Утвержден
ЛМАП.402131.028-ЛУ

МОДУЛИ ИНЕРЦИАЛЬНЫЕ

ГКВ-5, ГКВ-6, ГКВ-7

Руководство по эксплуатации

ЛМАП.402131.028РЭ

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 3
1 Описание и работа 4
1.1 Назначение изделия 4
1.2 Технические характеристики 4
1.1.3 Состав изделия 12
1.1.4 Устройство и работа 13
1.1.5 Назначение выводов 19
1.1.6 Маркировка и пломбирование 22
1.1.7 Упаковка 23
2 Использование по назначению 24
2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы 24
2.2 Подготовка изделия к использованию 25
2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия 25
2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия 25
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 27
2.2.7 Протокол информационного взаимодействия 27
2.2.8 Перечень режимов работы изделия 27
2.2.9 Перечень возможных неисправностей изделия в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении 30
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 рабочего места входного контроля изделия 41

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, условиями эксплуатации, настройки, транспортирования и хранения инерциальных модулей ГКВ-5, ГКВ-6, ГКВ-7 (далее – изделие или ГКВ).

В состав ГКВ входят триада датчиков угловой скорости, триада акселерометров, трехосевой магнитометр, барометр и вычислитель. В состав ГКВ-6 и ГКВ-7 дополнительно входят встроенные ГНСС-приемники.

ГКВ предназначены для измерения и выдачи угловых скоростей, ускорений, углов наклона (крена и тангажа), а также обеспечивают работу алгоритмов вычисления ориентации и навигации с коррекцией от ГНСС-приемника (для ГКВ-5 от внешнего, для ГКВ-6 и ГКВ-7 от встроенного).

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-5-GAPRIA,

ГКВ-6-GAPRIA,

ГКВ-7-GAPRIA,

где G – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности;

A – диапазон измерения ускорения;

P – диапазон напряжения питания;

R – тип ГНСС-приемника

I – интерфейс;

A – алгоритм.

Примечание – более подробная информация по исполнениям ГКВ указана в п. 1.1.3 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 и выдачи угловой скорости, ускорения, параметров магнитного поля, давления, а также вычисления ориентации и навигации.

Область применения ГКВ – системы, для которых необходимо вычислять характеристики движения, навигацию и ориентацию.

Диапазон рабочих температур:

Для ГКВ-5 – от минус 50 до плюс 85 °С;

Для ГКВ-6/7 – от минус 40 до плюс 85 °С.

Масса не более 65 г.

Габаритные размеры не более 62,25×42,25×20,75 мм.

Внешний вид ГКВ показан в Приложение А.

1.2 Технические характеристики

Информационный обмен производится по одному из следующих интерфейсов: четырехпроводному RS-422, CAN, 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-4APRIA
Диапазон измерения угловой скорости, °/с	±900	±2700	±400
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угловой скорости, °/с - при измерении угловой скорости в диапазоне ±180 включительно - сразу после включения - после предварительного прогрева ($T_{прогр.}$ =15 минут) - при измерении угловой скорости в диапазоне свыше ±180	 ± 0,25 ± 0,15 ± 2	 ± 0,3 ± 0,2 ± 4	 ± 0,3 ± 0,2 ± 4
Номинальное значение коэффициента преобразования, $(°/с)^{-1}$	1		
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения в диапазоне температур, не более, %	0,1	0,14	0,1
Смещение нуля выходного сигнала в диапазоне рабочих температур, не более, °/с	± 0,1		
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	0,009
Примечание: где N – номер серии изделия, ГКВ-5, ГКВ-6 или ГКВ-7; A – диапазон измерения ускорения; P – диапазон напряжения питания; R – тип ГНСС-приемника; I – интерфейс; A – алгоритм			

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 измерений ускорения, м/с^2	±9,8 (±1g)	±24,5 (±2,5g)	±98 (±10g)	±294 (±30g)	±981 (±100g)
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	± 29,4·10^{-3} ± 2	± 49·10^{-3} ± 8,5
Номинальное значение коэффициента преобразования	1				
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения в диапазоне температур, не более, %	0,05	0,1	0,45	0,65	0,8
Смещение нуля выходного сигнала в диапазон рабочих температур, не более, м/с^2	±2,45·10^{-3}	±9,81·10^{-3}	±9,8·10^{-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: где N – номер серии изделия, ГКВ-5, ГКВ-6 или ГКВ-7; G – диапазон датчика угловой скорости; P – диапазон напряжения питания; R – тип ГНСС-приемника; I – интерфейс; A – алгоритм					

Таблица 1 в – Общие технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Количество измерительных осей, шт.	3
Неортогональность осей, не более, мрад	1
Нестабильность нуля (в течение 1 часа), не более, °/ч ГКВ-N-1APRIA ГКВ-N-2APRIA ГКВ-N-3APRIA	 6 12 6
Нестабильность нуля (в течение 1 часа), не более, м/с^2 ГКВ-N-G4PRIA ГКВ-N-G5PRIA ГКВ-N-G1PRIA ГКВ-N-G2PRIA ГКВ-N-G3PRIA	 $0{,}1\cdot10^{-3}$ $0{,}2\cdot10^{-3}$ $0{,}3\cdot10^{-3}$ $0{,}9\cdot10^{-3}$ $3\cdot10^{-3}$
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц), °/с ГКВ-N-1APRIA ГКВ-N-2APRIA ГКВ-N-3APRIA	 0,065 0,18 0.065
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 0.1
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 ГКВ-N-GA4RIA	 от 4,75 до 5,25

ГКВ-N-GA3RIA	от 4,75 до 32
Потребляемая мощность, в зависимости от исполнения, Вт	Таблица 1 г
Время включения, не более, с	1
Скорость обмена по RS-422, не более, Мбит/с	3
Масса в зависимости от исполнения, не более, кг	Таблица 1 д
Габаритные размеры, не более, мм	62,25×42,25×20,75
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %, не более - атмосферное давление, кПа	 от минус 50 (ГКВ-5)/ от минус 40 (ГКВ-6/7) до +85 98 от 60 до 113

Таблица 1 г – Характеристики потребления

Условное обозначение	Максимальная потребляемая мощность, Вт
ГКВ-5-GAPRIA	1,5
ГКВ-6-GAPRIA	2
ГКВ-7-GAPRIA	2,5

Таблица 1 д – Характеристики массы

Условное обозначение	Масса, г
ГКВ-5-GAPRIA	55
ГКВ-6-GAPRIA	60
ГКВ-7-GAPRIA	65

Таблица 1 е – Метрологические характеристики канала магнитометра

Наименование параметра	Значение
Диапазоны измерения магнитного поля, мТ (Гаусс)	± 0,8 (8)
Разрядность выходных данных, бит	18
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц), мкТ (мГаусс)	0,12 (1,2)
Нелинейность, не более, %	± 0,1

Таблица 1 ж – Метрологические характеристики канала барометра

Наименование параметра	Значение
Диапазон измерения абсолютного давления, гПа	от 260 до 1260
СКО шума, гПа	0,007

Таблица 1 з – 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-6-GAP3IA/ГКВ-7-GAP3IA (Двухчастотный (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	2,5
RTK (с поправкой от базовой станции), м	0,01+1 ppm
Погрешность вычисления горизонтальной скорости, м/с	0,05
Ограничения - максимальная скорость, не более, м/с - максимальное ускорение, не более, м/с2 (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

ГКВ-6-GAP4IA/ ГКВ-7-GAP4IA (Многочастотный (L1/2))	
Принимаемые сигналы	ГЛОНАСС GPS GALILEO BeiDou

Продолжение таблицы 1 и

Наименование характеристики	Значение
Погрешность определения горизонтального положения	
Стандартная в постобработке, м	1,5
RTK (с поправкой от базовой станции), м	0,008+1 ppm
Погрешность определения высоты	
Стандартная в постобработке, м	2,5
RTK (с поправкой от базовой станции), м	0,015+1 ppm
Погрешность вычисления горизонтальной скорости, м/с	0,03
Частота выдачи навигационного решения, Гц	от 1 до 20
Частота GPS, МГц - L1C/A - L2C - L5	 1575,42 1227,6 1176,45
Частота ГЛОНАСС, МГц - L1OF - L2OF	 $1602+k*562,5*10^{-3}$ $1246+k*437,5*10^{-3}$
Частота GALILEO, МГц E1-B/C E5b E5a	 1575,42 1207,14 1176,45
Частота BeiDou, МГц B1| B2| B3|	 1561,098 1207,14 1268,52
Примечание – k = -7, …, 5, 6	

Примечания:

1. Диапазон измерения угловой скорости зависит от исполнения (см. таблицу 1 а).
2. Диапазон измерения 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 1 к. 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	1-100	13 (1,3)
	20-2000	130 (13)

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

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

– стойкий к воздействию пониженной температуры окружающей среды минус 50 °С (ГКВ-5);

– стойкий к воздействию пониженной температуры окружающей среды минус 40 °С (ГКВ-6/7);

– стойкий к изменению температуры окружающей среды от минус 50 до +85 °С (ГКВ-5);

– стойкий к изменению температуры окружающей среды от минус 50 до +85 °С (ГКВ-6/7).

1.1.3 Состав изделия

Комплект поставки:

1) Модуль инерциальный ГКВ-5/ГКВ-6/ГКВ-7;

2) Упаковка;

3) Этикетка/Паспорт (по согласованию);

4) Вилка Micro D 15 р;

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

Примечание:

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

2) По запросу для ГКВ-6 и ГКВ-7 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 ускорения и тип разъема 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					Напряжение питания, В		ГНСС-приёмник			Интерфейс		Алгоритм
		Нет приемника	Одноантенный	Двухантенный		±900	±2700	±400	±10	±30	±100	±1	±2,5	4,75 – 5,25	4,75 – 32	Нет приемника	Двухчастотный (L1/2)	Многочастотный (L1/2/5)	RS-422	UART	INS (Полная навигация)
Значения		**5**				**1**	**2**	**-**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**4**	**-**	**0**	**-**	**-**	**1**	**2**	**3**
						-	**-**	**4**	**1**	**2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3**						
			6			**1**	**2**	**-**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**4**	**-**	**-**	**3**	**-**	**1**	**2**	**3**
						-	**-**	**4**	**1**	**2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3**		**-**	**4**			
				7		**1**	**2**	**-**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**4**	**-**	**-**	**3**	**-**	**1**	**2**	**3**
						-	**-**	**4**	**1**	**2**	**-**	**-**	**-**	**-**	**3**		**-**	**4**			

Примечание – Производитель вправе поставить более функциональную версию ГКВ чем та, что требуется заказчику

Например, ГКВ-6-13432 означает следующее:

Встроенный приёмник – одноантенный приёмник;

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

Диапазон ускорения по трем осям – ± 100 g;

Диапазон напряжения питания – 4,75 – 5,25;

ГНСС-приемник – Двухчастотный (L1/2);

Интерфейс – UART;

Алгоритм – INS (Полная навигация).

1.1.4 Устройство и работа

В состав ГКВ входят триада датчиков угловой скорости, триада акселерометров, трехосевой магнитометр, барометр и вычислитель. В состав ГКВ-6 и ГКВ-7 дополнительно входят встроенные ГНСС-приемники.

Датчики угловой скорости и акселерометры каждого ГКВ индивидуально калибруются в диапазоне рабочих температур.

1.1.4.1 Общие сведения о работе изделия

ГКВ предназначен для измерения и выдачи угловой скорости, ускорения, параметров магнитного поля, давления, а также вычисления ориентации и навигации. Встроенные навигационные алгоритмы позволяют использовать ГКВ в системах стабилизации и мониторинга пространственной ориентации объектов, вычислять истинный курс и координаты (при подключении внешнего ГНСС-приемника).

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).

1.1.4.2 Алгоритмы работы изделия

Данные с датчиков

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

пературы.

Общая модель датчиков описывается формулой 1.1.

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

где S – калиброванные данные датчика;

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

B0 – смещение нуля датчиков в кодах АЦП;

K – 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 G – матрица масштабных коэффициентов;

M – матрица поворотов (матрица направляющих косинусов) для приведения к ортонормированному базису.

$$G = \begin{bmatrix} G_{11} & 0 & 0 \\ 0 & G_{22} & 0 \\ 0 & 0 & G_{33} \end{bmatrix};; \tag{1.3}$$

$$M = \begin{bmatrix} M_{11} & M_{12} & M_{13} \\ M_{21} & M_{22} & M_{23} \\ M_{31} & M_{32} & M_{33} \end{bmatrix} \tag{1.4}$$

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 ускорения, согласно формулам 1.5.

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

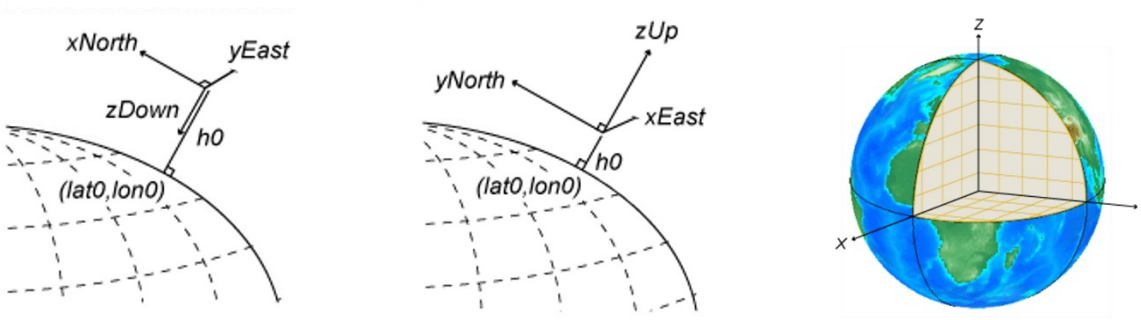
Ориентация

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.

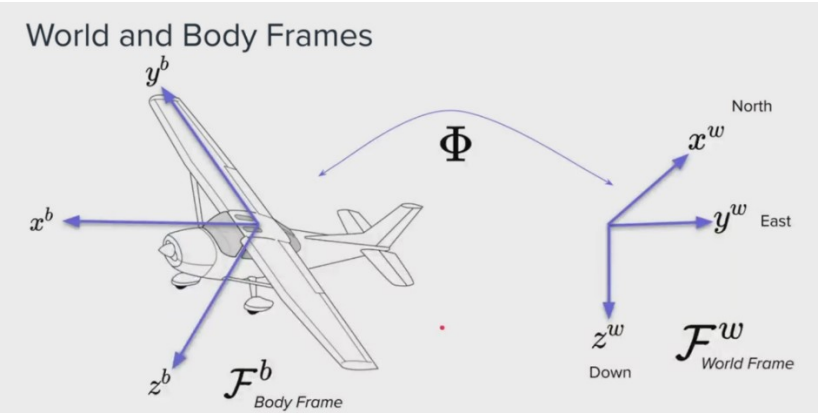


Рисунок 1.2 – Поворот СК

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.

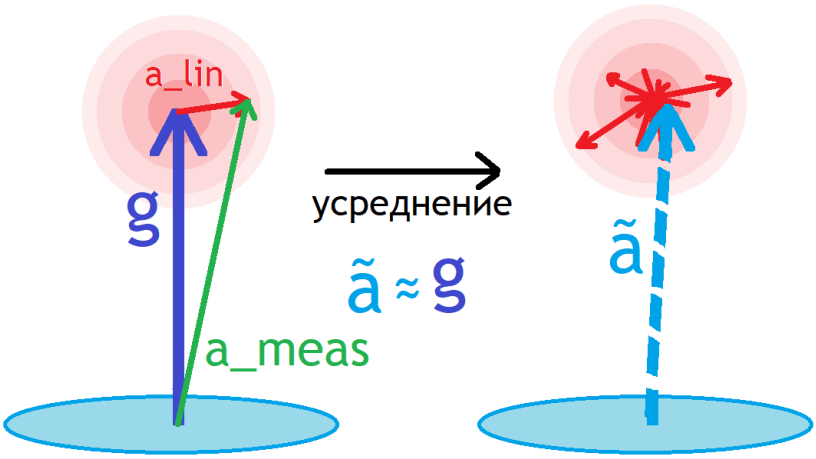


Рисунок 1.3 – Наглядное представление определения вектора ã

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

Примечания

1 Рекомендуется использовать "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.

1.1.5 Назначение выводов

Назначение выводов показано в таблице 3. Нумерация контактов указана в приложении В.

Таблица 3 – Назначение выводов ГКВ

Конт.	Цепь	Назначение
8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства 4,75 – 5,25 В, 4,75 – 32 В, в зависимости от исполнения
15	Общий	
2	RS422 RxD– (A)*	Цепи А и В входа полнодуплексного цифрового интерфейса RS422
10	RS422 RxD+ (B)*	
1	RS422 TxD– (A)	Цепи А и В выхода полнодуплексного цифрового интерфейса RS422
9	RS422 TxD+ (B)	
4	RS485– (A)**	Цепи интерфейса RS-485
3	RS485+ (B)**	
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации
5	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации
7	CANL	Цепи интерфейса CAN
14	CANH	
6	Общий интерфейсов	Общий интерфейсов RS422, RS485, CAN и цепей синхронизации
12		
13		
Примечание * Аппаратно можно вывести на контакт 2 UART1 RxD, на контакт 10 UART1 TxD; ** Аппаратно можно вывести на контакт 4 UART2 RxD, на контакт 3 UART2 TxD.		

1.1.5.1 Цепи питания ГКВ

Контакты 8 и 15 (Плюс питания и Общий) предназначены для подключения внешнего напряжения питания от 4,75 до 5,25 В или от 4,75 до 32 В, в зависимости от исполнения. Имеется встроенная защита от напряжения питания неверной полярности. Дополнительно для исполнения с напряжением питания от 4,75 до 5,25 В имеется встроенная защита от всплесков питания, превышающих максимальное напряжение питания.

1.1.5.2 Цифровые интерфейсы

В качестве основного цифрового интерфейса используется четырехпроводный

интерфейс RS-422. По умолчанию ГКВ непрерывно передает вычисленные данные с момента включения с частотой 1 кГц. Канал приема данных предназначен для настройки ГКВ.

В качестве дополнительных интерфейсов используются двухпроводной RS-485 и CAN. Данные интерфейсы настраиваются программно согласно протоколу информационного взаимодействия ЛМАП.402131.009Д1 и ЛМАП.402131.009Д2.

Аппаратно можно вывести интерфейс UART согласно таблице 3.

1.1.5.3 Сигналы синхронизации

Контакты 11 и 5 (Вход и Выход) синхронизации предназначены для формирования сигналов синхронизации. Логические уровни сигналов ТТЛ/КМОП-совместимы при работе на резистивную нагрузку, сопротивлением более 1 МОм.

Возможен выбор режимов работы сигнала Выход синхронизации (выбор осуществляется согласно протоколу информационного взаимодействия):

- Изменение состояния из лог. 0 в лог. 1 происходит по сигналу готовности данных от внутреннего АЦП, изменение состояния из лог. 1 в лог. 0 по сигналу обновления данных в буфере отправки. Длительность сигнала синхронизации зависит от времени обработки данных выбранным алгоритмом (рис. 1).

- Изменением состояния из лог. 0 в лог. 1 и из лог. 1 в лог. 0 происходит по сигналу готовности данных от внутреннего АЦП (рисунок 1).

Примечание – Переключения происходят с учетом предделителя синхросигнала (см. протокол информационного взаимодействия тип пакета 0x07). При выбранном предделителе 1 переключение осуществляется при каждом срабатывании сигнала готовности данных АЦП, при выборе 2 при каждом втором и т.д.

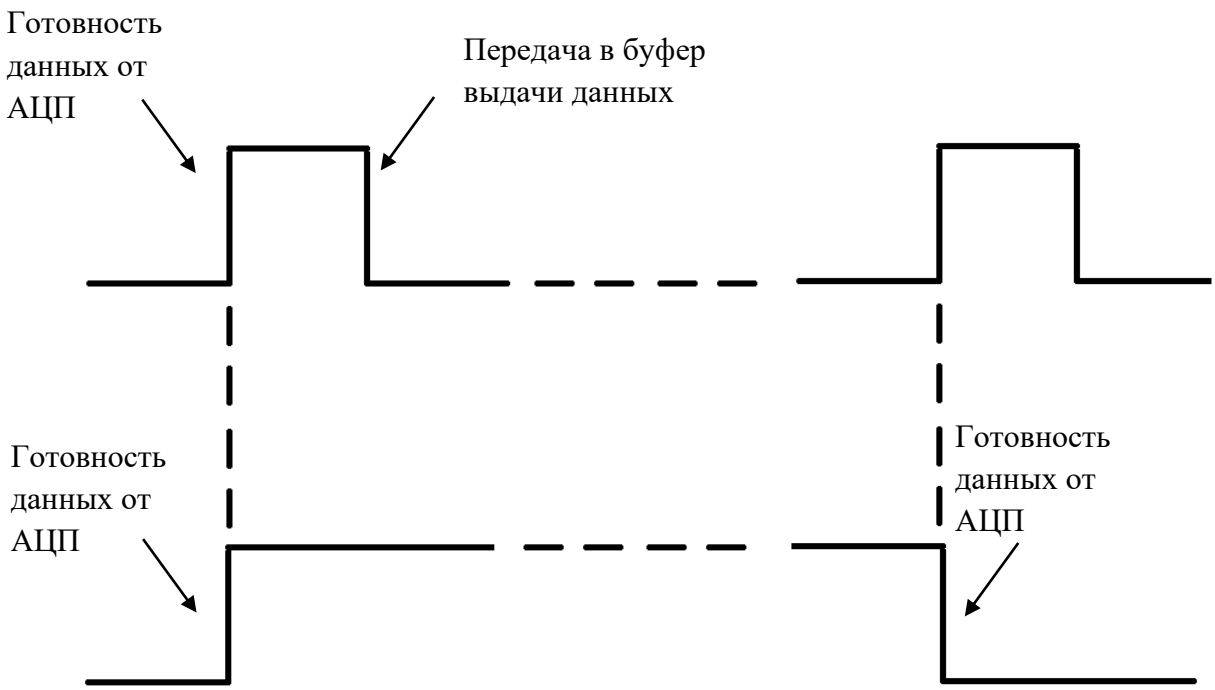


Рисунок 1 – Формирование сигналов синхронизации

Вход и выход сигнала синхронизации доопределены до 3,3 В резисторами 10 кОм, а также защищены токоограничивающими резисторами, номиналом 100 Ом (рис. 2). Значение входа синхронизации устанавливается в параметре «Статус», 0 бит.

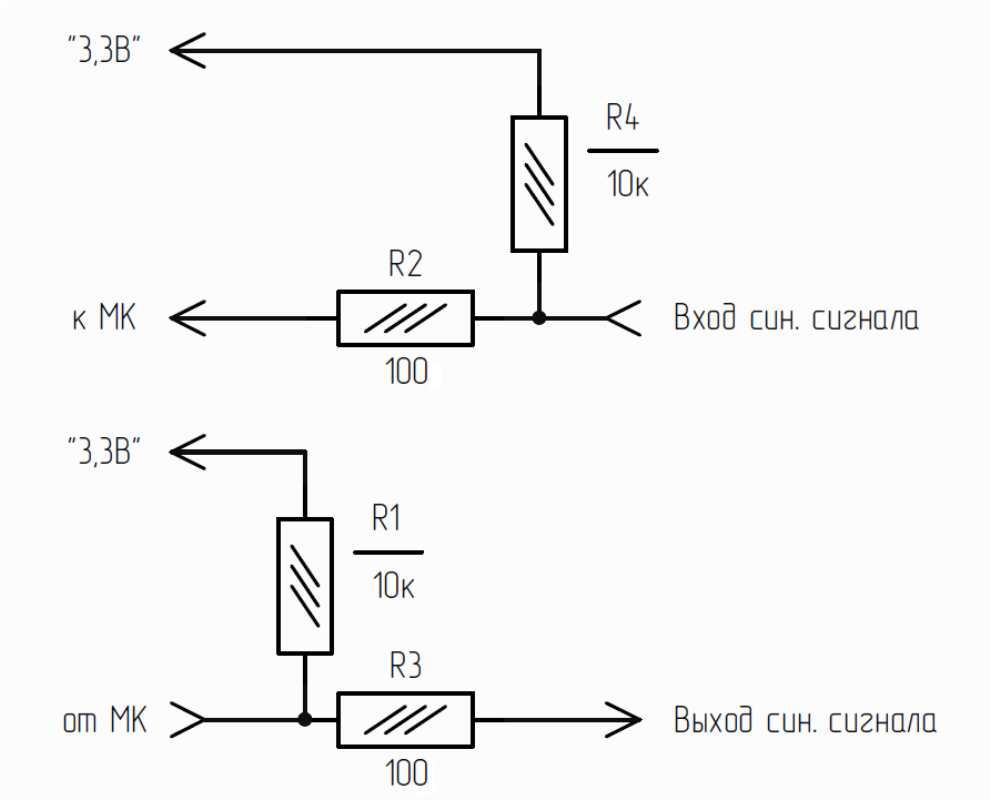


Рисунок 2 – Схемы цепей входа и выхода синхронизации

1.1.5.4 Интерфейс RS-485

Полудуплексный интерфейс RS-485 и интерфейс CAN предназначены для приема данных от внешних источников (ГНСС приемник, магнитометр, одометр и пр.).

Подключение дополнительных внешних приборов и их протоколы обмена возможны и согласовываются с производителем.

1.1.6 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 при маркировке изделия: ГКВ-N-GAPRIA, где

1. ГКВ-N – наименование изделия (наличие ГНСС-приемника):
   ГКВ-5,
   ГКВ-6,
   ГКВ-7;
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 – диапазон измерения угловой скорости ± 400°/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:

   3 – от 4,75 до 32 В,

   4 – от 4,75 до 5,25 В;

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

   0 – нет приемника,

   3 – тип 3 (L1/2),

   4 – тип 4 (L1/2/5);

6. I – тип выходного интерфейса, десятичная цифра:

   1 – RS-422,

   2 – UART.

7. A – алгоритм:

   3 – INS (Полная навигация).

1.1.7 Упаковка

Упаковка представляет собой картонную коробку с легкой полиуретановой вставкой. Размеры упаковки предусматривают размещение в ней остальных компонент изделия (см. состав изделия – 1.1.3).

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы

2.1.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы указаны в таблице 4. Длительность воздействия предельных режимов не должна превышать 0,1 с в течение 10 мин.

Таблица 4 – Предельные и предельно-допустимые режимы работы

Наименование параметра	Предельно-допустимые		Предельные	
	Мин.	Макс.	Мин.	Макс.
Общие				
Напряжение в цепи питания, В ГКВ-N-GA4RI ГКВ-N-GA3RI	 4,75 4,75	 5,25 32	 4,75 4,75	 5,25 32
RS-422 и RS-485				
Дифференциальное напряжение между цепями RS422 RxD- (A) и RS422 RxD+ (B), а также между RS-485A и RS-485B, В	- 2,5	+ 2,5	- 5	+ 5
Ток короткого замыкания между цепями RS422 TxD- (A) и RS422 TxD+ (B), а также между RS-485A и RS-485B, А*	-0,05	0, 05	-0,1	0,1
CAN				
Напряжение на цепях CANH и CANL относительно цепи “Общий” при приёме данных, В	-12	12	-14	14
Дифференциальное напряжение между цепями CANH и CANL при приёме данных, В	-2,5	2,5	-5	5
Примечания: * в момент превышения, а также в течение 1 с после снятия воздействия предельных токов, работоспособность Изделия не обеспечивается.				

Примечание – Присутствует защита от подачи напряжения обратной полярности. Дополнительно для исполнения с напряжением питания от 4,75 до 5,25 В имеется встроенная защита от всплесков питания, превышающих максимальное напряжение питания.

2.1.2 При наличии источников электромагнитных помех и/или электростатических разрядов, при которых не обеспечиваются рабочие режимы работы ГКВ-5, следует применить соответствующие технические средства и организационные мероприятия для обеспечения электромагнитной совместимости.

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 разъемах 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.

Порядок проверки:

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

2) Включить модуль.

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

2.2) Включить лабораторный источник питания (ЛИПС) на выходное напряжение, в зависимости от исполнения указанное в таблице 1 д, мощность, потребляемая изделием, не должна превышать значения, указанные в таблице 1 г.

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, подвкладке параметры;

- записать значение угловой скорости в покое, среднее значение угловой скорости за интервал не менее 10 с должно быть не более ± 0,1 °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц должно быть не более 0,06 °/с для диапазона измерения угловой скорости ± 900/400 °/с. Для диапазона ± 2700 °/с за интервал не менее 10 с среднее значение угловой скорости – не более ± 0,3 °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц должно быть не более 0,2 °/с;

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

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

- для ГКВ-6 и ГКВ-7: подключить ГНСС антенну к разъему ММСХ, 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 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 500/1000 °/с (для исполнения ± 400/900°/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 вниз, ось Y образует правую тройку. Положительным вращением считается вращение по часовой стрелке по направлению оси.

2.2.5 Указание об установке ГКВ

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

2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ГКВ с другими изделиями

ГКВ подключается к другим изделиям по 4-х проводному интерфейсу RS-422 согласно стандарту на данный интерфейс. 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 на канале приема данных интерфейса RS-422 и на интерфейсе RS-485.

Предельные и предельно-допустимые режимы работы по цепям приема и передачи данных указаны в Таблице 4.

2.2.7 Протокол информационного взаимодействия

Протокол информационного взаимодействия 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) со-

гласно Приложению Г. 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).

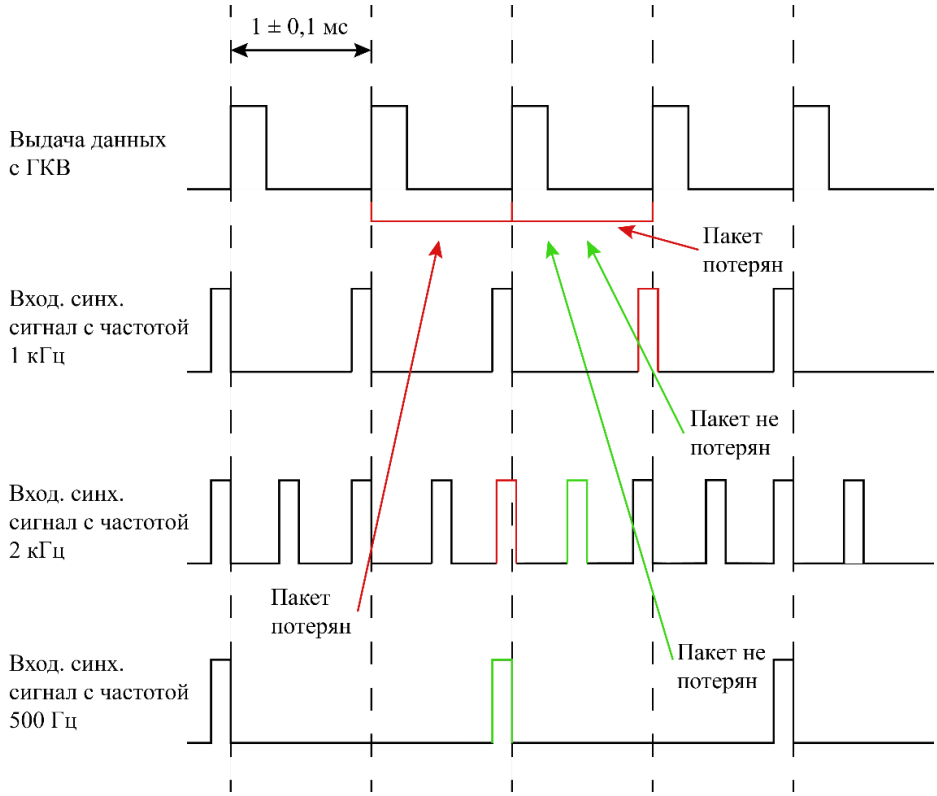
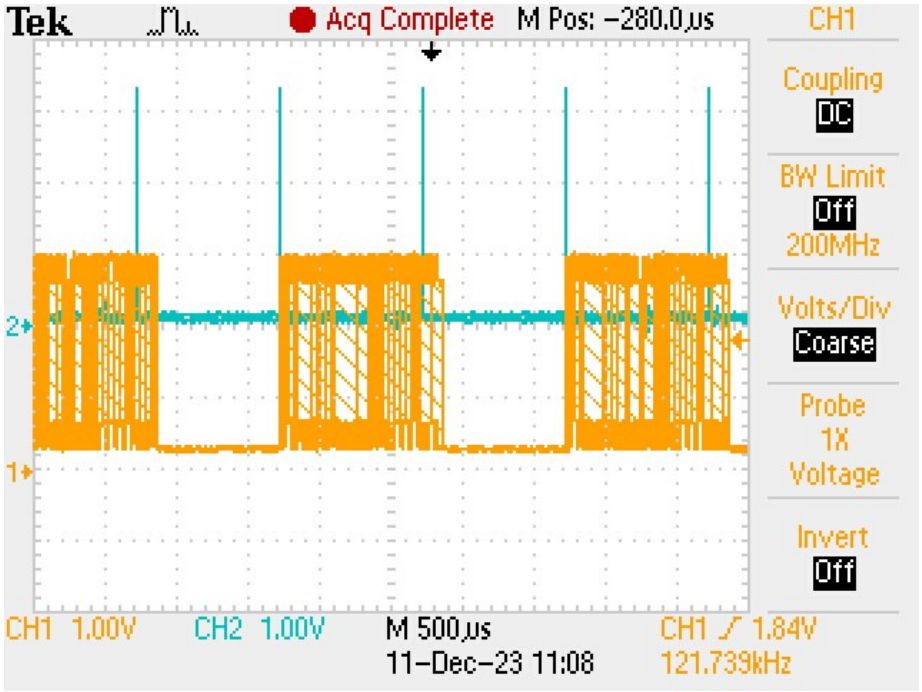
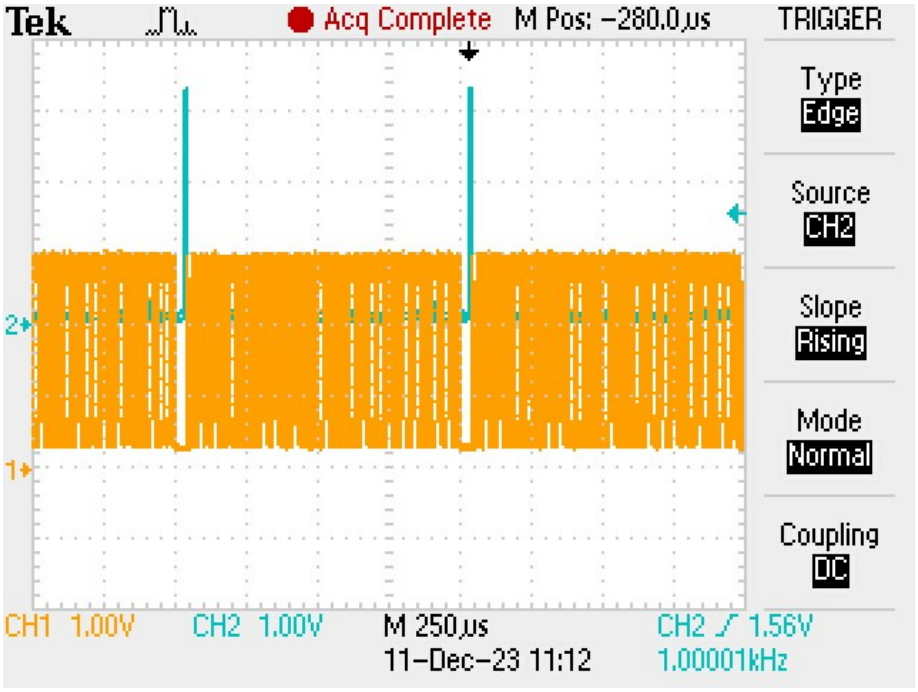


Рисунок 2.1 – Обоснование частоты импульса вход. синх. сигнала

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).

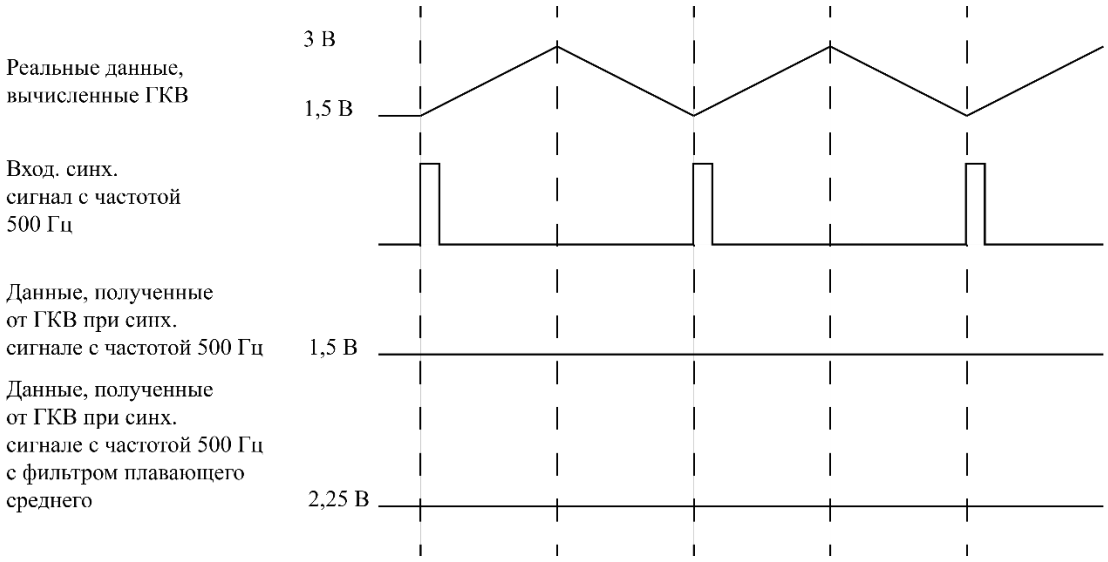


Рисунок 2.3 – Обоснование частоты импульса вход. синх. сигнала и фильтра плавающего среднего

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)).

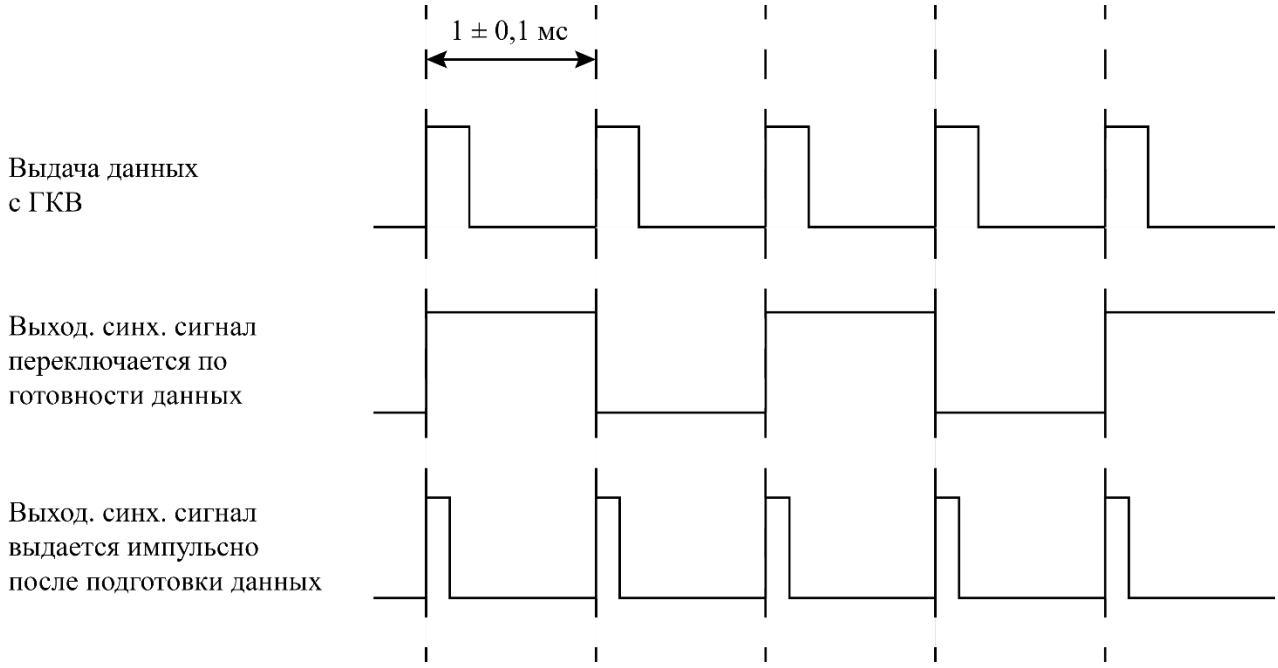


Рисунок 2.4 – Режимы выдачи выход. синх сигнала

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 – несоответствие сигналов модуля 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 программное обеспечение ГКВ (калибровочные коэффи-

циенты 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 2).

2) отказ канала угловой скорости, ускорения:

В параметр «Статус» выставлены значения (таблица 5)

Таблица 5 – «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 ускорения
8	«1» – отказ оси Y канала ускорения
9	«1» – отказ оси Z канала 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 позволяет хранение в собственной упаковке в течение 4 лет в отапливаемых складских условиях при НКУ.

3.2 Требования к условиям хранения устанавливаются с учетом ГОСТ 9.014.

4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Транспортирование ГКВ производят в штатной упаковке или в составе прибора, в котором предусматривается его использование, при температуре окружающей среды от минус 50 до + 50 °С 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

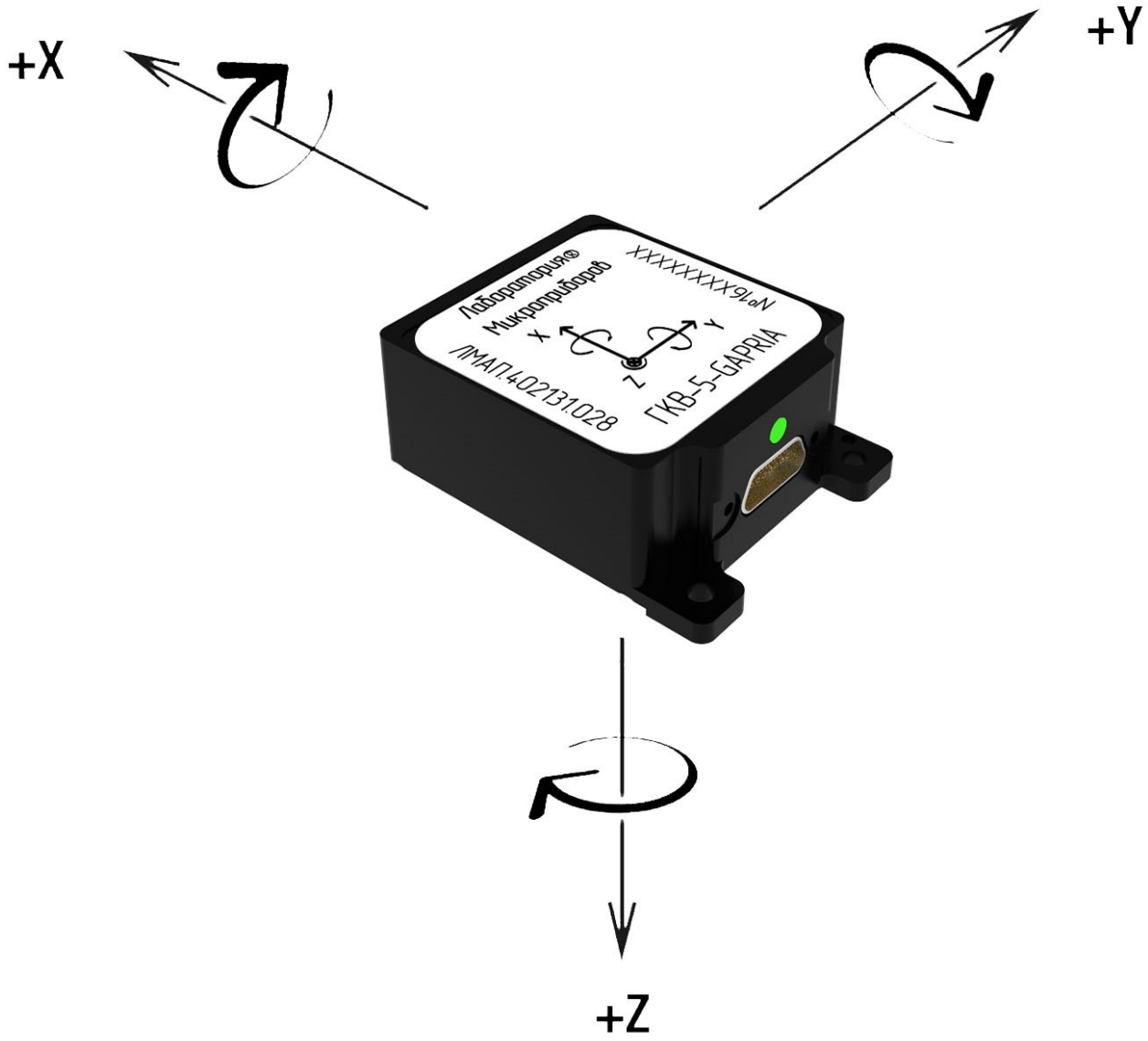


Рисунок А.1 – Общий вид ГКВ-5 ЛМАП.402131.028

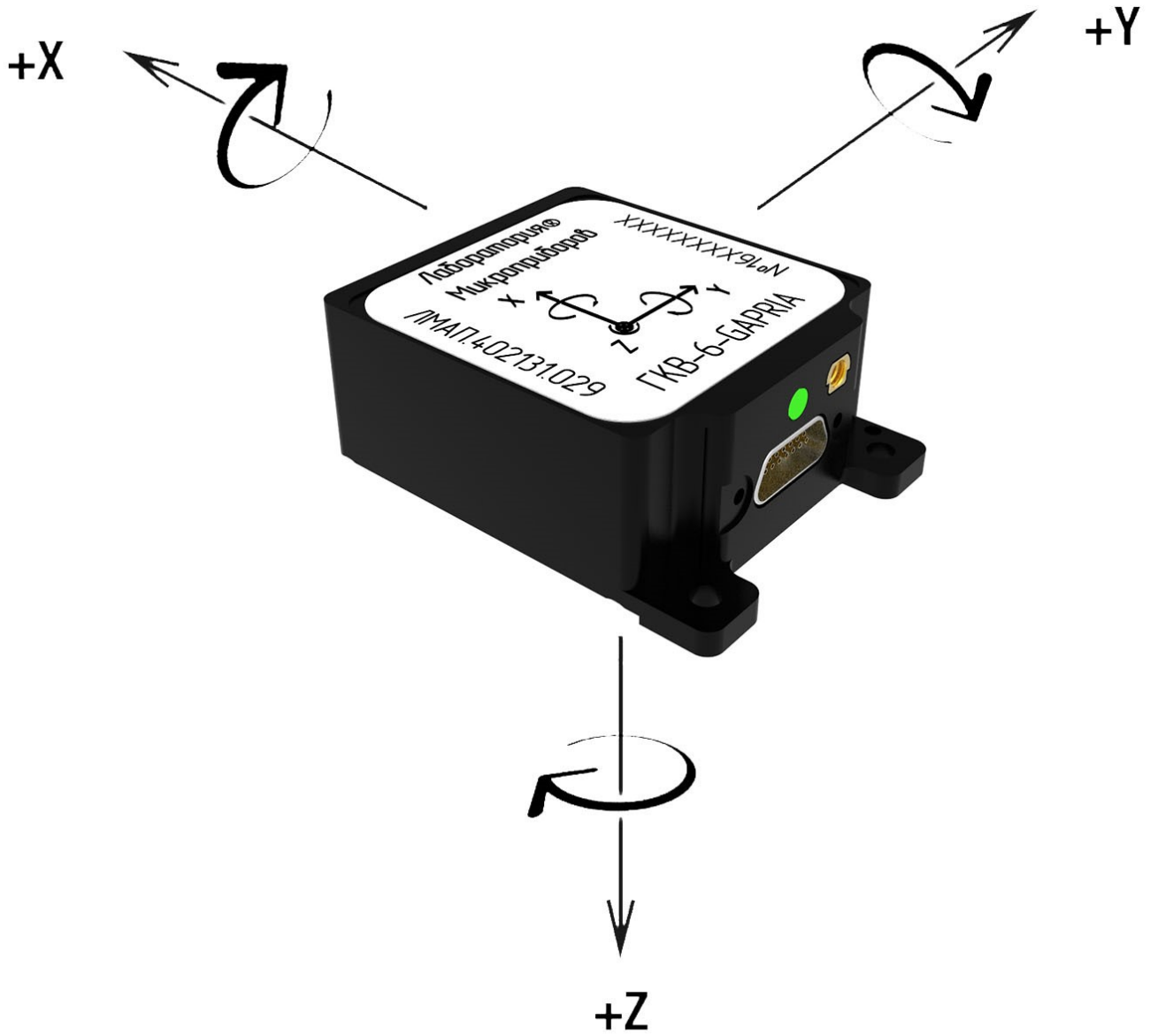


Рисунок А.2 – Общий вид ГКВ-6 ЛМАП.402131.029

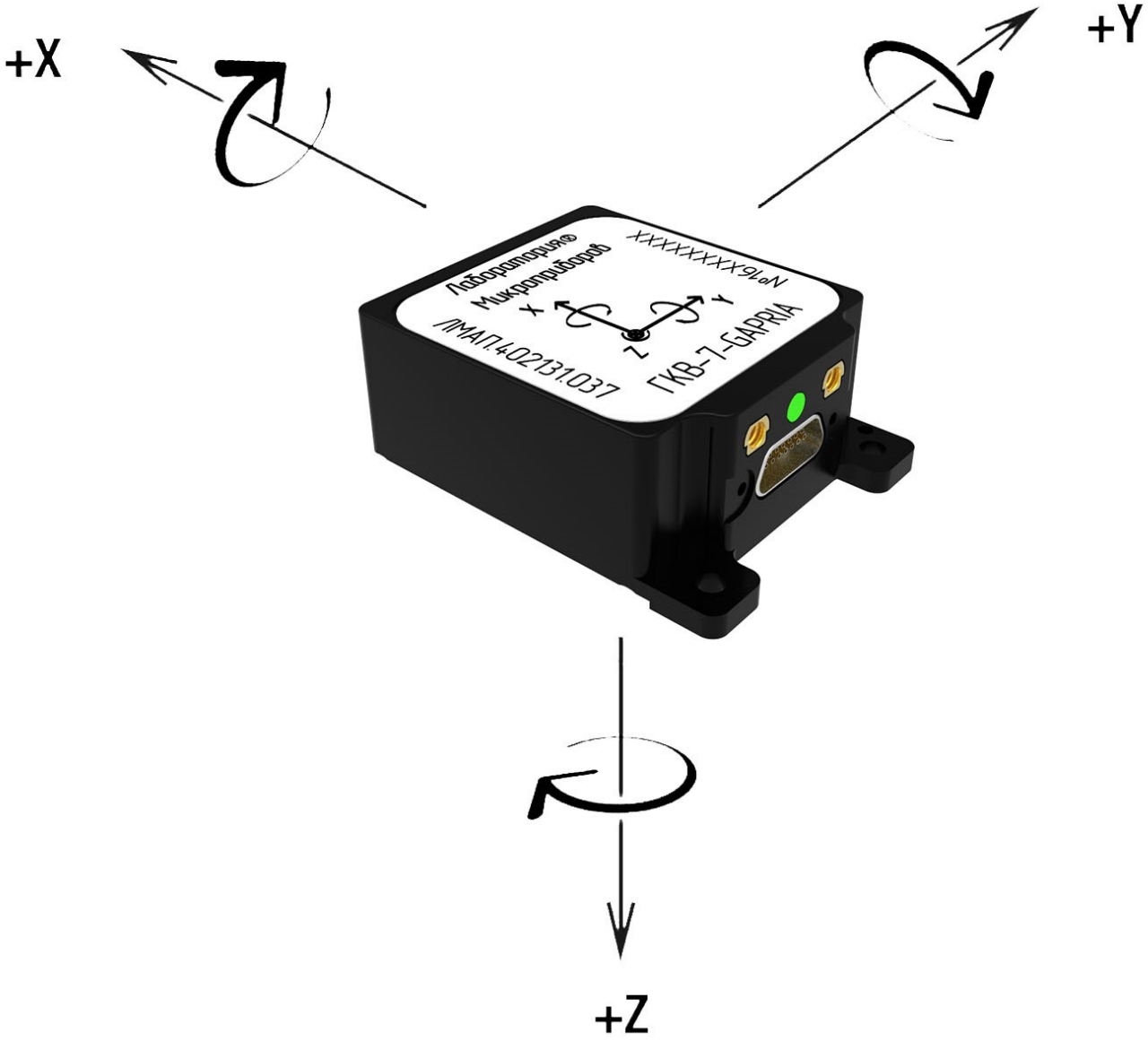


Рисунок А.3 – Общий вид ГКВ-7 ЛМАП.402131.037

Приложение Б

(справочное)

Габаритные, установочные и присоединительные размеры

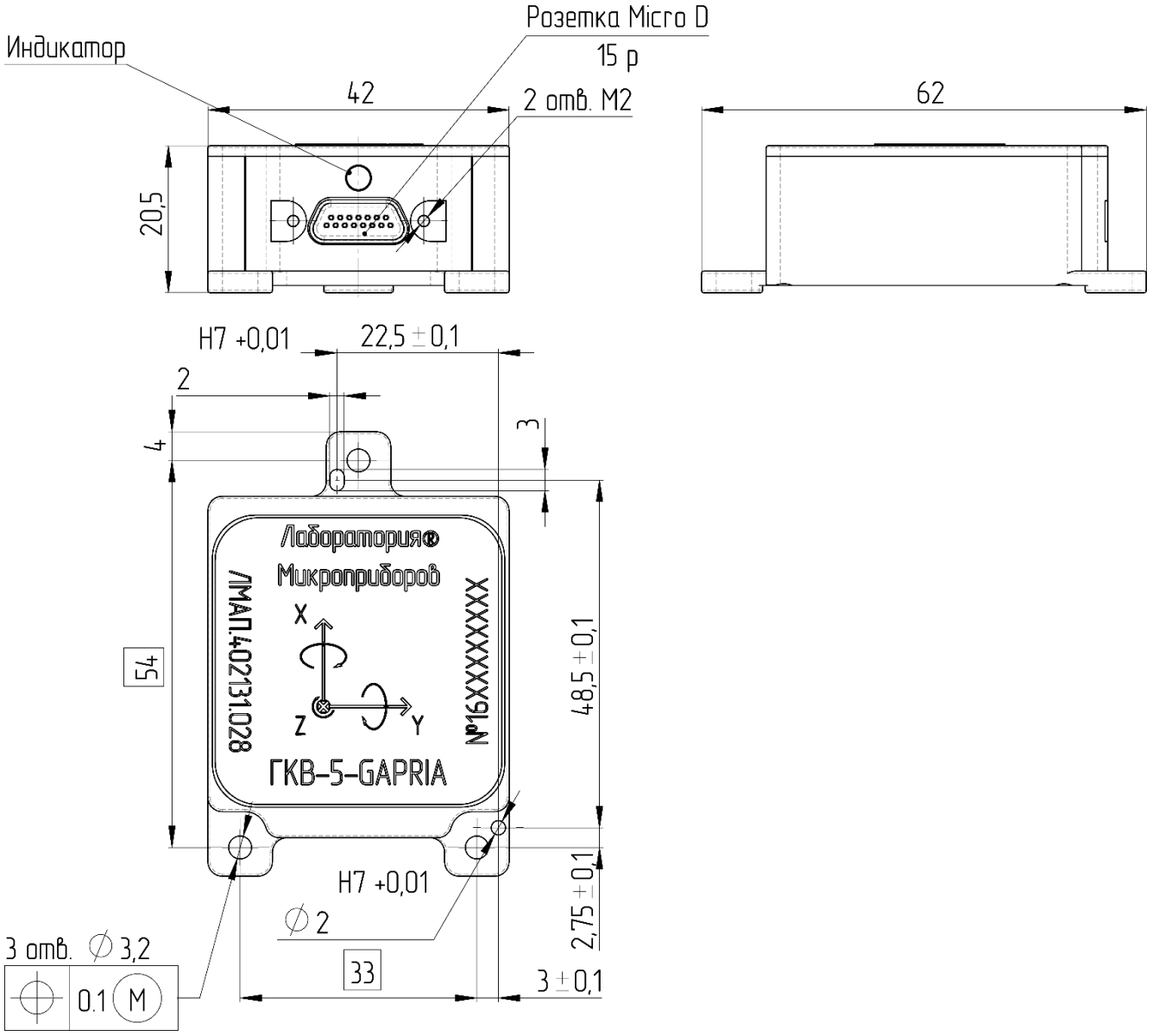


Рисунок Б.1 – Габаритный чертеж ГКВ-5 ЛМАП.402131.028

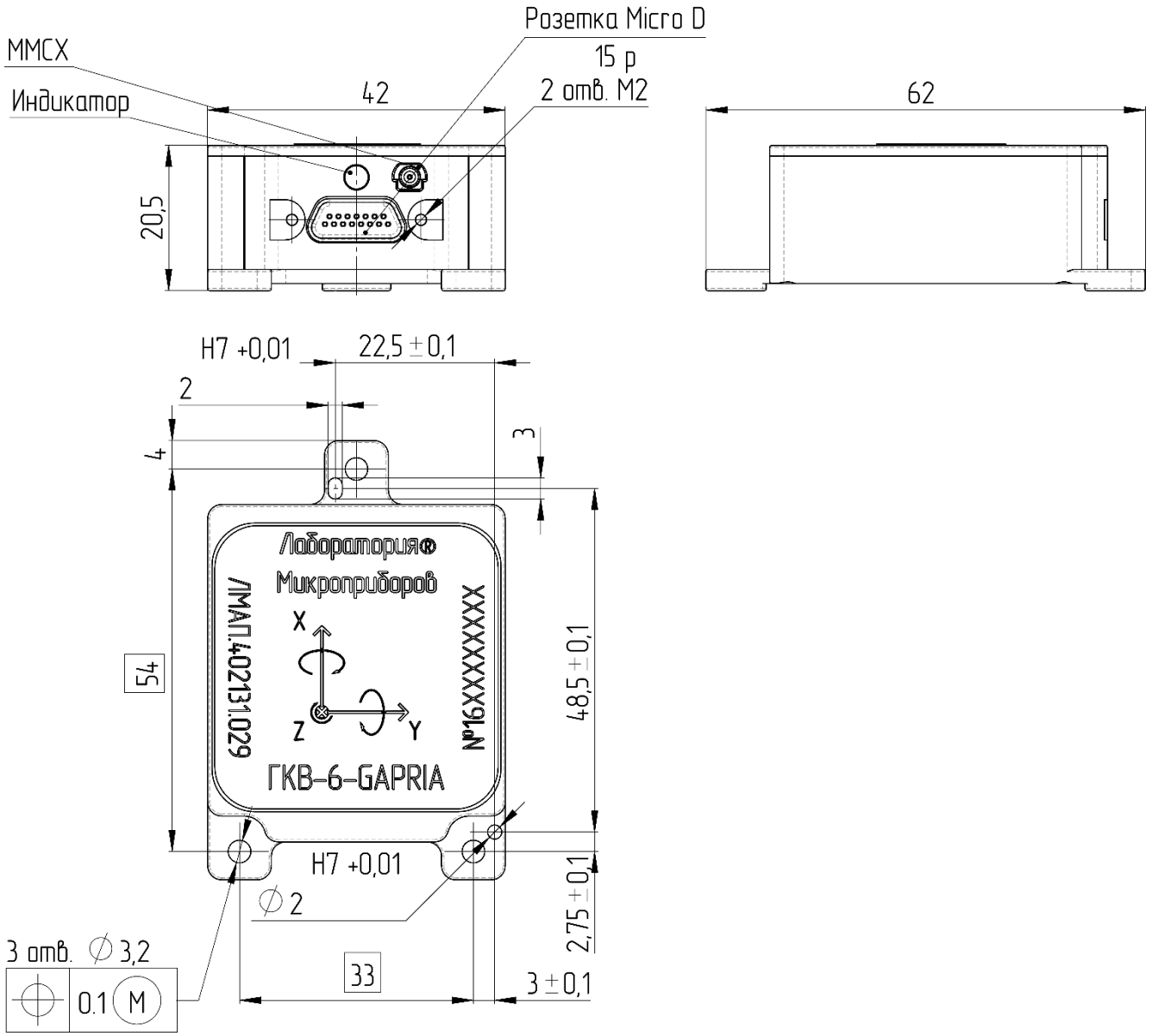


Рисунок Б.2 – Габаритный чертеж ГКВ-6 ЛМАП.402131.029

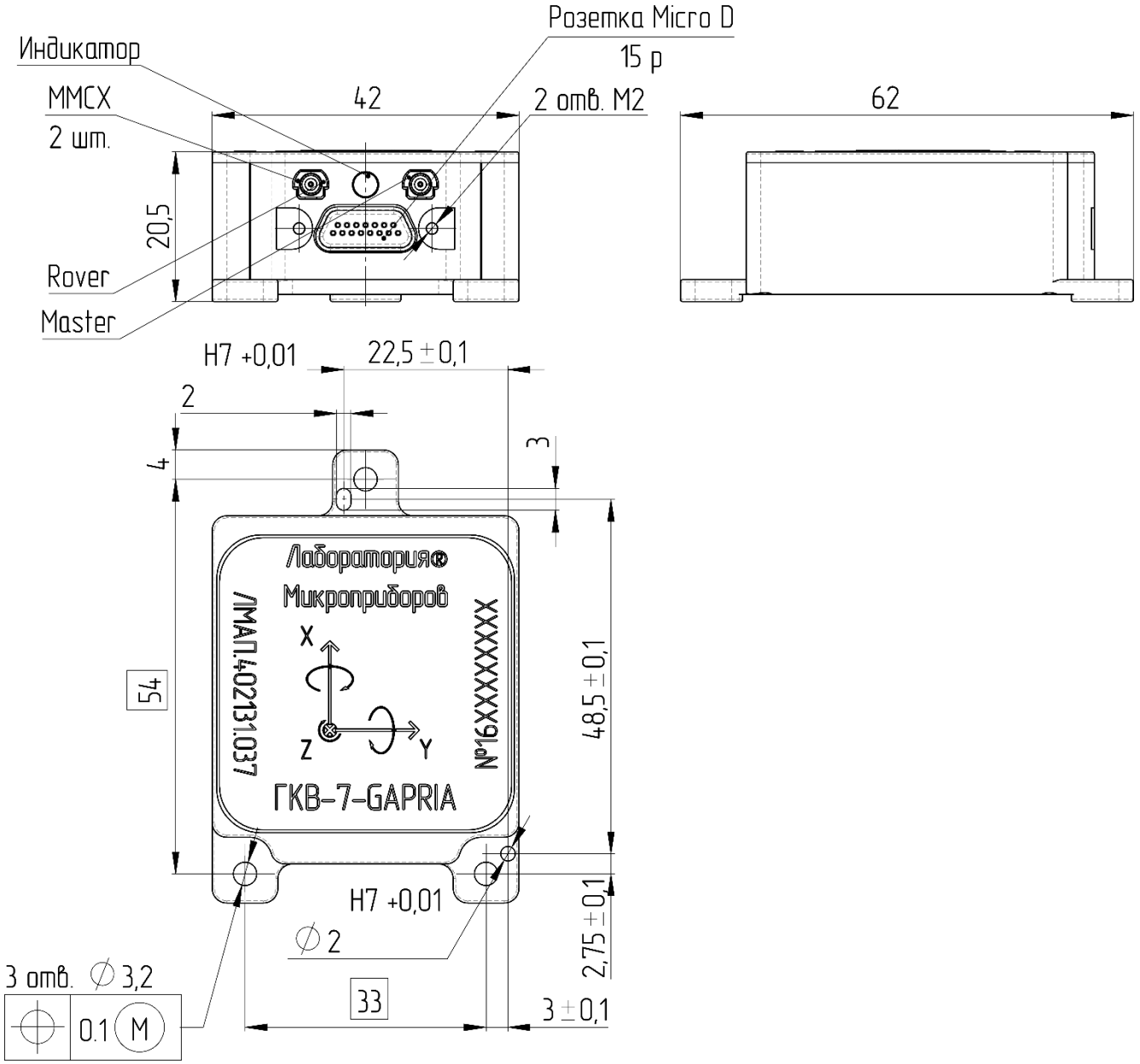


Рисунок Б.3 – Габаритный чертеж ГКВ-7 ЛМАП.402131.037

Приложение В

(справочное)

Обозначение контактов

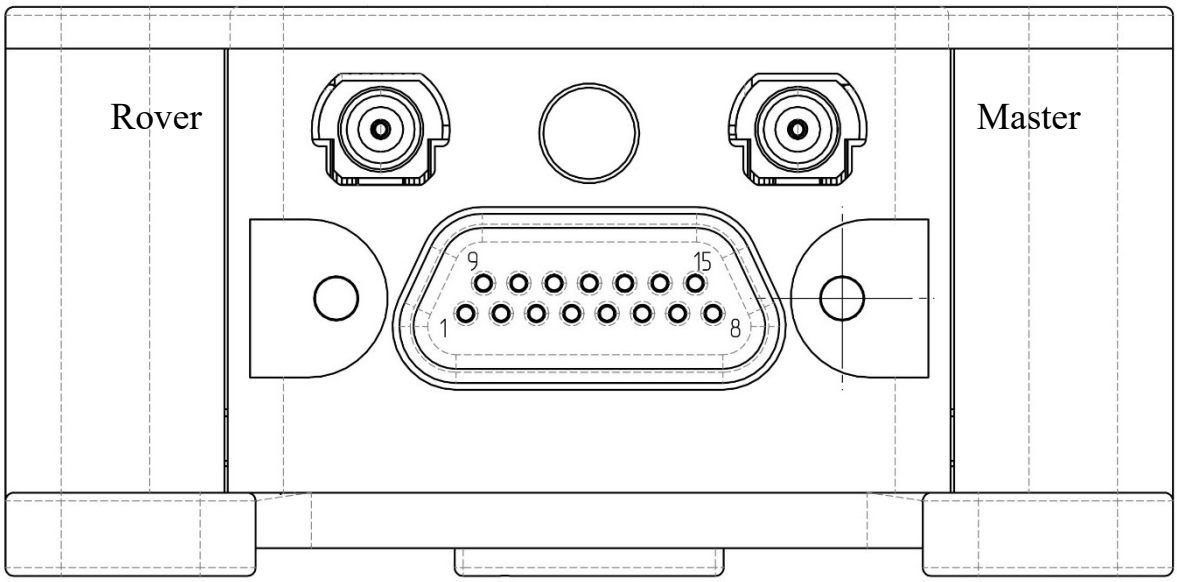


Рисунок В.1 – Обозначение контактов розетки Micro D ГКВ-7

Примечание: Для ГКВ-5/6 обозначение контактов аналогично ГКВ-7

Приложение Г

(справочное)

Схема рабочего места входного контроля изделия

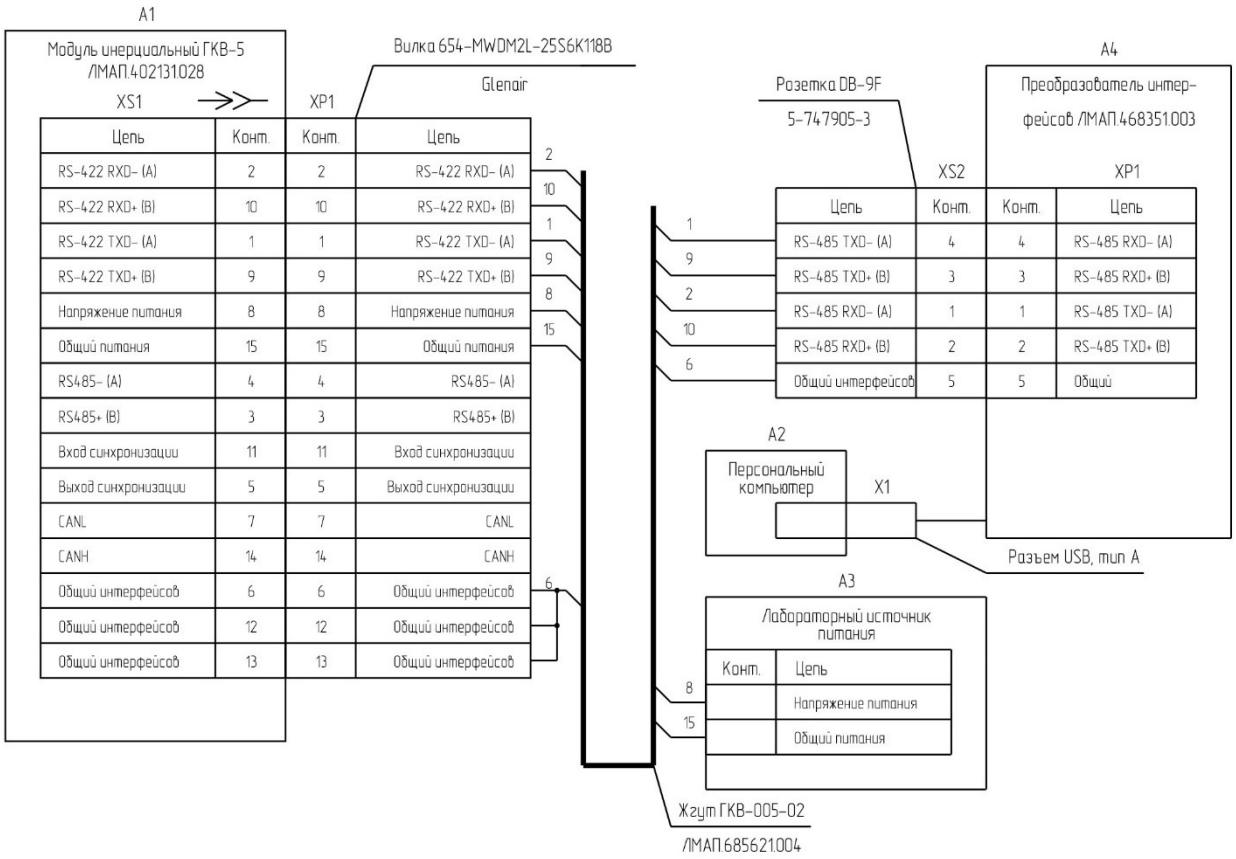


Таблица 1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
2	RS-422 RXD- (A)	Цепи A и B входа полнодуплексного цифрового ин-терфейса RS422	4	RS485- (A)	Цепи интерфейса RS-485
10	RS-422 RXD+ (B)		3	RS485+ (B)	
1	RS-422 TXD- (A)	Цепи A и B выхода полнодуплексного цифрового интерфейса RS422	6, 12, 13	Общий интерфейсов	Общий интерфейсов RS422, RS485, CAN и цепей синхронизации
9	RS-422 TXD+ (B)				
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации	8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства 5 В ±5%, типовое по-требление 0,2 А
5	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации	15	Общий питания	
7	CANL	Цепи интерфейса CAN			
14	CANH				

Цепи "Общий интерфейсов" соединить на разъеме XP1

Рисунок Г.1 – Схема рабочего места ГКВ-5 ЛМАП.402131.028

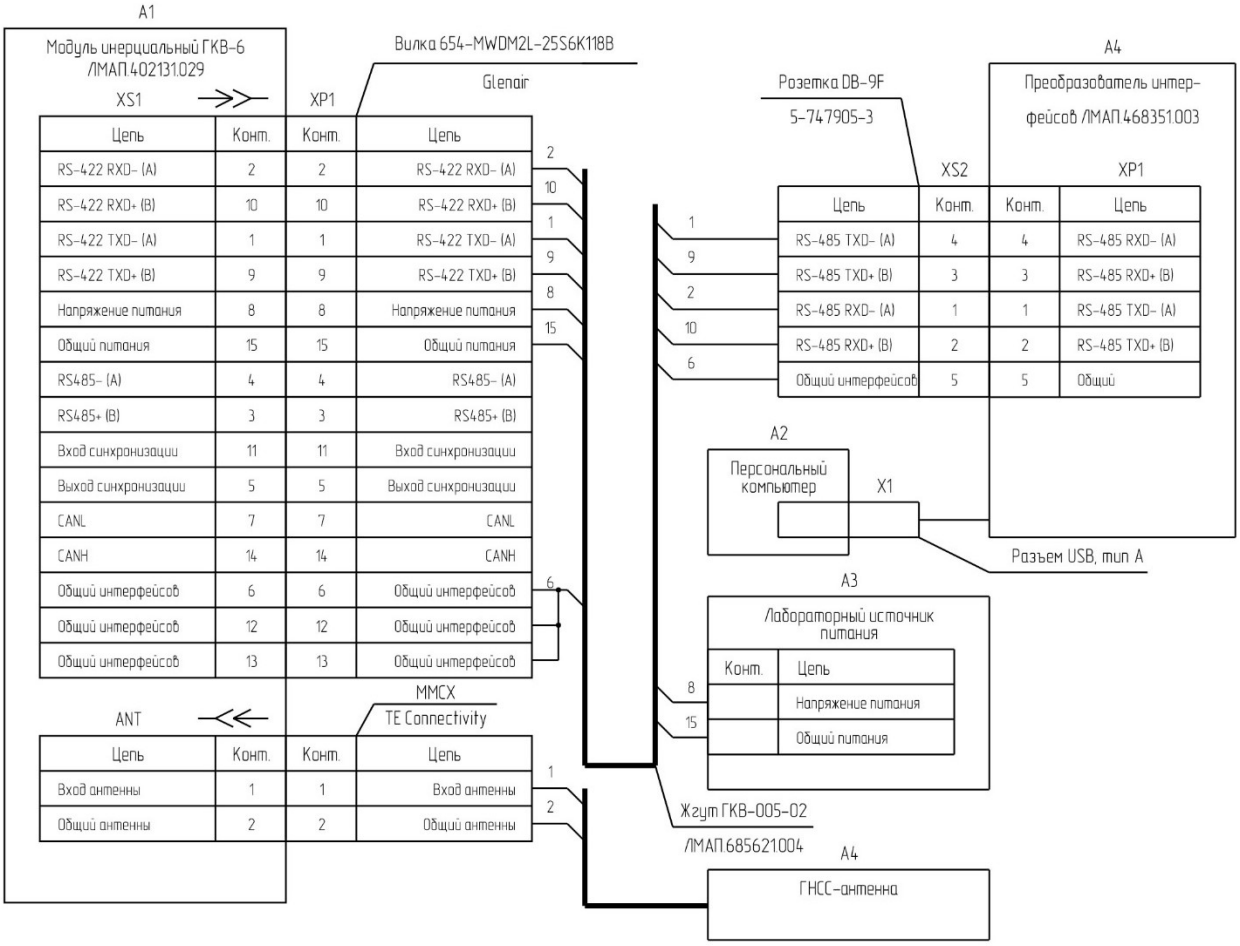


Таблица 1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
2	RS-422 RXD- (A)	Цепи A и B входа полнодуплексного цифрового ин-терфейса RS422	4	RS485- (A)	Цепи интерфейса RS-485
10	RS-422 RXD+ (B)		3	RS485+ (B)	
1	RS-422 TXD- (A)	Цепи A и B выхода полнодуплексного цифрового интерфейса RS422	6, 12, 13	Общий интерфейсов	Общий интерфейсов RS422, RS485, CAN и цепей синхронизации
9	RS-422 TXD+ (B)				
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации	8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства 5 В ±5%, типовое по-требление 0,2 А
5	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации	15	Общий питания	
7	CANL	Цепи интерфейса CAN			
14	CANH				

Цепи "Общий интерфейсов" соединить на разъеме XP1

Таблица 2 Назначение цепей разъема ANT

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

Рисунок Г.2 – Схема рабочего места ГКВ-6 ЛМАП.402131.029

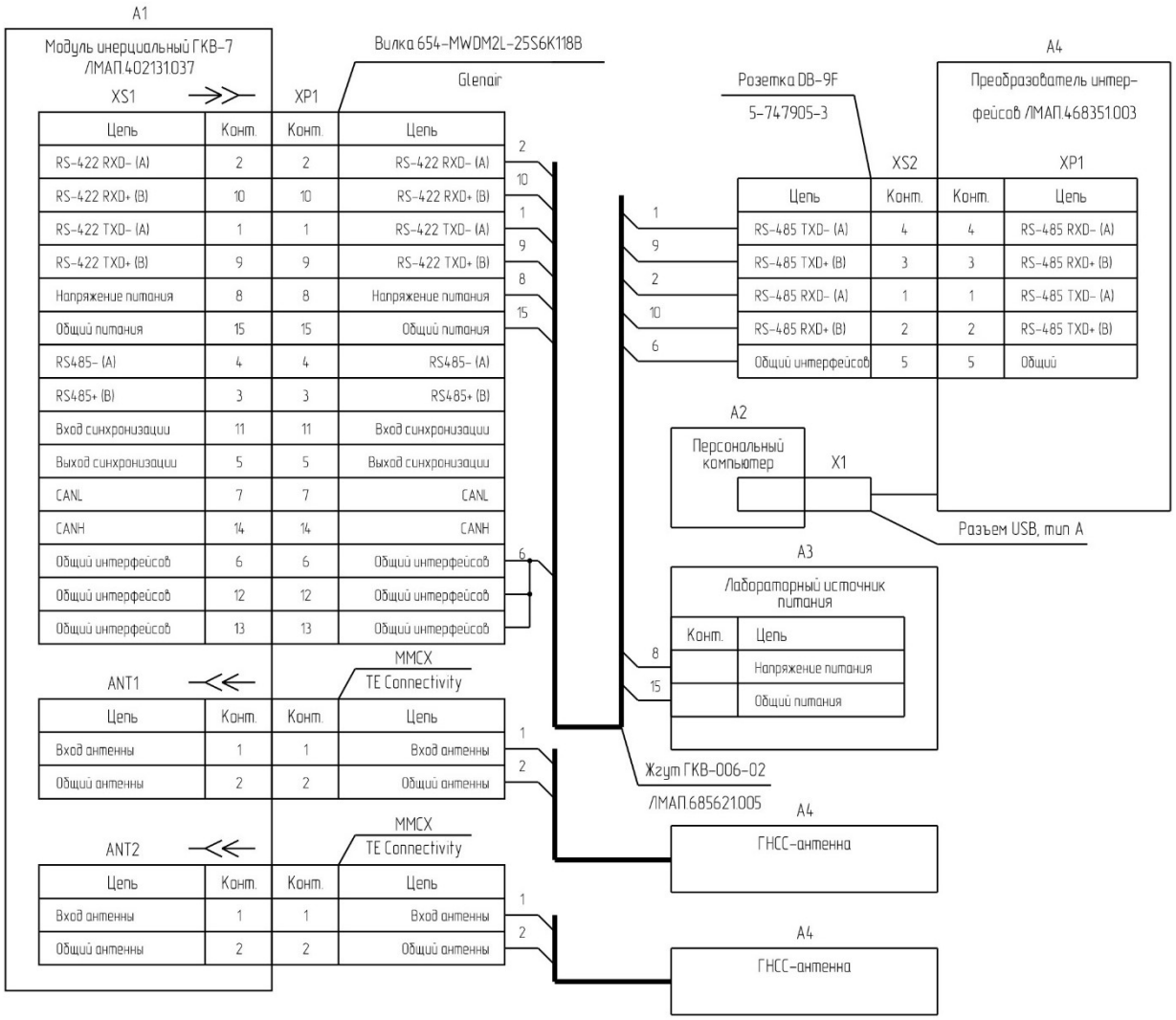


Таблица 1

Конт.	Цепь	Назначение	Конт.	Цепь	Назначение
2	RS-422 RXD- (A)	Цепи A и B входа полнодуплексного цифрового ин-терфейса RS422	4	RS485- (A)	Цепи интерфейса RS-485
10	RS-422 RXD+ (B)		3	RS485+ (B)	
1	RS-422 TXD- (A)	Цепи A и B выхода полнодуплексного цифрового интерфейса RS422	6, 12, 13	Общий интерфейсов	Общий интерфейсов RS422, RS485, CAN и цепей синхронизации
9	RS-422 TXD+ (B)				
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации	8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства 5 В ±5%, типовое по-требление 0,2 А
5	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации	15	Общий питания	
7	CANL	Цепи интерфейса CAN			
14	CANH				

Цепи "Общий интерфейсов" соединить на разъеме XP1

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	

Рисунок Г.1 – Схема рабочего места ГКВ-7 ЛМАП.402131.037

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*			*38*	*ЛМАП.9-2021*			*17.03.21*
2		*Все*			*38*	*ЛМАП.9-2023*			*31.01.23*
3		*Все*			*41*	*ЛМАП.20-2023*			*20.12.23*
4		*Все*			*40*	*ЛМАП.7-2024*			*29.11.24*
5		*Все*			*44*	*ЛМАП.6-2025*			*20.01.25*