начале алгоритм определяет крен и тангаж согласно 1.7 по данным ускорения. Угол курса берётся из параметров (по умолчанию ноль), либо вычисляется из показаний магнитометра. Затем начинает работать фильтр Калмана, где постоянно происходит интегрирование показаний ДУС и корректирование ориентации по показаниям акселерометров и магнитометров, если коррекция по ним включена. Для магнитометров важно их откалибровать перед началом работы. Калибровка описана в разделе 5 RU.ЛМАП.502900-01 34-01РЭ

Для корректировки по акселерометрам есть два параметра: время усреднения deltaAlg (секунды), и СКО корректировки sigmaAlg (радианы).

В динамике акселерометры измеряют кажущееся ускорение a_meas, которое состоит из ускорения свободного падения g и линейного ускорения a_lin (рисунок 1.3). Если требуемые точности задачи не высоки, то можно усреднять a_meas в глобальной системе координат для получения вектора ã, который дальше можно применять для корректировки ориентации. Схожесть вектор ã и g зависит от характера движения и длительности усреднения (deltaAlg). Также на точность полученной ориентацией влияет то, как сильно мы доверяем вектору ã. Для этого используется параметр, задающий СКО ошибки корректировки (sigmaAlg). Примерный диапазон значений параметра sigmaAlg: 0.05 – 1 радиан. Оптимальное значение параметра подбирается эмпирически по проведённым экспериментам.

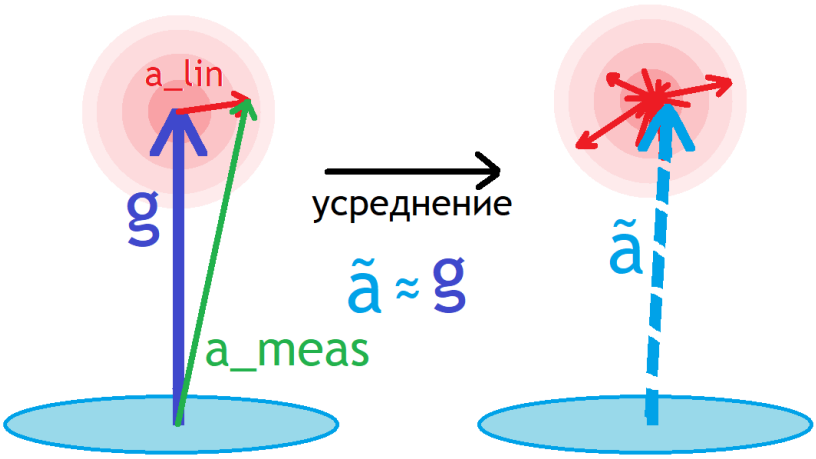


Рисунок 1.3 – Наглядное представление определения вектора ã

После каждых deltaAlg секунд накопления происходит корректировка ориентации по вектору ã с сигмой sigmaAlg.

Примечания

1 Рекомендуется использовать режим "Наборный пакет" для получения необходимых параметров. Настроить ГКВ можно согласно протоколу информационного взаимодействия ЛМАП.402131.009Д1 или использовать для настройки демонстрационное программное обеспечение (ПО), которое работает по этому же протоколу.

2 При выборе наборного пакета, необходимо следить за пропускной способностью выходного канала цифрового интерфейса.

3 ГКВ имеет возможность обновления внутреннего ПО. Обновление происходит через демонстрационное ПО.

1.5 Назначение выводов

В изделиях ГКВ используется вилка СНЦ127-19/12ВП227-1-В НКЦС.434410.511ТУ (АШДК.434410.082ТУ) или ее аналог ВС1219BJC10, BLC. Ответный разъем для вилки СНЦ127-19/12ВП227-1-В – розетка СНЦ127-19/12РП128-1-В (или аналогичные СНЦ127-19/12РП126-1-В, ОНЦ БМ-1-19/12-Р12-1-В, ОНЦ БМ-2-19/12-Р12-1-В), ответный разъем для ВС1219BJC10, BLC – ВС1219РК-1, BLC.

Назначение выводов показано в таблице 5. Нумерация контактов указана в приложении В.

Таблица 5 – Назначение выводов разъема ГКВ

Контакт	Цепь	Назначение
1	RS-485 + (B)	Цепи А и В гальванически развязанного цифрового полудуплексного интерфейса RS-485
4	RS-485 – (A)	
2	RS-485 R×D+ (B)	Вход А и В гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
3	RS-485 R×D– (A)	
5	Общий 2	Общая цепь гальванически развязанного цифрового полудуплексного интерфейса RS-485
6	Общий 1	Общая цепь гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
12	RS-485 T×D+ (B)	Выход А и В гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
7	RS-485 T×D– (A)	
11	Вход синх. сигнала	Гальванически развязанная входная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий 1»
16	Выход синх. сигнала	Гальванически развязанная выходная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий 1»
18	Напряжение питания	Положительный потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
19	Общий питания	Нулевой потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
10	Проверка стыковки 1	Проверка стыковки разъема (контакты 10 и 15 замкнуты внутри ГКВ)
15	Проверка стыковки 2	
Примечание 1) Выводы 8, 9, 13, 14 и 17 не подключены; 2) По запросу возможна поставка изделий с выведенными интерфейсами: - CAN; - UART вместо RS-485.		

Назначение контактов приведено в приложении Д.

1.5.1 Цепи питания ГКВ

Контакты 18 (Напряжение питания) и 19 (Общий питания) гальванически развязанного питания предназначены для подключения внешнего напряжения питания ГКВ от 9 В до 36 В и от 5 В до 18 В, в зависимости от исполнения. Имеется встроенная защита от неверного подключения полярности питания. Имеется встроенная защита от всплесков питания, превышающих максимальное напряжение питания.

1.5.2 Основной цифровой интерфейс

В качестве основного цифрового интерфейса используется четырехпроводный гальванически развязанный асинхронный интерфейс RS-485. По умолчанию ГКВ непрерывно передает вычисленные данные с момента включения с частотой 1 кГц. Канал приема данных (2 и 3 контакты) предназначен для настройки ГКВ.

1.5.3 Сигналы синхронизации

Контакты 11 и 16 предназначены для формирования сигналов синхронизации. Выходной сигнал синхронизации может быть настроен:

- установка лог. «1» (3,3 В) на выходе контакта 16 по внутреннему сигналу оцифровки данных АЦП, установка лог. «0» (0 В) по внутреннему сигналу обработки данных текущим алгоритмом (т.е. кроме времени синхронизации можно вычислить время задержки алгоритма вычисления данных);

- переключение уровня сигнала по внутреннему сигналу оцифровки данных АЦП.

Примечание – Переключения происходят с учетом предделителя синхросигнала (см. протокол информационного взаимодействия тип пакета 0x07).

Вход сигнала синхронизации (11 контакт) доопределен до лог. «1» 3,3 В резистором 10 кОм. Значение входа синхронизации устанавливается в параметре «Статус» бит 0.

Цепи сигналов синхронизации имеют гальваническую развязку с основной частью схемы изделия. Общий контакт цепей сигналов синхронизации – «Общий 1» (контакт 6).

1.5.4 Дополнительный цифровой интерфейс

Дополнительный гальванически развязанный полудуплексный интерфейс RS-485 предназначен для приема данных от внешних источников (ГНСС приемник, магнитометр, одометр и пр.).

Подключение дополнительных внешних приборов и их протоколы взаимодействия согласовываются с производителем.

1.5.5 Проверка присоединения разъема

Для осуществления внешнего контроля сочленения вилки и розетки предусмотрены контакты 10 и 15, закороченные между собой внутри ГКВ.

1.6 Маркировка и пломбирование

Маркировка наносится на корпусе ГКВ в соответствии со сборочным чертежом. Маркировка должна содержать:

– заводской номер;

– обозначение осей чувствительности.

Маркировка может содержать:

– обозначение изделия;

– товарный знак изготовителя.

Размеры маркировочных знаков и их цвет должны обеспечивать возможность чтения маркировки без применения увеличительных приборов.

Кодирование обозначения изделия при маркировке: ГКВ-N-GAPRIA, где

1. ГКВ-N – тип изделия:
   - ГКВ-10;
   - ГКВ-11;
   - ГКВ-12.
2. G – диапазон измерения угловой скорости по осям X, Y, Z, десятичная цифра:
   - 0 – нет ДУС,
   - 1 – диапазон измерения угловой скорости ± 900°/с,
   - 2 – диапазон измерения угловой скорости ± 2700°/с;
3. A – диапазон измерения ускорения по осям X, Y, Z, десятичная цифра:
   - 0 – нет акселерометра,

1 – диапазон измерения ускорений ± 10 g по всем осям,

2 – диапазон измерения ускорений ± 30 g по всем осям,

3 – диапазон измерения ускорений ± 100 g по всем осям,

4 – диапазон измерения ускорений ± 1 g по всем осям,

5 – диапазон измерения ускорений ± 2,5 g по всем осям.

4. P – диапазон напряжения питания, десятичная цифра:

   1 – от 9 до 36 В,

   2 – от 5 до 18 В;

5. R –тип ГНСС-приемника, десятичная цифра:

   0 – нет приемника,

   1 – Одночастотный приёмник (L1)

   2 – Одночастотный приёмник тип 2 (L1)

   3 – Двухчастотный приёмник (L1/2),

6. I – тип выходного интерфейса, десятичная цифра:

   1 – RS-422,

   2 – UART.

7. A – алгоритм:

   3 – INS (Полная навигация).

1.7 Упаковка

Упаковка представляет собой картонную коробку с легкой поролоновой вставкой. Размеры упаковки предусматривают размещение в ней остальных компонентов комплекта поставки (см. состав изделия – 1.3).

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы

2.1.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы указаны в таблице 6. Длительность воздействия предельных режимов не должна превышать 0,1 с в течение 10 мин.

Таблица 6 – Предельные и предельно-допустимые режимы работы

Наименование характеристики	Предельно-допустимые		Предельные	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Напряжение в цепи питания, в зависимости от исполнения, В - исполнение 9 – 36 В - исполнение 5 – 18 В	 9 5	 36 18	 9 5	 40 20
Среднее напряжение на цепях прием данных (RX+ и RX-) по цифровым интерфейсам, В	минус 7	+ 12	минус 9	+ 14
Дифференциальное напряжение (по модулю) между цепями передачи данных (TX+ и TX-), В - нагрузка 100 Ом - нагрузка 54 Ом	 2 1,5	 3,6 3,6	 2 1,5	 3,6 3,6

Примечание – Присутствует защита от подачи напряжения обратной полярности до минус 36 и минус 18, в зависимости от исполнения.

Внимание! Несоблюдение данных условий эксплуатации может привести к выходу изделия из строя.

2.2 Подготовка изделия к использованию

2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия

Специальных мер безопасности при подготовке изделия не предъявляется.

2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия

Перед использованием необходимо выполнить внешний осмотр изделия и его составных частей.

На изделии, его составных частях и разъеме не должно быть механических повреждений, следов коррозии и нарушений целостности пломбирования (при наличии). Допускается наличие небольших царапин и потертостей.

Маркировка изделия и его составных частей должна быть читаема и

соответствовать прилагаемой эксплуатационной и сопроводительной документации.

2.2.3 Проверка готовности изделия к использованию

Проверка осуществляется один раз при первом включении изделия.

1) Выполнить внешний осмотр изделия в соответствии с п. 2.2.2.

2) Подключение ГКВ

2.1) Подключить модуль согласно схеме подключения (Приложение Г).

2.2) Включить источник питания (ИП) на выходное напряжение 9 – 36 В, 5 – 18 В, в зависимости от исполнения, мощность, потребляемая изделием, не должна превышать 3 Вт.

2.3) Для проведения входного контроля модуля рекомендуется запустить на ПК демонстрационное ПО. С его работой можно ознакомиться в руководстве оператора RU.ЛМАП.502900-01 34 01.

Подробное описание входного контроля технических характеристик изделия с использованием оборудования производителя указано в RU.ЛМАП.502900-01 34 01.

3) Убедиться в корректности выдаваемой информации:

- убедиться в установленном алгоритме выдачи данных «данные с датчиков» во вкладке настройки в группе параметры;

- записать значение угловой скорости в покое за интервал не менее 10 с. Для исполнения ГКВ-N-1APRIA среднее значение угловой скорости должно быть не более ± 0,1 °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц должно быть не более 0,06 °/с. Для исполнения ГКВ-N-2APRIA среднее значение угловой скорости – не более ± 0,3 °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц – не более 0,2 °/с. Для исполнения ГКВ-N-3APRIA среднее значение угловой скорости – не более ± 0,2 °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц – не более 0,09 °/с;

- записать значение линейного ускорения в покое, среднее значение длины вектора линейного ускорения за интервал не менее 10 с ($\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$) должно быть в пределах (1±0,01) g.

- температура, выдаваемая модулем, должна быть в диапазоне от минус 2 до плюс 15 °С от температуры окружающей среды;

- магнитометр должен выдавать изменяющиеся во времени сигналы, реагировать на вращения или на металлические предметы;

- подключить ГНСС антенну к разъему ANT (SMA), установить антенну под

открытым небом или в помещении с симулятором ГНСС сигналов (**Внимание! В зоне проверки должны отсутствовать помехи ГНСС**). Спустя 50 с после включения ГКВ записать данные от ГНСС приемника. Координаты, выдаваемые ГКВ должны соответствовать координатам проведения проверки или заданным на симуляторе.

В случае несоответствия выдаваемой информации запустить режим самотестирования и считать показания статуса. Если в параметре «Статус» присутствуют отказы каналов угловой скорости или линейного ускорения, то ГКВ признается не прошедшим проверку, и в этом случае следует обратиться к производителю.

Примечание – следует иметь в виду, что при угловых скоростях, превышающих 1000 °/с (для исполнения ± 900°/с) и 3000 °/с (для исполнения ± 2700 °/с), статусы отказов также могут быть сформированы.

2.2.4 Указание об ориентировании изделия

Ориентация осей ГКВ указана в Приложении А.

Ось X направлена от разъема, ось Z вверх, ось Y образует правую тройку. Положительным вращением считается вращение по часовой стрелке по направлению оси.

2.2.5 Указание об установке ГКВ

2.2.5.1 Допустимая плоскостность установки ГКВ не более 0,03 мм на площадь 0,35 см^2. Шероховатость установочной поверхности не должна быть более √Ra2.5.

2.2.5.2 Заземление изделия ГКВ не требуется.

2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ГКВ с другими изделиями

ГКВ подключается к другим изделиям по 4-х проводному интерфейсу RS-485 согласно схеме электрической подключения (Э5). Рекомендуется устанавливать согласующие резисторы на концах линии передачи данных, особенно критично при высокой скорости – более 115200 бит/с и длине кабеля более 3-х метров. В ГКВ установлен согласующий резистор номиналом 120 Ом по цепи приема данных.

2.2.7 Протокол информационного взаимодействия

Протокол информационного взаимодействия с изделием описан в ЛМАП.402131.009Д1.

2.2.8 Перечень режимов работы изделия

Выдача данных

У ГКВ существует три режима выдачи данных:

- автоматический;
- по запросу;
- по внешнему сигналу запроса.

Автоматическая выдача данных – постоянная выдача данных с частотой, заданной «Предделителем/скоростью выдачи данных» в команде «Настройка изделия» (тип пакета 0x06) согласно протоколу ЛМАП.402131.009Д1.

Выдача данных по запросу

Для получения данных от ГКВ по запросу посылается команда «Запрос данных» (тип пакета 0x17) согласно протоколу ЛМАП.402131.009Д1. Период запроса должен быть меньше периода обновления внутренних измерений (1 мс ± 50 ppm).

Выдача данных по внешнему сигналу запроса

Для получения данных от ГКВ по внешнему сигналу запроса настроить «Предделитель/скорость выдачи данных» – 0 и «Тип входа внешней синхронизации» – по запросу (команда «Настройка изделия» (тип пакета 0x06) согласно протоколу ЛМАП.402131.009Д1). Также данный параметр можно установить с помощью Демо ПО QInertsys.

Подача сигнала запроса осуществляется на 11 контакт (вход синх. сигнала) согласно Приложению В. Амплитуда импульса 3,0 – 3,6 В, длительность лог. «0» и лог. «1» – не менее 10 мкс, период запроса должен быть меньше периода обновления внутренних измерений (1 мс ± 50 ppm). Время выдачи данных с момента запроса не более 1 мс. В ином случае возможны пропуски пакетов (рисунок 2.1).

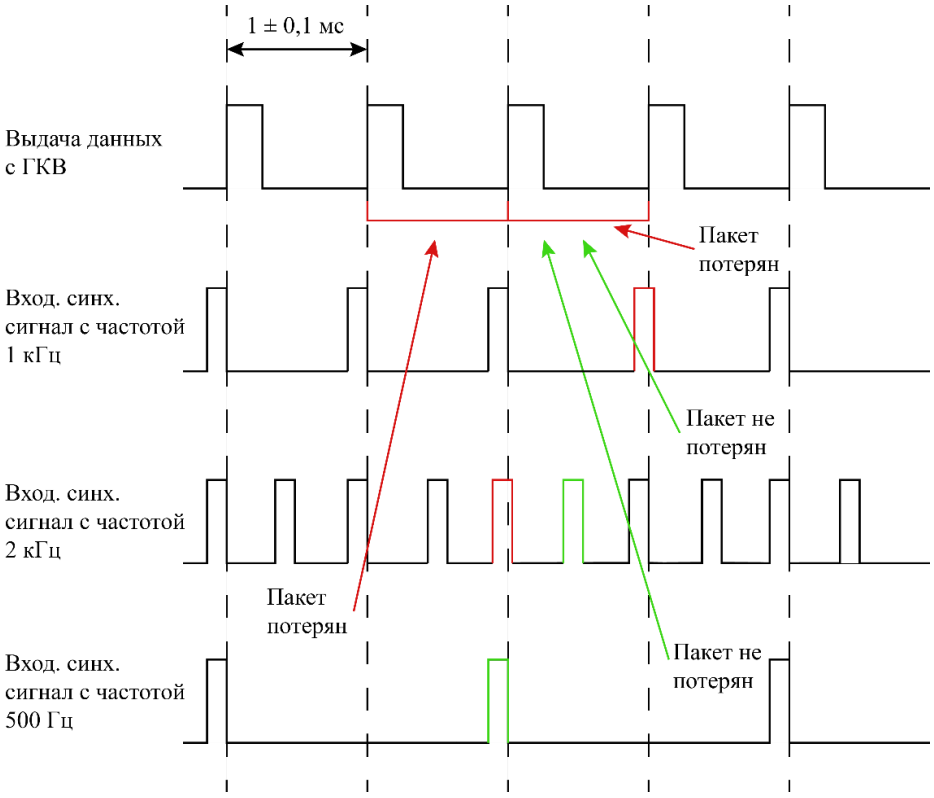
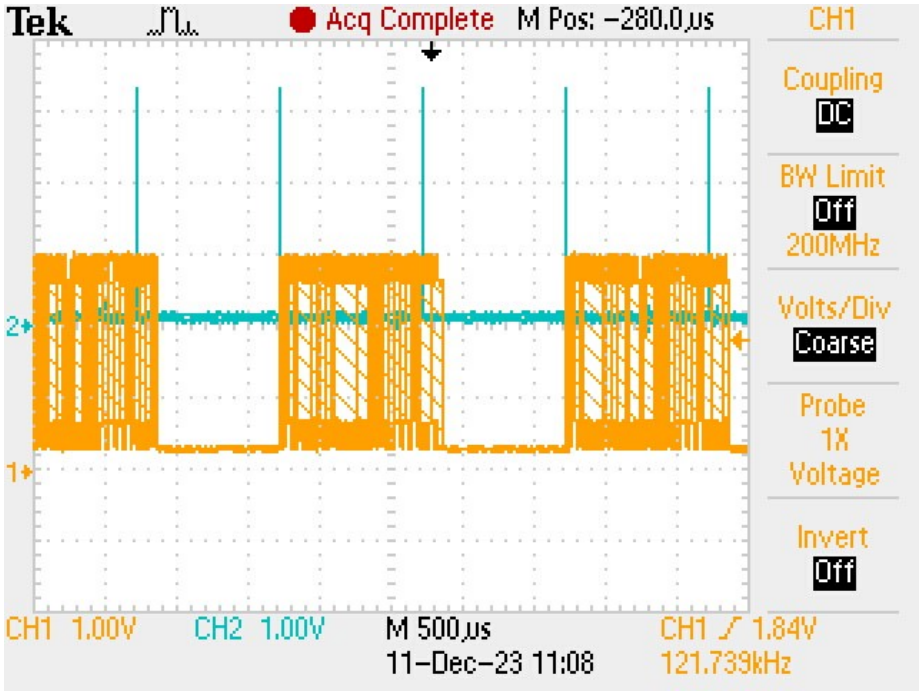
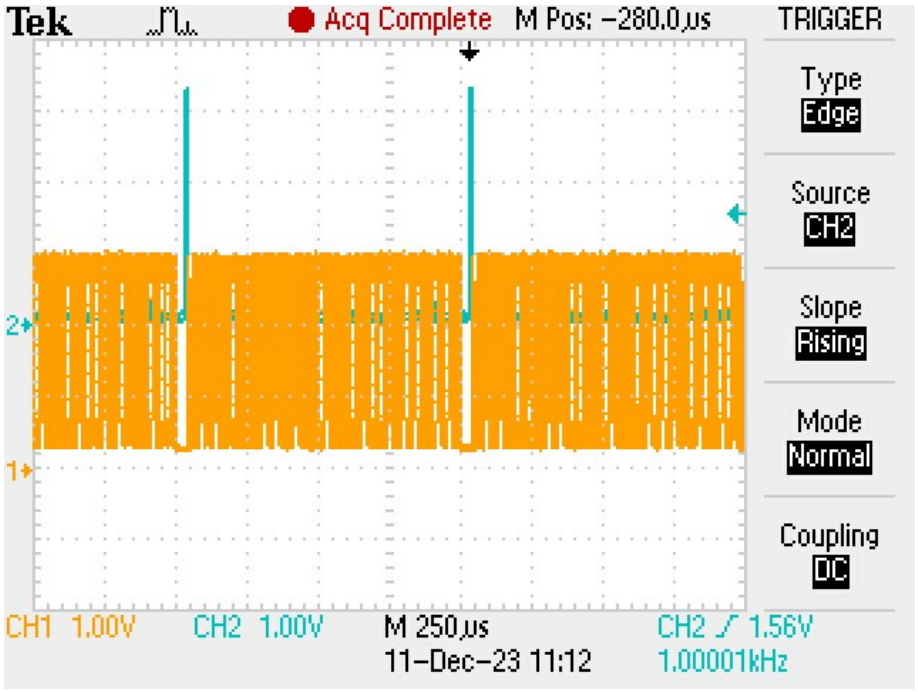


Рисунок 2.1 – Обоснование частоты импульса вход. синх. сигнала

Примеры пакетов с пропусками и без на рисунке 2.2.



а)



б)

а) – пример пакетов с пропусками, б) – пример пакетов без пропусков

Рисунок 2.2 – Примеры пакетов

При необходимости снизить частоту импульсов входного синхросигнала необходимо использовать фильтр плавающего среднего, чтобы исключить эффект алиайзинга. Ширина окна фильтра должна быть минимум в два раза больше периода следования импульсов вход. синх. сигнала (рисунок 2.3).

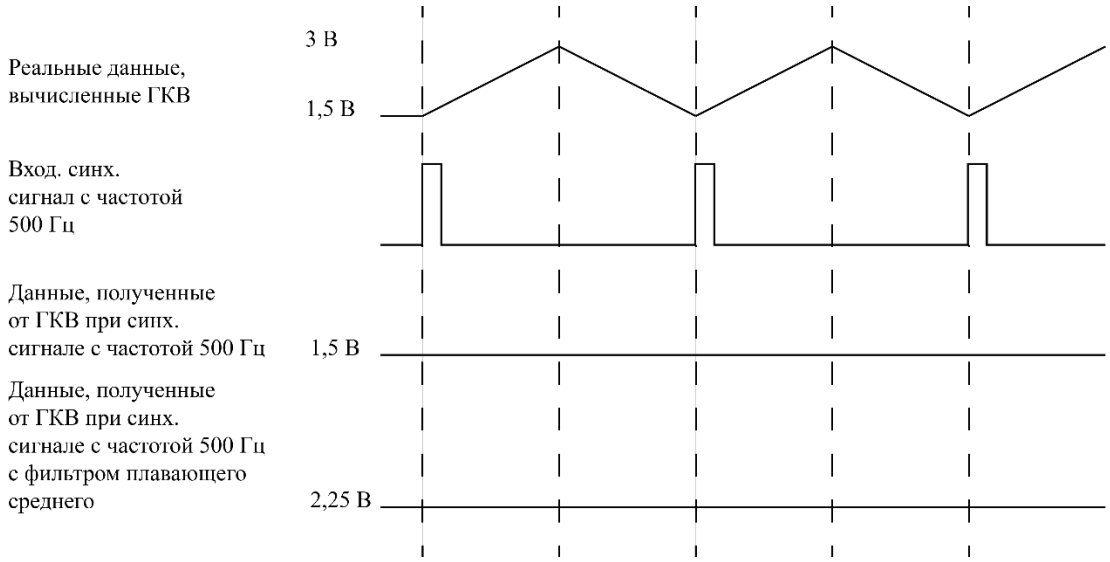


Рисунок 2.3 – Обоснование частоты импульса вход. синх. сигнала и фильтра плавающего среднего

Для повышения надежности при получении данных по запросу, необходимо использовать выход. синх. сигнал в качестве индикатора готовности данных.

Существует два режима выдачи выход. синх. сигнала (рисунок 2.4).

Первый – сигнал переключается по готовности данных. Данный режим можно активировать, выставив «Тип выходного сигнала синхронизации» – 1 (команда «Настройка изделия» по протоколу ЛМАП.402131.009Д1), а также с помощью демо ПО.

Второй – сигнал выдается импульсно после подготовки данных к выдаче («Тип выходного сигнала синхронизации» – 0 (команда «Настройка изделия» по протоколу ЛМАП.402131.009Д1)).

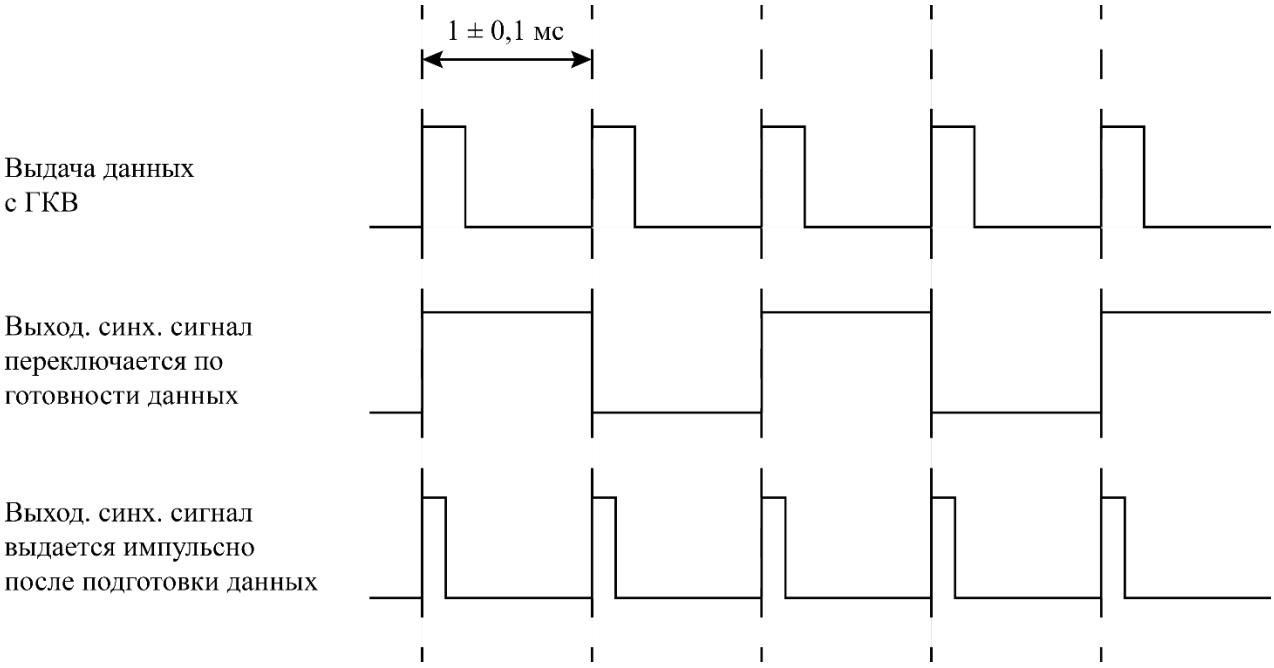


Рисунок 2.4 – Режимы выдачи выход. синх сигнала

2.2.9 Перечень возможных неисправностей изделия в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении

1) Сбилась калибровка сигналов угловой скорости и ускорения или сигналы модуля не соответствуют пункту 2.2.3:

а) калибровка может быть неверной при стирании энергонезависимой памяти внутри модуля, которая может быть вызвана сбросом питания во время записи.

Внимание! Изменение настроек ГКВ приводит к перезаписи флеш-памяти. В момент записи настроек питание ГКВ должно быть стабильно. Если в момент изменения настроек происходит сброс питания, то данные с флеш-памяти могут быть потеряны, в том числе калибровочные коэффициенты. При ошибке во флеш-памяти ГКВ необходимо заново обновить калибровочные коэффициенты через демонстрационное ПО ГКВ (калибровочные коэффициенты лежат на

флеш-накопителе в составе комплекта, а также они сохранены в базе данных производителя).

б) выбран диапазон измерения угловой скорости без калибровки. Для модуля может быть выбран диапазон либо ± 900 °/с, либо ± 2700 °/с в зависимости от исполнения (см. таблицу 1 а).

2) отказ канала угловой скорости, ускорения:

В параметр «Статус» выставлены значения (таблица 7)

Таблица 7 – «Статус» ГКВ

Биты	Обозначение
3	«1» – отказа АЦП. «0» - годность АЦП
4	«1» – отказ оси X канала угловой скорости
5	«1» – отказ оси Y канала угловой скорости
6	«1» – отказ оси Z канала угловой скорости
7	«1» – отказ оси X канала линейного ускорения
8	«1» – отказ оси Y канала линейного ускорения
9	«1» – отказ оси Z канала линейного ускорения

Если сбилась калибровка, можно обновить калибровочные коэффициенты при помощи демо ПО и mat-файла, которые находятся на flash-накопителе согласно руководству оператора RU.ЛМАП.502900-01 34 01 (При возникновении трудностей при настройке, можно обращаться на support@mp-lab.ru или по телефону).

Если выбран диапазон измерения без калибровки, необходима перекалибровка у производителя (для этого необходимо отправить датчик в офис ООО ЛМП).

При возникновении отказа каналов, необходимо вернуть изделие производителю.

3 ХРАНЕНИЕ

3.1 До установки в основное изделие ГКВ допускается хранить в заводской упаковке в течение полугода в отапливаемых складских условиях при НКУ.

3.2 Требования к условиям хранения устанавливаются с учетом ГОСТ 9.014.

4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование ГКВ производят в заводской упаковке или в составе прибора, в котором предусматривается его использование автомобильным, железнодорожным, воздушным или водным транспортом без ограничения скоростей, расстояний, а также высоты полета при условиях, указанных в РЭ.

Приложение А

(справочное)

Внешний вид ГКВ

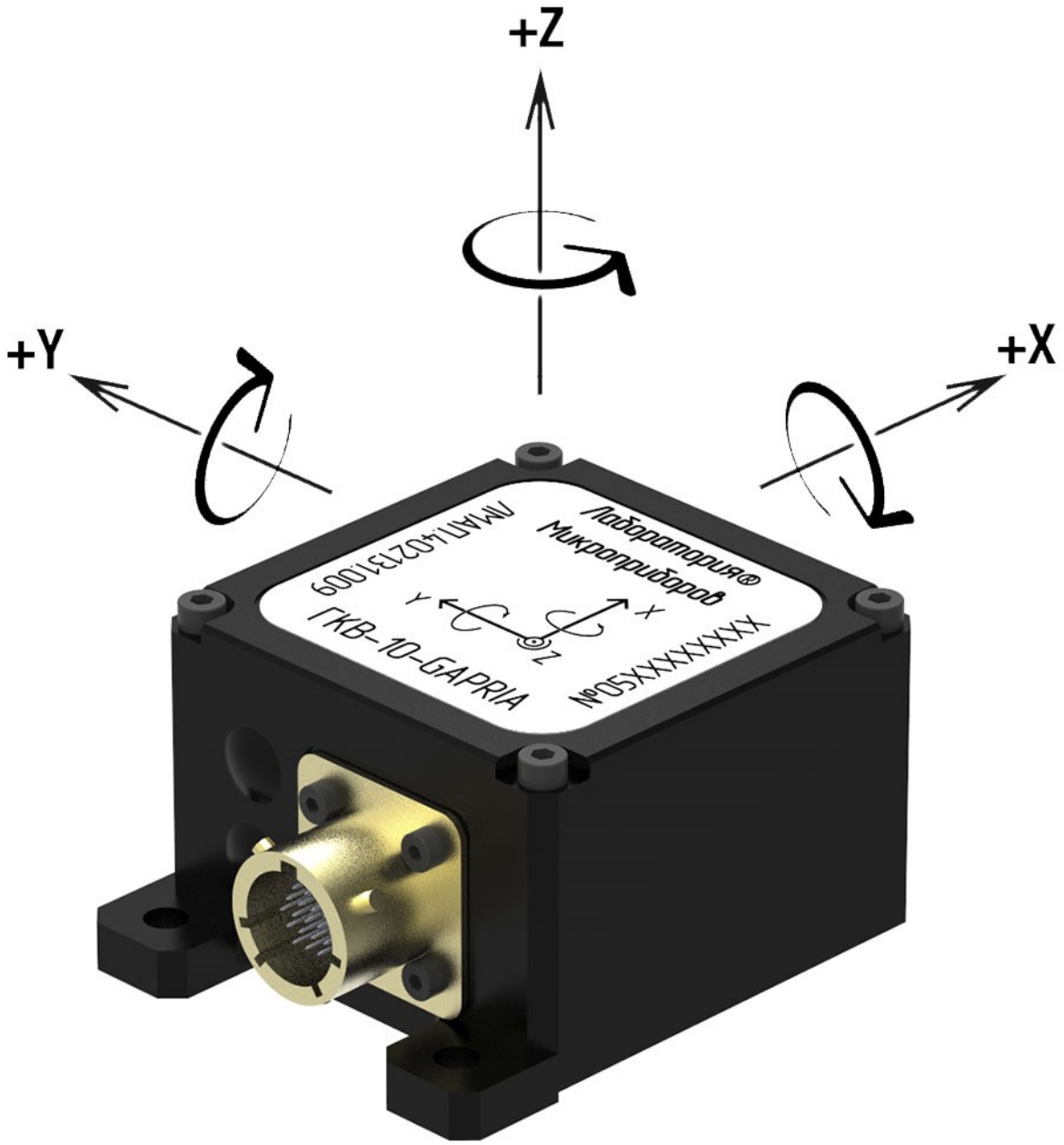


Рисунок А.1 – Общий вид ГКВ-10

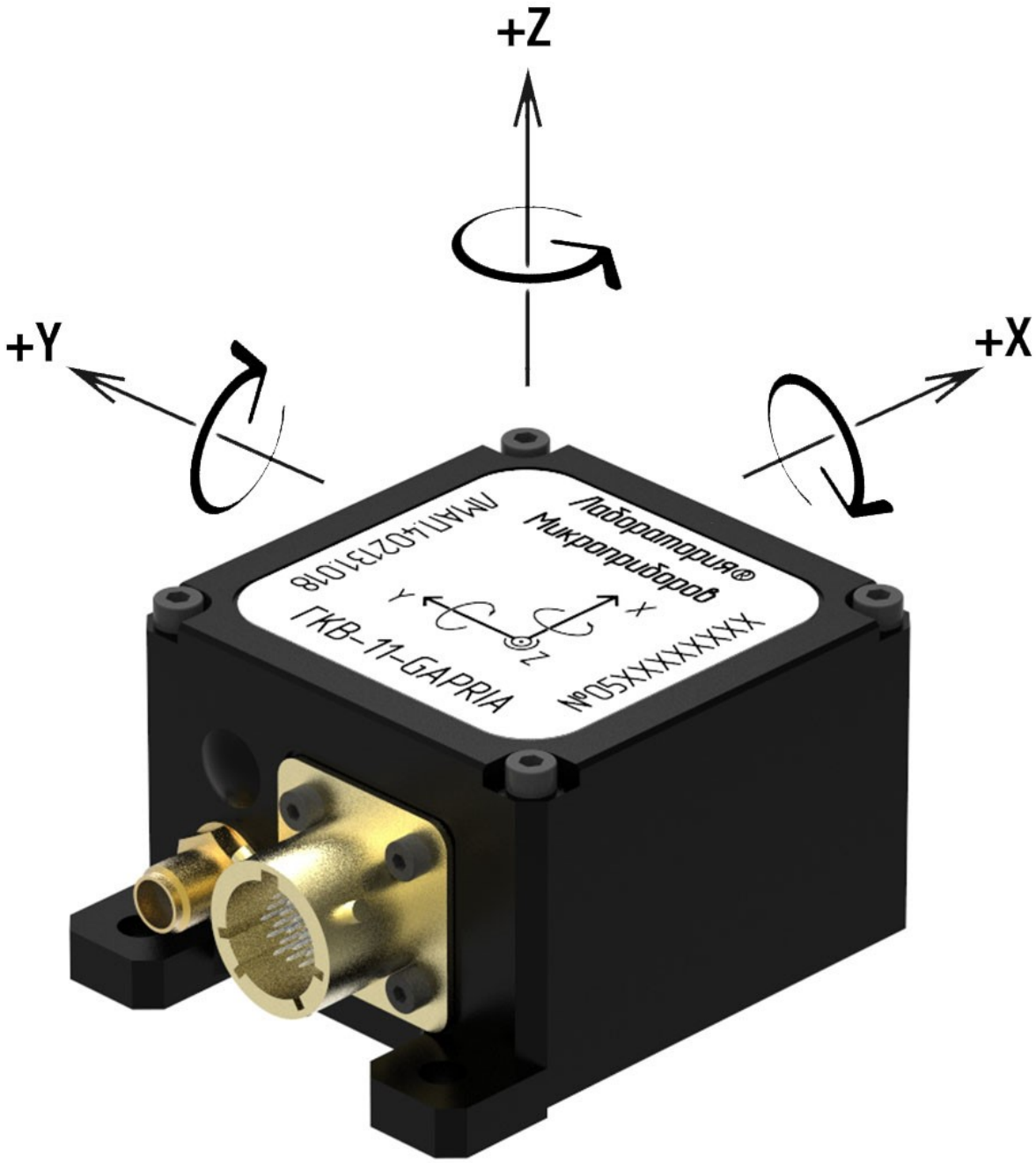


Рисунок А.2 – Общий вид ГКВ-11

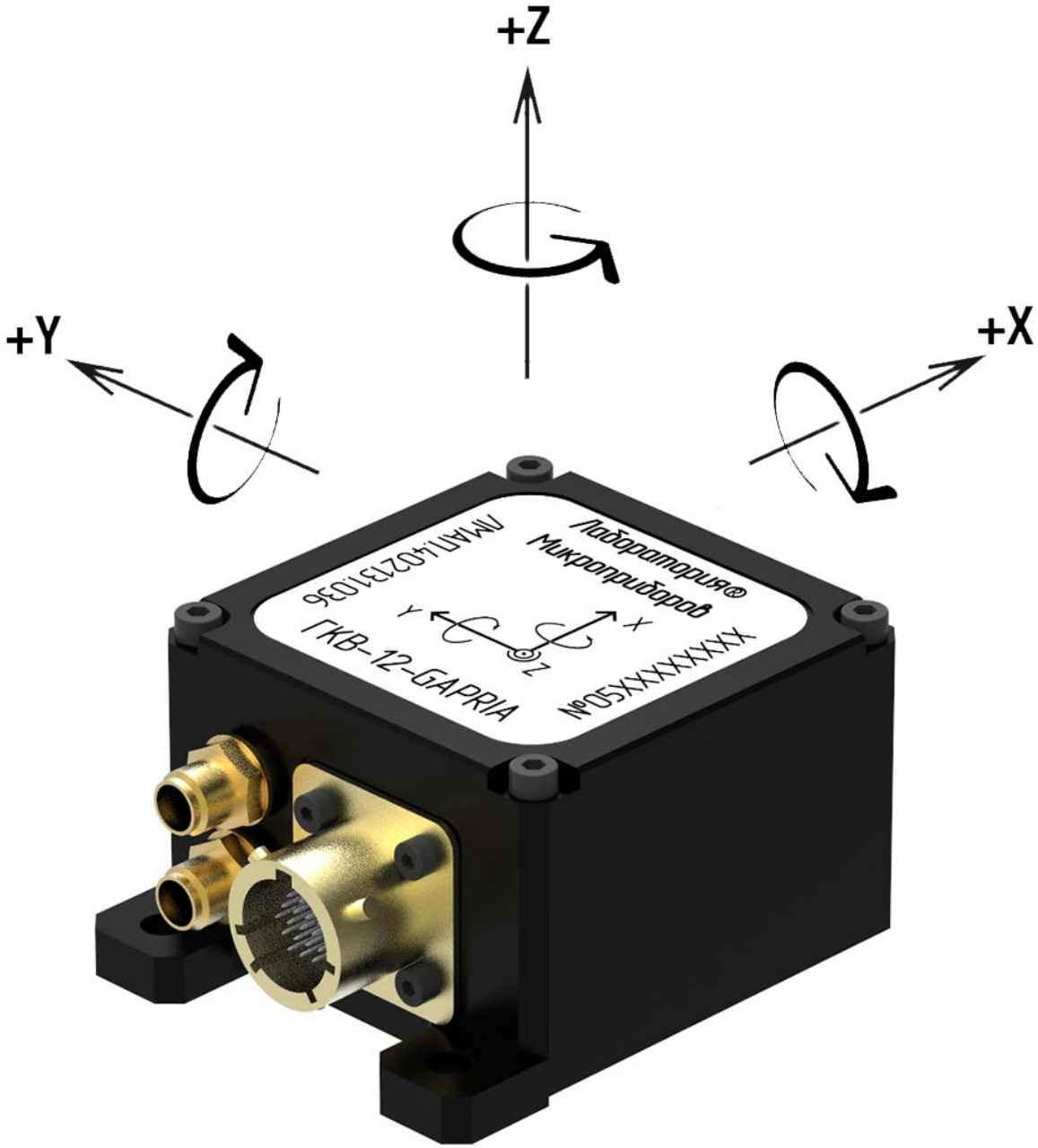
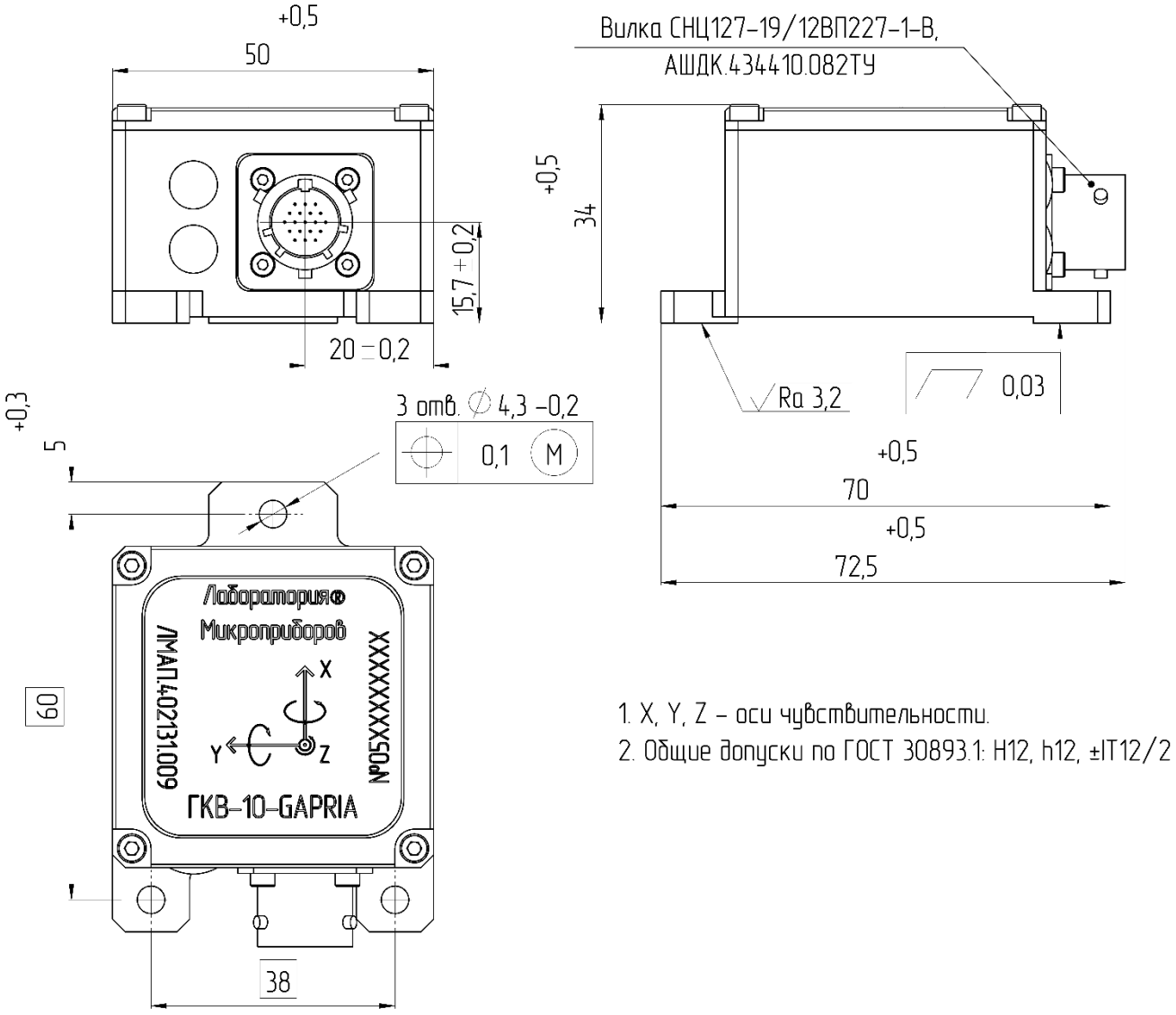


Рисунок А.3 – Общий вид ГКВ-12

Приложение Б

(справочное)

Габаритные, установочные и присоединительные размеры



1. X, Y, Z – оси чувствительности.
2. Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H12, h12, ±IT12/2

Рисунок Б.1 – Габаритный чертеж ГКВ-10

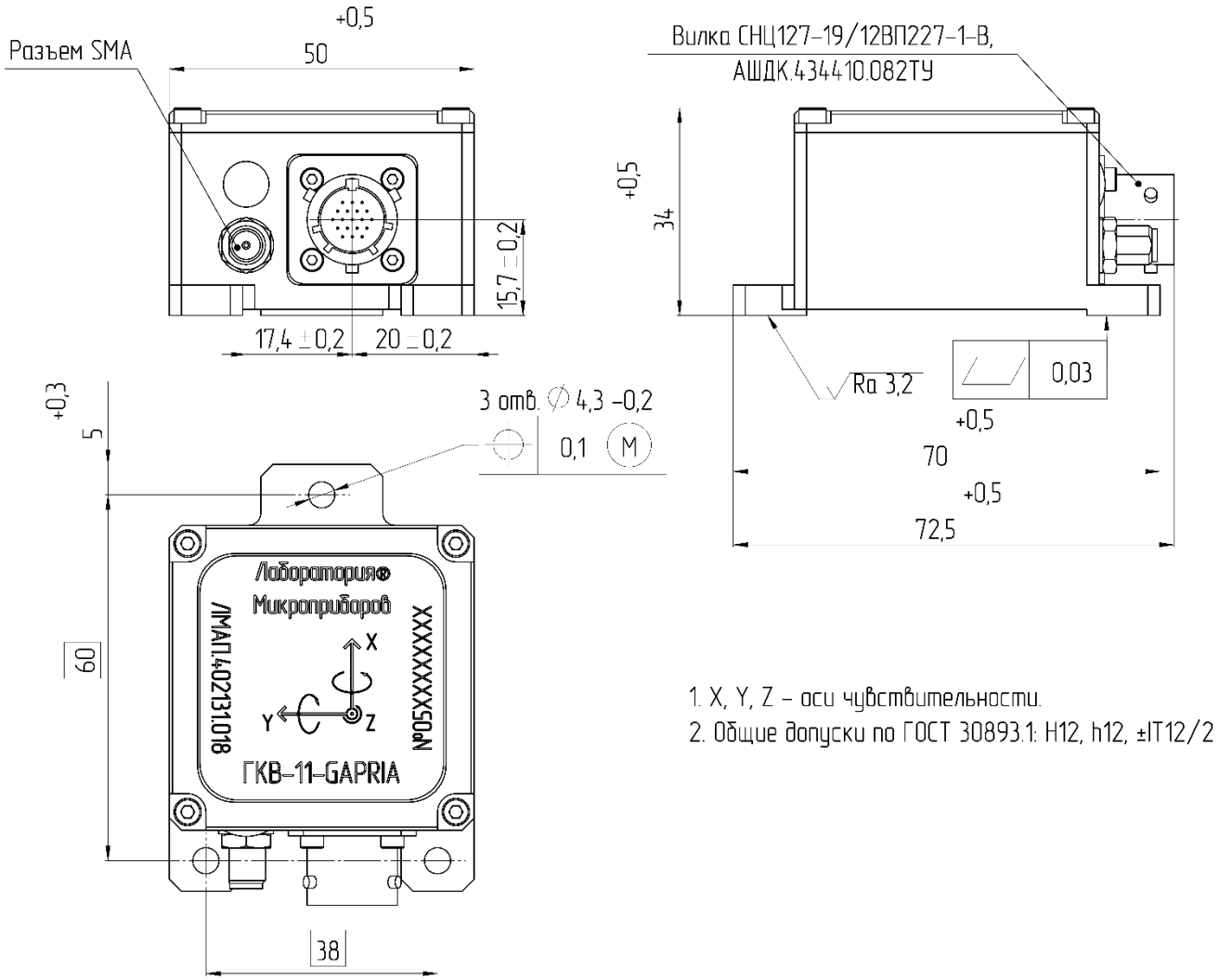


Рисунок Б.2 – Габаритный чертеж ГКВ-11

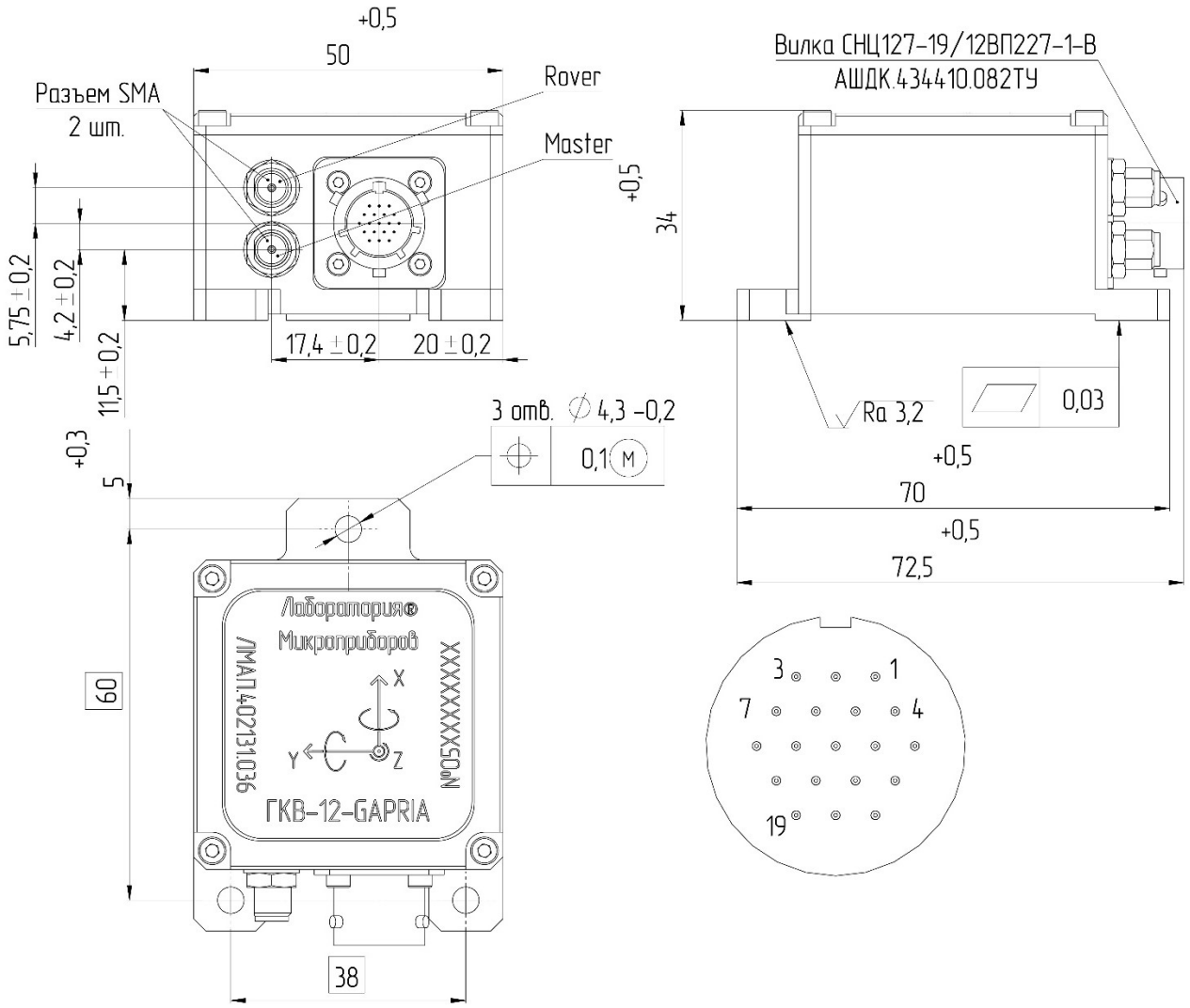
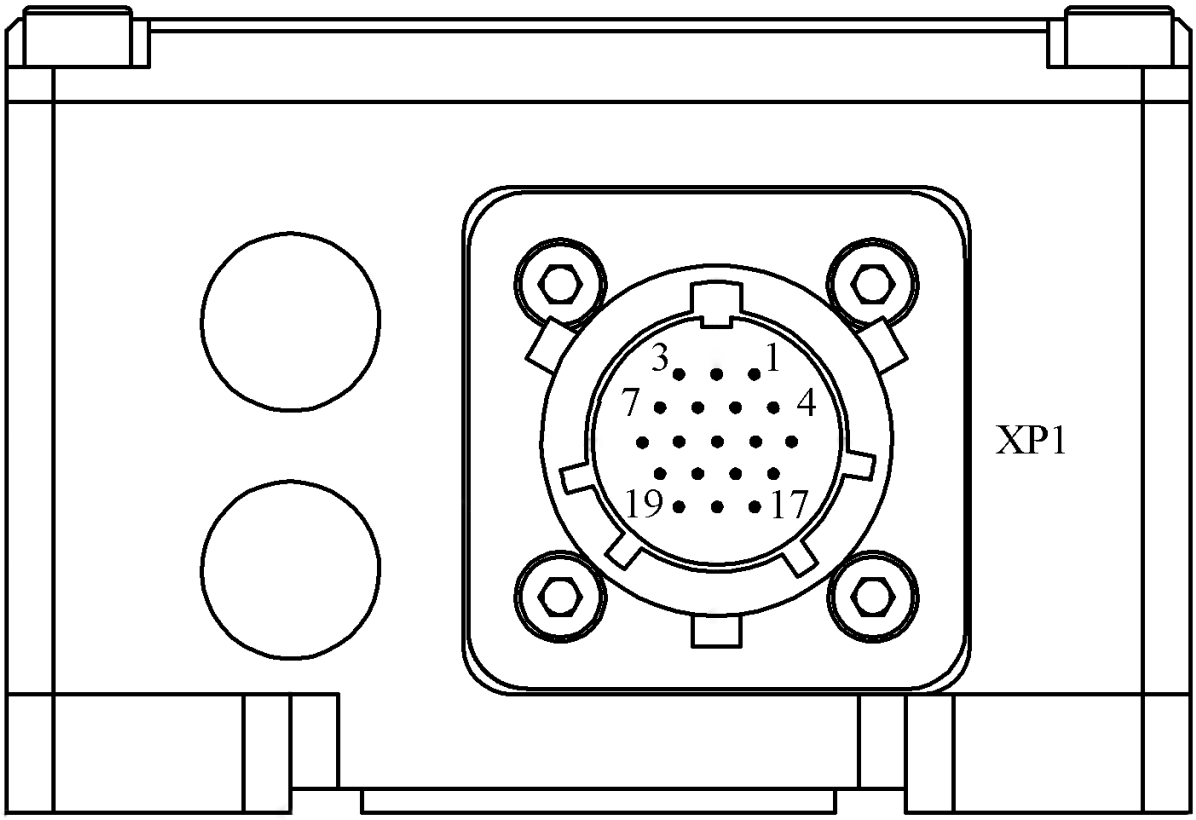


Рисунок Б.3 – Габаритный чертеж ГКВ-12

Приложение В

(справочное)

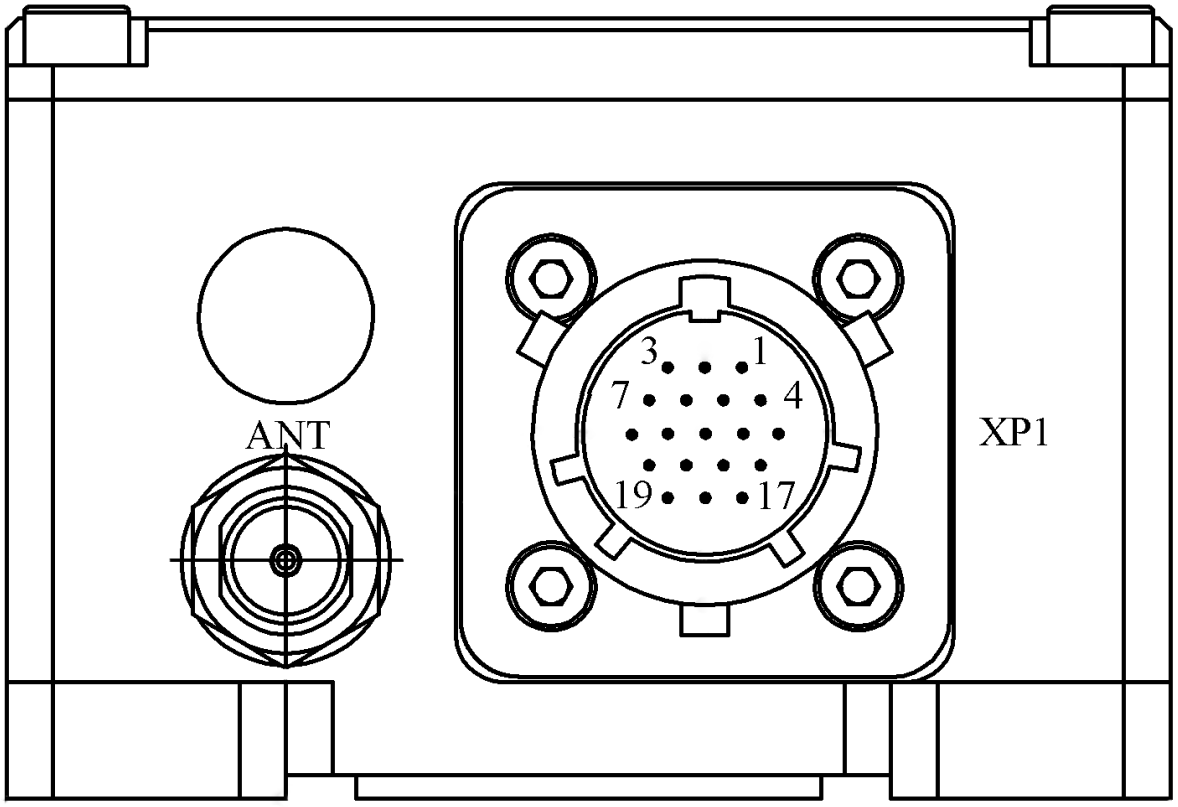
Обозначение контактов



XP1 – Вилка СНЦ127-19/12ВП227-1-В, НКЦС.434410.511ТУ (АШДК.434410.082ТУ)

или ее аналог BC1219BJC10, BLC

Рисунок В.1 – Обозначение контактов вилки ГКВ

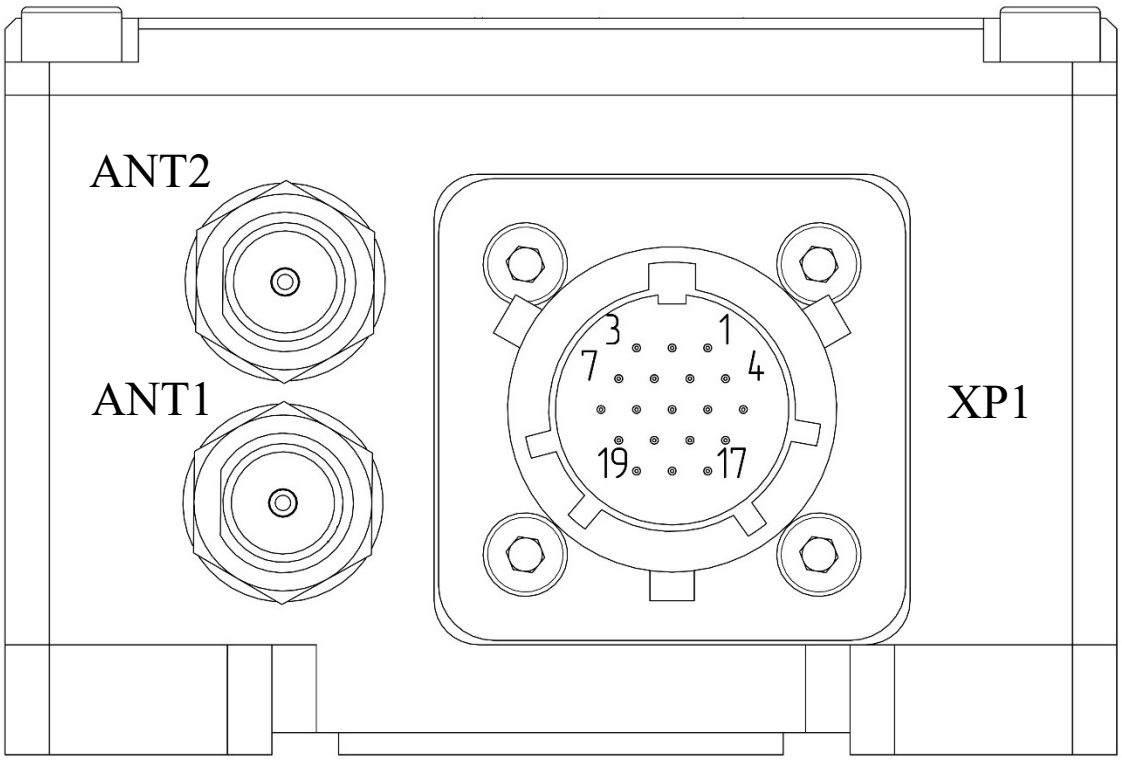


XP1 – Вилка СНЦ127-19/12ВП227-1-В, НКЦС.434410.511ТУ (АШДК.434410.082ТУ)

или ее аналог BC1219BJC10, BLC

ANT – SMA

Рисунок В.2 – Обозначение контактов вилки ГКВ



XP1 – Вилка СНЦ127-19/12ВП227-1-В, НКЦС.434410.511ТУ (АШДК.434410.082ТУ)

или ее аналог BC1219BJC10, BLC

ANT1, ANT2 – SMA

Рисунок В – Обозначение контактов вилки ГКВ

Примечание – ANT1 – Master; ANT2 – Rover.

Приложение Г

(справочное)

Схема подключения

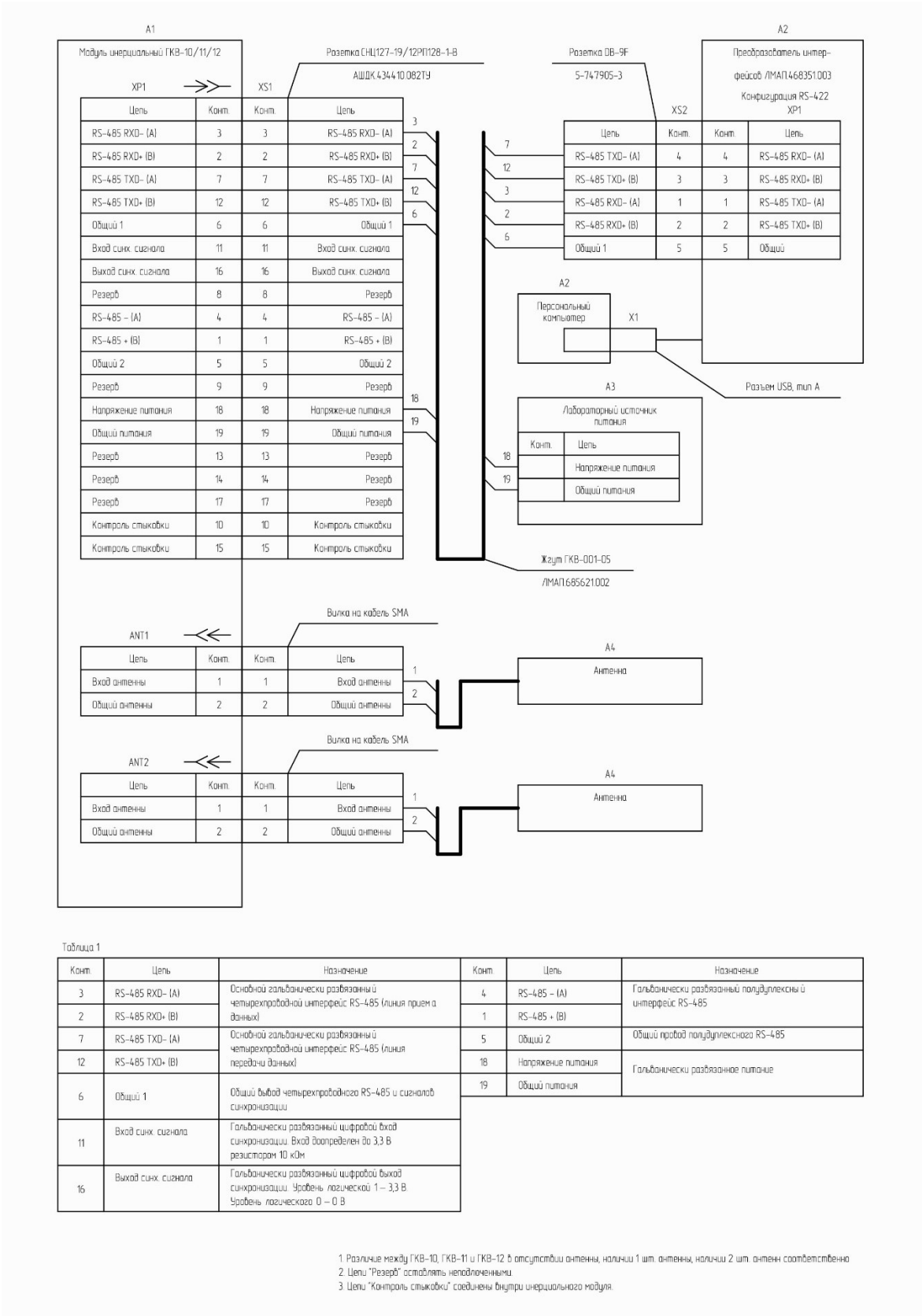


Таблица 1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
3	RS-485 RXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия прием а данных)	4	RS-485 – (A)	Гальванически развязанный полудуплексный интерфейс RS-485
2	RS-485 RXD+ (B)		1	RS-485 + (B)	
7	RS-485 TXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия передачи данных)	5	Общий 2	Общий провод полудуплексного RS-485
12	RS-485 TXD+ (B)		18	Напряжение питания	Гальванически развязанное питание
6	Общий 1	Общий вывод четырехпроводного RS-485 и сигналов синхронизации	19	Общий питания	
11	Вход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой вход синхронизации. Вход доопределен до 3,3 В резистором 10 кОм			
16	Выход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой выход синхронизации. Уровень логической 1 – 3,3 В. Уровень логического 0 – 0 В			

1. Различие между ГКВ-10, ГКВ-11 и ГКВ-12: в отсутствии антенны, наличии 1 шт. антенны, наличии 2 шт. антенн соответственно.
2. Цепи "Резерв" оставлять неподключенными.
3. Цепи "Контроль стыковки" соединены внутри инерциального модуля.

Рисунок Г.1 – Схема подключения модуля ГКВ-10/11/12 для приема/передачи данных по основному порту

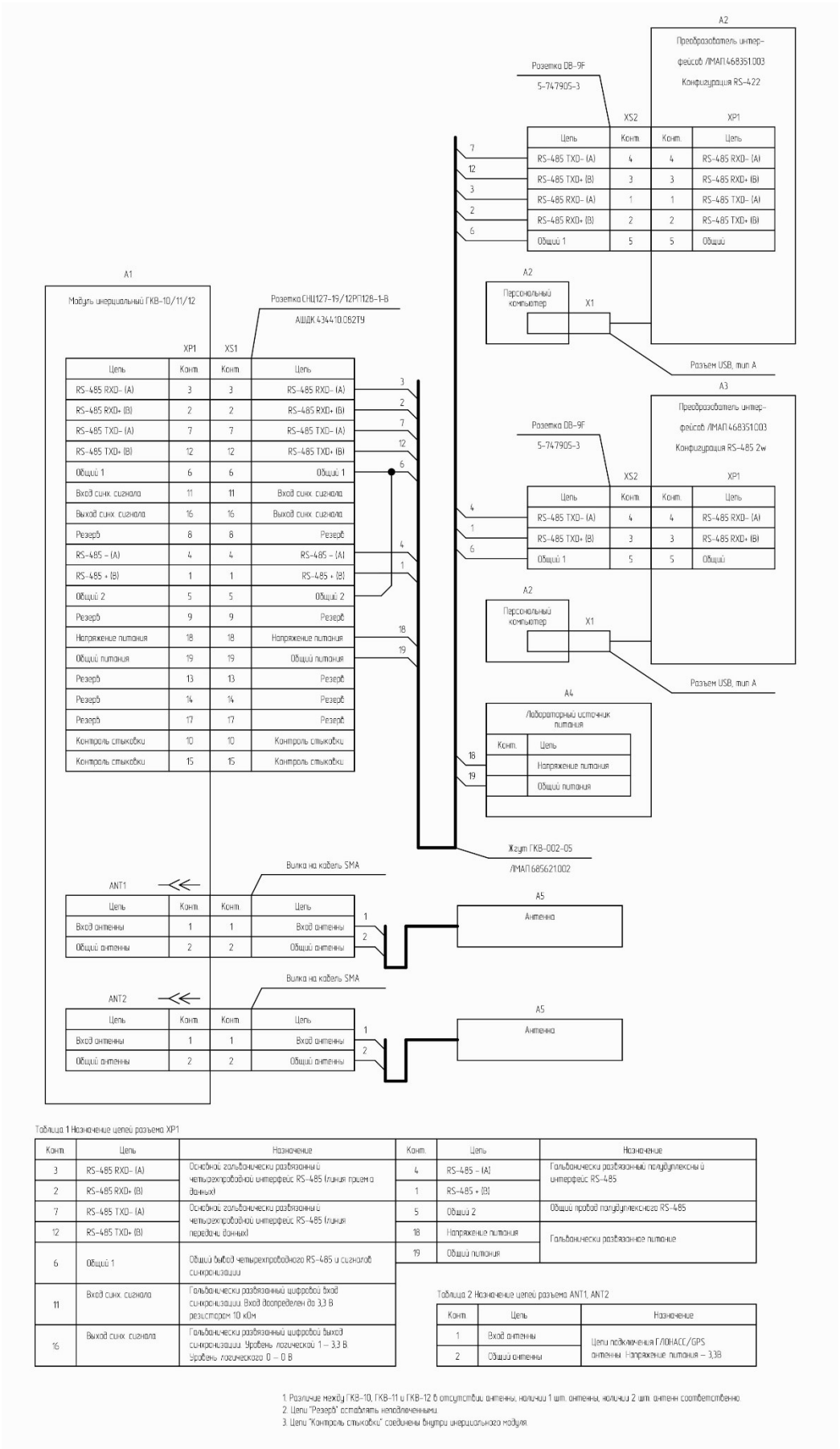


Таблица 1 Назначение цепей разъема XP1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
3	RS-485 RXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия приема данных)	4	RS-485 – (A)	Гальванически развязанный полудуплексный интерфейс RS-485
2	RS-485 RXD+ (B)		1	RS-485 + (B)	
7	RS-485 TXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия передачи данных)	5	Общий 2	Общий провод полудуплексного RS-485
12	RS-485 TXD+ (B)		18	Напряжение питания	Гальванически развязанное питание
6	Общий 1	Общий вывод четырехпроводного RS-485 и сигналов синхронизации	19	Общий питания	
11	Вход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой вход синхронизации. Вход дооопределен до 3,3 В резистором 10 кОм			
16	Выход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой выход синхронизации. Уровень логической 1 – 3,3 В. Уровень логического 0 – 0 В			

Таблица 2 Назначение цепей разъема ANT1, ANT2

Конт.	Цепь	Назначение
1	Вход антенны	Цепи подключения ГЛОНАСС/GPS антенны. Напряжение питания – 3,3В
2	Общий антенны	

1. Различие между ГКВ-10, ГКВ-11 и ГКВ-12 в отсутствии антенны, наличии 1 шт. антенны, наличии 2 шт. антенн соответственно.
2. Цепи "Резерв" оставлять неподключенными.
3. Цепи "Контроль стыковки" соединены внутри инерциального модуля.

Рисунок Г.2 – Схема подключения модуля ГКВ-10/11/12 для приема/передачи данных по основному порту и приема данных по дополнительному порту

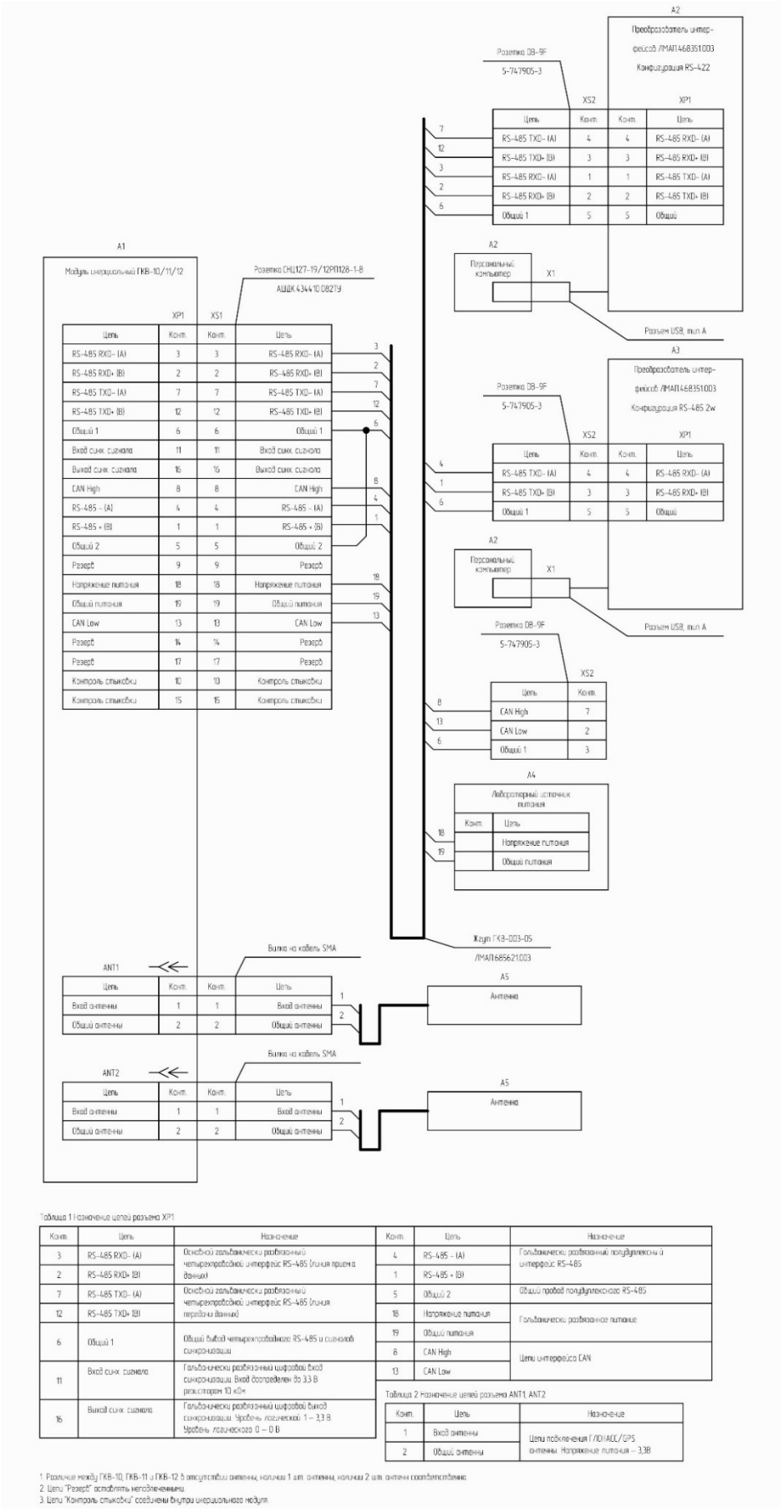


Таблица 1 Назначение цепей разъема XP1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
3	RS-485 RXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия приема данных)	4	RS-485 - (A)	Гальванически развязанный полудуплексный интерфейс RS-485
2	RS-485 RXD+ (B)		1	RS-485 + (B)	
7	RS-485 TXD- (A)	Основной гальванически развязанный четырехпроводной интерфейс RS-485 (линия передачи данных)	5	Общий 2	Общий провод полудуплексного RS-485
12	RS-485 TXD+ (B)		18	Напряжение питания	Гальванически развязанное питание
6	Общий 1	Общий бывой четырехпроводного RS-485 и сигналов синхронизации	19	Общий питания	
11	Вход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой вход синхронизации. Вход совместим до 3,3 В. резистором 10 кОм	8	CAN High	Цепи интерфейса CAN
16	Выход синх. сигнала	Гальванически развязанный цифровой выход синхронизации. Уровень логической 1 – 3,3 В. Уровень логической 0 – 0 В	13	CAN Low	

Таблица 2 Назначение цепей разъема ANT1, ANT2

Конт.	Цепь	Назначение
1	Вход антенны	Цепи подключения ГЛОНАСС/GPS антенны. Напряжение питания – 3,3В
2	Общий антенны	

1. Различие между ГКВ-10, ГКВ-11 и ГКВ-12 в отсутствии антенны, наличии 1 шт. антенны, наличии 2 шт. антенн соответственно.
2. Цепи "Резерв" оставлять неподключенными.
3. Цепи "Контроль стыковки" соединены внутри инерциального модуля.

Рисунок Г.3 – Схема подключения модуля ГКВ-10/11/12 для приема/передачи данных по основному порту, приема данных по дополнительному порту и приема/передачи по интерфейсу CAN

Приложение Д

(справочное)

Назначение контактов заказных исполнений

Назначение выводов заказного исполнения с интерфейсом UART показано в таблице Д.1. Нумерация контактов указана в приложении В.

Таблица Д.1 – Назначение выводов разъема ГКВ

Контакт	Цепь	Назначение
1	UART2 RxD	Цепи интерфейса UART2
4	UART2 TxD	
2	UART1 TxD	Цепи интерфейса UART1
3	UART1 RxD	
5	Общий интерфейсов	Общая цепь интерфейсов UART1, UART2 и цепей синхронизации
6		
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий интерфейсов»
16	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий интерфейсов»
18	Напряжение питания	Положительный потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
19	Общий питания	Нулевой потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
10	Проверка стыковки 1	Проверка стыковки разъема (контакты 10 и 15 замкнуты внутри ГКВ)
15	Проверка стыковки 2	

Примечание:

1) Выводы 7, 8, 9, 12, 13, 14 и 17 не подключены;
2) Цепи «Общий интерфейсов» гальванически НЕ развязаны с корпусом изделия.

Назначение выводов заказного исполнения с интерфейсом CAN показано в таблице Д.2. Нумерация контактов указана в приложении В.

Таблица Д.2 – Назначение выводов разъема ГКВ

Контакт	Цепь	Назначение
1	RS-485 + (B)	Цепи А и В цифрового полудуплексного интерфейса RS-485
4	RS-485 – (A)	
2	RS-485 R×D+ (B)	Вход А и В гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
3	RS-485 R×D– (A)	
5	Общий 2	Общая цепь цифрового полудуплексного интерфейса RS-485 и CAN
6	Общий 1	Общая цепь гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
12	RS-485 T×D+ (B)	Выход А и В гальванически развязанного цифрового четырехпроводного интерфейса RS-485
7	RS-485 T×D– (A)	
11	Вход синх. сигнала	Гальванически развязанная входная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий 1»
16	Выход синх. сигнала	Гальванически развязанная выходная цепь синхронизации. Сигнал формируется относительно цепи «Общий 1»
18	Напряжение питания	Положительный потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
19	Общий питания	Нулевой потенциал входа гальванически развязанного источника вторичного питания
10	Проверка стыковки 1	Проверка стыковки разъема (контакты 10 и 15 замкнуты внутри ГКВ)
15	Проверка стыковки 2	
8	CAN_H	Цепи интерфейса CAN
13	CAN_L	
Примечание^ 1) Выводы 9, 14 и 17 не подключены; 2) Цепь «Общий 2» гальванически НЕ развязана с корпусом изделия.		

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Входящий № сопроводительного докум. и дата	Подп.	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					
1		Все			36	ЛМАП.3-2017			06.02.2017
2		Все			36	ЛМАП.21-2018			22.05.2018
3		Все			36	ЛМАП.2-2019			03.04.2019
4		Все			36	ЛМАП.7-2019			10.07.2019
5		Все			37	ЛМАП.8-2019			26.07.2019
6		Все			37	ЛМАП.13-2019			08.09.2019
7		Все			37	ЛМАП.1-2020			20.01.2020
8		Все			36	ЛМАП.3-2020			20.03.2020
9		Все			36	ЛМАП.7-2020			16.07.2020
10		Все			39	ЛМАП.12-2020			19.10.2020
11		Все			39	ЛМАП.2-2021			03.02.2021
12		Все			39	ЛМАП.5-2021			18.08.2021
13		Все			26	ЛМАП.1-2022			10.01.2022
14		Все			26	ЛМАП.5-2022			06.06.2022
15		Все			26	ЛМАП.6-2022			27.06.2022
16		Все			26	ЛМАП.7-2022			18.07.2022
17		Все			37	ЛМАП.12-2022			13.09.2022
18		Все			37	ЛМАП.13-2022			18.09.2022
19		Все			39	ЛМАП.4-2023			31.01.2023
20		Все			43	ЛМАП.17-2023			20.12.2023
21		Все			46	ЛМАП.3-2024			11.06.2024
22		Все			46	ЛМАП.4-2024			30.08.2024
23		Все			46	ЛМАП.3-2025			20.01.2025
24		Все			49	ЛМАП.11-2025			26.03.2025