

Утвержден
ЛМАП.402131.028-ЛУ

МОДУЛЬ ИНЕРЦИАЛЬНЫЙ
ГКВ-5

Руководство по эксплуатации
ЛМАП.402131.028РЭ

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

Перв. примен.	ЛМАП.402131.028	СОДЕРЖАНИЕ				
		ВВЕДЕНИЕ 3				
Справ. №		1 Описание и работа 4				
		1.1 Описание и работа изделия..... 4				
		1.1.1 Назначение изделия 4				
		1.1.2 Технические характеристики..... 4				
		1.1.3 Состав изделия 9				
		1.1.4 Устройство и работа 9				
		1.1.5 Назначение выводов 12				
		1.1.6 Маркировка и пломбирование..... 14				
		1.1.7 Упаковка 16				
		2 Использование по назначению 17				
		2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы 17				
		2.2 Подготовка изделия к использованию..... 17				
		2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия..... 17				
		2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия 17				
		2.2.3 Проверка готовности изделия к использованию 18				
		2.2.4 Указание об ориентировании изделия 19				
		2.2.5 Указание об установке ГKB-5..... 19				
		2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ГKB-5 с другими изделиями 19				
		2.2.7 Протокол информационного обмена 20				
		2.2.8 Перечень возможных неисправностей изделия в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении..... 20				
		3 Хранение 22				
		4 Транспортирование..... 23				
		Приложение А Внешний вид ГKB-5 24				
		Приложение Б Габаритные, установочные и присоединительные размеры..... 27				
		Приложение В Обозначение контактов..... 30				
		Приложение Г Схема рабочего места входного контроля изделия 33				
		Приложение Д Инструкция по входному контролю технических характеристик изделия 35				
Подп. и дата						
Изм. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Изм. № подл.						

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, условиями эксплуатации, настройки, транспортирования и хранения модуля инерциального ГКВ-5 ЛМАП.402131.028ТУ (далее – изделие или ГКВ-5).

ГКВ-5 состоит из триады датчиков угловой скорости, триады датчиков линейного ускорения, трехосевого магнитометра и вычислителя.

Модули предназначены для измерения угловых скоростей, линейных ускорений, углов наклона (крена и тангажа) и вычисления навигационных данных прямым способом (БИНС).

ГКВ может использоваться в составе систем движения, стабилизации, навигации, ориентации и систем различного назначения.

К работе с ГKB-5 допускаются лица, ознакомленные с настоящим РЭ, прошедшие инструктаж по технике безопасности в соответствии с установленным в эксплуатирующей организации порядком, и имеющие группу электробезопасности не ниже II.

Данное РЭ распространяется на следующие исполнения ГКВ-5:

ГКВ-5-XYZ-A, ЛМАП.402131.028 – ЛМАП.402131.028-02

где XYZ – диапазон измерения угловой скорости по осям чувствительности;

A – диапазон измерения линейного ускорения,

ЛМАП.402131.028 – исполнение разъема.

Примечание – более подробная информация по исполнениям ГКВ-5 указана в 1.1.3 Состав изделия.

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

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Описание и работа изделия

1.1.1 Назначение изделия

ГКВ-5 – модуль инерциальный, который предназначен для измерения угловой скорости, линейного ускорения и параметров магнитного поля по трем осям.

Область применения ГКВ – системы, для которых необходимо вычислить характеристики движения, а также навигацию и ориентацию.

Диапазон рабочих температур от минус 50 до плюс 85 °С.

Масса не более 65 г.

Габаритные размеры 65,6×42×21,5 мм.

Средняя наработка до отказа не менее 50000 часов при температуре 20 °С.

Срок службы 12,5 лет.

Внешний вид ГКВ показан в приложении А.

1.1.2 Технические характеристики

Параметры информационного обмена по четырехпроводному интерфейсу RS-485 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 обмена.

ГКВ-5 имеет дополнительный полудуплексный интерфейс RS-485, который может быть настроен на прием дополнительных данных (от ГНСС приемника, внешнего магнитометра, одометра и пр.).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
										4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Технические характеристики изделия представлены в таблице 1.

Таблица 1 а – Метрологические характеристики канала угловой скорости

Наименование характеристики	Значение	
	ГКВ-5-111-А	ГКВ-5-222-А
Диапазон измерения угловой скорости, °/с	±900	±2700
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения угловой скорости, °/с - при измерении угловой скорости в диапазоне ±180 включ. - сразу после включения - после предварительного прогрева (Т _{прогр.} =15 минут) - при измерении угловой скорости в диапазоне св. ±180 °/с	± 0,25 ± 0,15 ± 1	± 0,3 ± 0,2 ± 4
Номинальное значение коэффициента преобразования, (°/с) ⁻¹	1	
Отклонение коэффициента преобразования от номинального значения, %, не более	0,1	0,14
Смещение нуля выходного сигнала в диапазоне рабочих температур, °/с, не более	± 0,1	
Нелинейность выходного сигнала, %, не более	0,1	0,2
Частотный диапазон измерения угловой скорости по уровню -3дБ, Гц	от 0 до 160	
Спектральная плотность, °/с/√Гц, не более	0,002	0,01

Таблица 1 б – Метрологические характеристики канала линейного ускорения

Наименование характеристики	Значение				
	ГКВ-5-XYZ-4	ГКВ-5-XYZ -5	ГКВ-5-XYZ -1	ГКВ-5-XYZ -2	ГКВ-5-XYZ -3
Диапазон измерений линейного ускорения, м/с ²	±9,8	±24,5	±98	±294	±981
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, g ⁻¹	1				
Отклонение коэффициента	0,05	0,1	0,45	0,65	0,8

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

ЛМАП.402131.028РЭ

Лист

5

Наименование характеристики	Значение				
	ГКВ-5-XYZ-4	ГКВ-5-XYZ -5	ГКВ-5-XYZ -1	ГКВ-5-XYZ -2	ГКВ-5-XYZ -3
преобразования от номинального значения, %, не более					
Смещение нуля выходного сигнала в диапазон рабочих температур, не более, м/с ²	$2,45 \cdot 10^{-3}$	$\pm 9,81 \cdot 10^{-3}$	$\pm 9,8 \cdot 10^{-3}$	$\pm 19,6 \cdot 10^{-3}$	$\pm 49 \cdot 10^{-3}$
Нелинейность выходного сигнала, %, не более	0,05	0,2	1	2	2
Частотный диапазон измерения ускорения по уровню -3дБ, Гц	от 0 до 200				
Спектральная плотность шума, м/с ² /√Гц, не более	0,05	0,15	0,15	0,35	1,2

Таблица 1 в – Общие технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Количество измерительных осей	3
Долговременный дрейф смещения нуля в запуске (в течение 1 часа), не более, °/ч	
для диапазона ± 900 °/с	6
для диапазона ± 2700 °/с	12
Долговременный дрейф смещения нуля в запуске (в течение 1 часа), не более, м/с ²	
для диапазона ± 9,8 м/с ²	0,01
для диапазона ± 24,5 м/с ²	0,02
для диапазона ± 98 м/с ²	0,03
для диапазона ± 294 м/с ²	0,09
для диапазона ± 981 м/с ²	0,3
Напряжение питания, В	5
Потребляемая мощность, не более, Вт	1,5
Масса, кг, не более	0,65
Габаритные размеры, не более, мм	65,6×42×21,5
Условия эксплуатации - температура окружающей среды, °С	от минус 50 до +85

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Лист

6

- относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %, не более	98
- атмосферное давление, кПа	от 60 до 113
Средний срок службы, лет	12,5
Средняя наработка на отказ, ч	50 000

Таблица 1 г – Метрологические характеристики канала магнитометра

Наименование параметра	Мин.	Ном.	Макс.	Ед. изм.
Канал магнитометра				
Диапазоны измерения магнитного поля	$\pm 0,8$			мТ
Разрядность выходных данных	18			бит
Среднеквадратичное отклонение (1000 Гц)		0,12		мкТ
Нелинейность			$\pm 0,1$	%

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).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
										7
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

По внешним воздействующим факторам ГKB-5:

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

– стойкий к воздействию механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением 5000 м/с² (500 g) и длительностью действия ударного ускорения от 0,5 – 2 мс;

– стойкий к воздействию механического удара многократного действия с пиковым ударным ускорением 1500 м/с² (150 g) и длительностью ударного ускорения от 1 до 5 мс;

– прочный к воздействию пониженной температуры окружающей среды от минус 60 °С.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
										8
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

1.1.3 Состав изделия

Комплект поставки:

- 1) Модуль инерциальный ГKB-5;
- 2) Упаковка ЛМАП.402915.007;
- 3) Ведомость эксплуатационных документов ЛМАП.402131.028ВЭ;
- 4) Паспорт ЛМАП.402131.028ПС;
- 5) Руководство по эксплуатации ЛМАП.402131.028РЭ (поставляется согласно ЛМАП.402131.020ВЭ);
- 6) Вилка S102A059-130, FISHER;
- 7) Флеш-накопитель с описанием ГKB-5, демонстрационным ПО, калибровочными коэффициентами.

ГKB-5 поставляется в исполнениях согласно таблице 2.

Таблица 2 – Исполнения ГKB-5

Тип изделия	Диапазон измерения угловой скорости X/Y/Z, °/с	Диапазон измерения линейного ускорения, X/Y/Z, g
ГKB-5-111-1	$\pm 900/\pm 900/\pm 900$	$\pm 10/\pm 10/\pm 10$
ГKB-5-111-2	$\pm 900/\pm 900/\pm 900$	$\pm 30/\pm 30/\pm 30$
ГKB-5-111-3	$\pm 900/\pm 900/\pm 900$	$\pm 100/\pm 100/\pm 100$
ГKB-5-000-4	-	$\pm 1/\pm 1/\pm 1$
ГKB-5-111-5	$\pm 900/\pm 900/\pm 900$	$\pm 2,5/\pm 2,5/\pm 2,5$
ГKB-5-222-1	$\pm 2700/\pm 2700/\pm 2700$	$\pm 10/\pm 10/\pm 10$
ГKB-5-222-2	$\pm 2700/\pm 2700/\pm 2700$	$\pm 30/\pm 30/\pm 30$
ГKB-5-222-3	$\pm 2700/\pm 2700/\pm 2700$	$\pm 100/\pm 100/\pm 100$
ГKB-5-000-4	-	$\pm 1/\pm 1/\pm 1$
ГKB-5-222-5	$\pm 2700/\pm 2700/\pm 2700$	$\pm 2,5/\pm 2,5/\pm 2,5$
Примечание – Диапазоны измерений угловой скорости и линейного ускорения могут подбираться индивидуально на каждую ось по запросу заказчика.		

1.1.4 Устройство и работа

ГKB-5 состоит из триады датчиков угловой скорости, триады датчиков линейного ускорения (акселерометров), трехосного магнитометра и вычислителя. Датчики уг-

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛМАП.402131.028РЭ	Лист
						9

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

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

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 линейного ускорения, согласно формуле 1.5. В соответствии с формулой 1.5 видно, что наибольшая чувствительность и точность будет на углах близких к 0, наименьшая – на углах близких к 45 градусам.

$$\begin{aligned}\alpha &= \arctan\left(\frac{A_x}{\sqrt{A_y^2 + A_z^2}}\right) \\ \beta &= \arctan\left(\frac{A_y}{\sqrt{A_x^2 + A_z^2}}\right)\end{aligned}\tag{1.5}$$

Примечания

1 Рекомендуется использовать "Наборный пакет" для получения необходимых параметров. Настроить ГKB-5 можно согласно протоколу информационного обмена или с помощью демонстрационного программного обеспечения.

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

3 ГKB-5 имеет возможность обновления или доработки внутреннего ПО. Обновление происходит через демонстрационное ПО ГKB-5, входящее в комплект поставки.

1.1.5 Назначение выводов

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

Таблица 3 – Назначение выводов разъема ГKB-5

Цепь	Конт.	Назначение
Напряжение питания	8	Напряжение питания устройства 5 В $\pm 5\%$, типовое потребление 0,2 А
Общий	7	
RS422 TxD+ (B)	4	Основной четырехпроводной интерфейс RS-422 (линия передачи данных)
RS422 TxD- (A)	3	
RS422 RxD+ (B)	6	Основной четырехпроводной интерфейс RS-422 (линия приема данных)
RS422 RxD- (A)	5	
Выход синхронизации / RS485- (A)	9	Основное исполнение: цифровой выход синхронизации. Уровень лог. 1 – 3,3 В. Уровень лог. 0 – 0 В. Исполнение -01: цепь «А» интерфейса RS485
Не используется / RS485+ (B)	2	Основное исполнение: не используется. Уровень лог. 1 – 3,3 В. Уровень лог. 0 – 0 В. Исполнение -01: цепь «А» интерфейса RS485
Вход синхронизации	1	Цифровой вход синхронизации. Вход доопределен до 3,3 В резистором 10 кОм

1.1.5.1 Цепи питания ГKB-5

Контакты 8 (Плюс питания) и 7 (Общий) предназначены для подключения внешнего напряжения питания ГKB-5 от 4,85 до 5,25 В. Имеется встроенная защита от неверного подключения полярности питания. Имеется встроенная защита от всплесков питания, превышающих максимальное напряжение питания.

1.1.5.2 Основной цифровой интерфейс

В качестве основного цифрового интерфейса используется четырехпроводный асинхронный интерфейс RS-485. По умолчанию ГKB-5 непрерывно передает вычисленные данные с момента включения с частотой 1 кГц. Канал приема данных (5 и 6 контакты) предназначен для настройки ГKB-5.

1.1.5.3 Сигнал синхронизации

Контакты 1 и 9 предназначены для формирования сигналов синхронизации. Контакт 9 имеет две функции – выход синхронизации и сигнал полудуплексного интерфейса RS-485-(A), для выбора функции сигнала выхода синхронизации необходимо, чтобы дополнительный интерфейс был отключен.

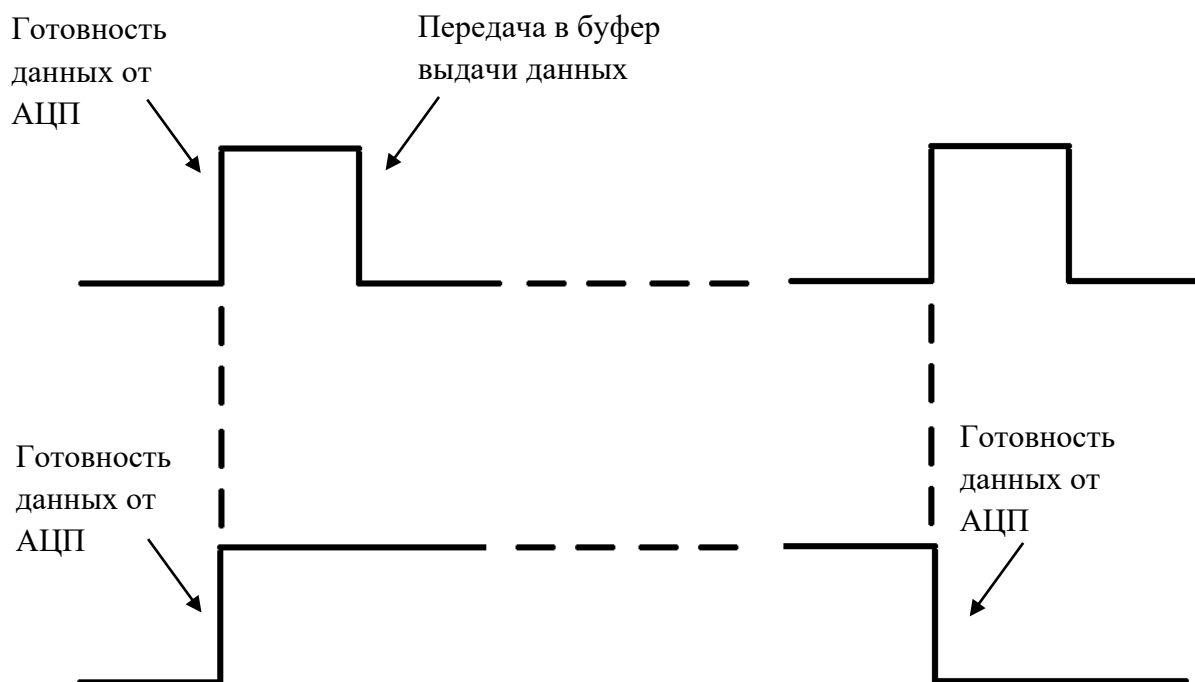
Возможен выбор режимов работы (выбор осуществляется согласно протоколу

Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛМАП.402131.028РЭ				Лист
									12

информационного обмена):

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

- Изменением состояния из «0» в «1» и из «1» в «0» происходит по сигналу готовности данных от внутреннего АЦП.



Примечание – Переключения происходят с учетом предделителя синхросигнала (см. протокол информационного обмена 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.

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Лист

13

2 – диапазон измерения угловой скорости $\pm 2700^\circ/\text{с}$;

4. Z – диапазон измерения угловой скорости по оси Z, десятичная цифра:

0 – ось не используется,

1 – диапазон измерения угловой скорости $\pm 900^\circ/\text{с}$,

2 – диапазон измерения угловой скорости $\pm 2700^\circ/\text{с}$;

5. А – диапазон измерения линейного ускорения, десятичная цифра:

0 – датчики линейного ускорения отсутствуют,

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 $\pm 2,5$ g по всем осям,

6 – диапазон измерения ускорений ± 100 g по оси X, ± 10 g по осям Y,

$$\mathbf{Z},$$

7 – диапазон измерения ускорений ± 100 g по оси Y, ± 10 g по осям X,

Z.

[illegible]

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).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
										16
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

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			Ед. изм.
	Мин.	Ном.	Макс.	Мин.	Ном.	Макс.	
Напряжение в цепи питания	4,75		5,25				В
Среднее напряжение на цепях прием данных (RX+ и RX-) по цифровым интерфейсам	минус 7	+ 12		минус 9	+ 14		В
Дифференциальное напряжение (по модулю) между цепями передачи данных (TX+ и TX-) - нагрузка 100 Ом - нагрузка 54 Ом							
	2	2,5		2	2,5		В
	1,5	2		1,5	2		В

Примечание – Присутствует защита от подачи напряжения обратной полярности.

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).

Маркировка изделия и его составных частей должна быть читаема и соответствовать прилагаемой эксплуатационной и сопроводительной документации.

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

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) Включить модуль

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

2.2) Включить лабораторный источник питания (ЛИПС) на выходное напряжение 5 В, мощность, потребляемая изделием, не должна превышать 1,5 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.

3) Убедиться в корректности выдаваемой информации:

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

- записать значение угловой скорости в покое, среднее значение угловой скорости за интервал не менее 10 с должно быть не более $\pm 0,1$ °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц должно быть не более 0,06 °/с для диапазона измерения угловой скорости ± 900 °/с. Для диапазона ± 2700 °/с за интервал не менее 10 с среднее значение угловой скорости – не более $\pm 0,3$ °/с, при этом СКО в полосе 1000 Гц должно быть не более 0,2 °/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 $(1 \pm 0,01)$ 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.

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-5 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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ	Лист
						18
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Подробное описание входного контроля технических характеристик изделия с использованием оборудования производителя указано в приложении Д.

2.2.4 Указание об ориентировании изделия

Ориентация осей ГKB-5 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 ГKB-5

Допустимая плоскостность установки ГKB-5 не более 0,03 мм на площадь 0,35 см². Шероховатость установочной поверхности не должна быть более $\sqrt{Ra}2.5$.

2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ГKB-5 с другими изделиями

ГKB-5 подключается к другим изделиям по 4-х проводному интерфейсу RS-485 согласно ЛМАП.402131.028Э5. 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 ГKB-5 установлен согласующий резистор номиналом 120 Ом по цепи приема данных.

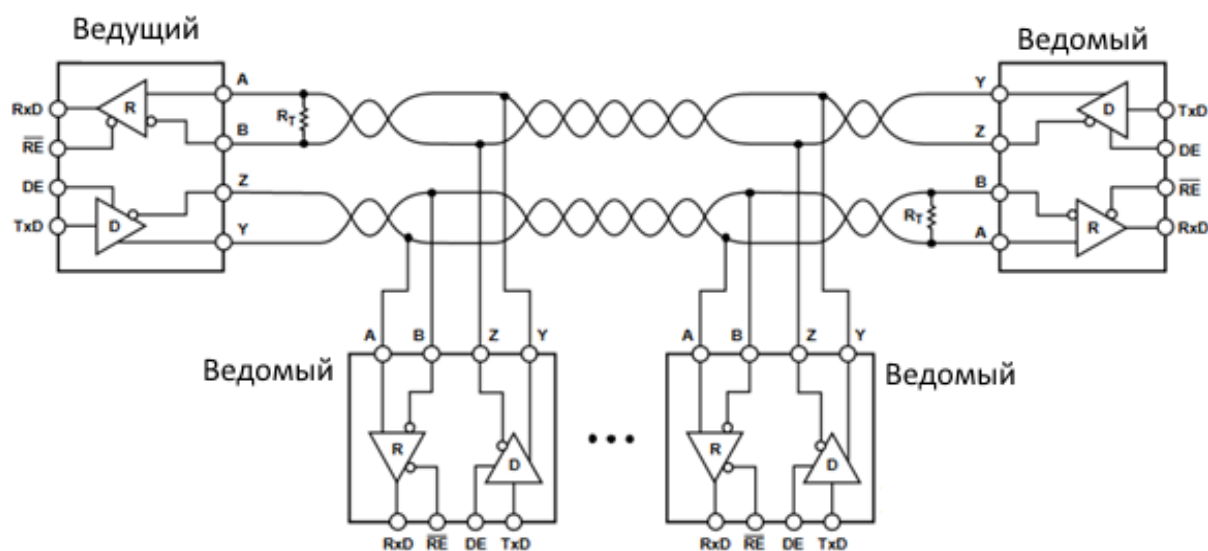


Рисунок 2.2 – Схема подключения в одну сеть нескольких изделий

Основные характеристики интерфейса RS-485:

- максимальная длина одного сегмента сети – 1200 м;
- максимальное количество узлов в сети – 256;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	19

б) выбран диапазон измерения угловой скорости без калибровки. Для модуля может быть выбран диапазон либо $\pm 900^\circ/\text{с}$, либо $\pm 2700^\circ/\text{с}$ 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 линейного ускорения
8	«1» – отказ оси Y канала линейного ускорения
9	«1» – отказ оси Z канала линейного ускорения

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛМАП.402131.028РЭ					21

3 ХРАНЕНИЕ

3.1 До установки в основное изделие ГKB-5 позволяет хранение в собственной упаковке в течение 4 лет в отапливаемых складских условиях.

3.2 Требования к условиям хранения устанавливаются с учетом ГОСТ В 9.003.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
										22
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

4 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

4.1 ГKB-5 в собственной упаковке сохраняет свои характеристики при транспортировании:

- железнодорожным транспортом без ограничения скорости на расстояние не менее 23 000 км, из них не менее 15 000 км на этапе эксплуатации;
- воздушным и водным транспортом без ограничения расстояния, скорости и высоты;
- автомобильным транспортом на расстояние не менее 3500 км, из них не менее 3000 км на этапе эксплуатации, по дорогам с твердым покрытием со скоростью не более 60 км/ч, из них по грунтовым дорогам не менее 500 км со скоростью не более 40 км/ч;
- на транспортировочной тележке со скоростью до 20 км/ч по дорогам с твёрдым покрытием и со скоростью не более 10 км/ч по улучшенным грунтовым дорогам на расстояние до 250 км (суммарно за весь период эксплуатации).

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	<i>ЛМАП.402131.028РЭ</i>					Лист
										23
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

Приложение А
(справочное)
Внешний вид ГKB-5

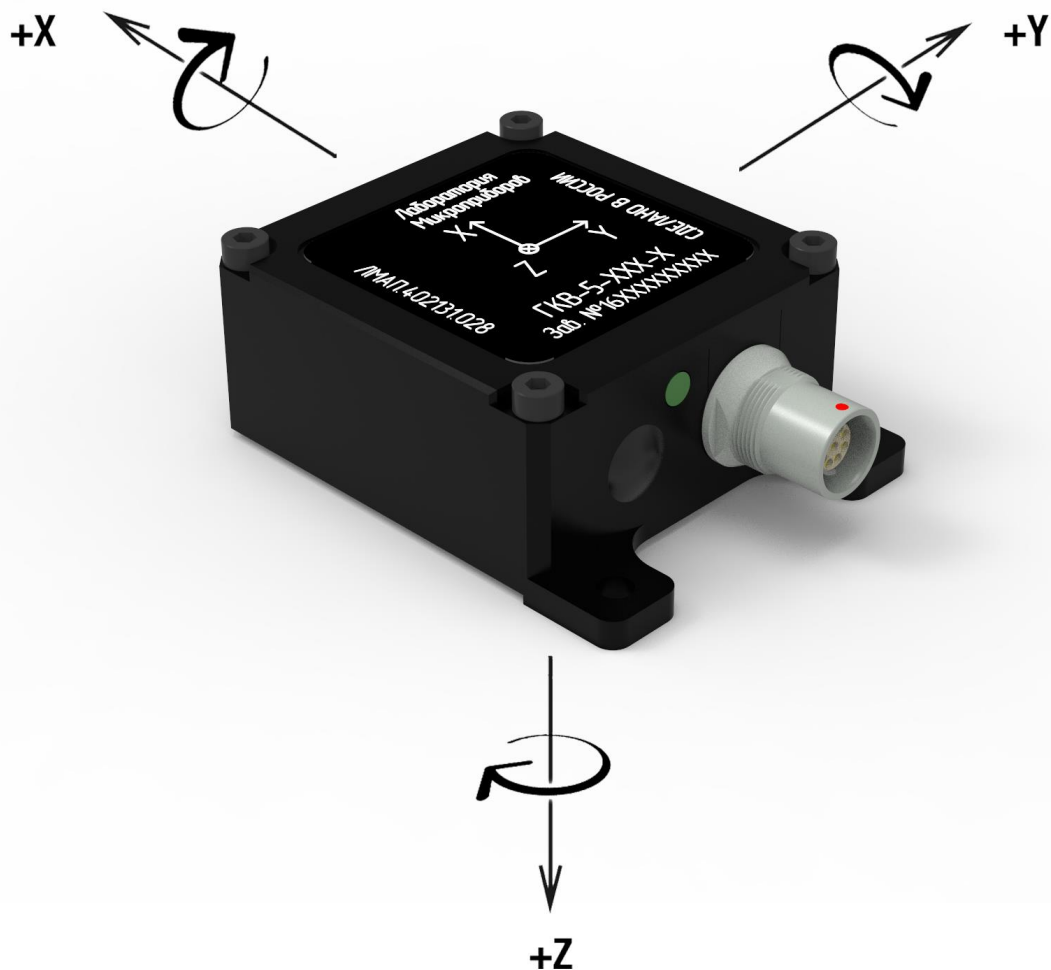


Рисунок А.1 – Общий вид ГKB-5 ЛМАП.402131.028

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

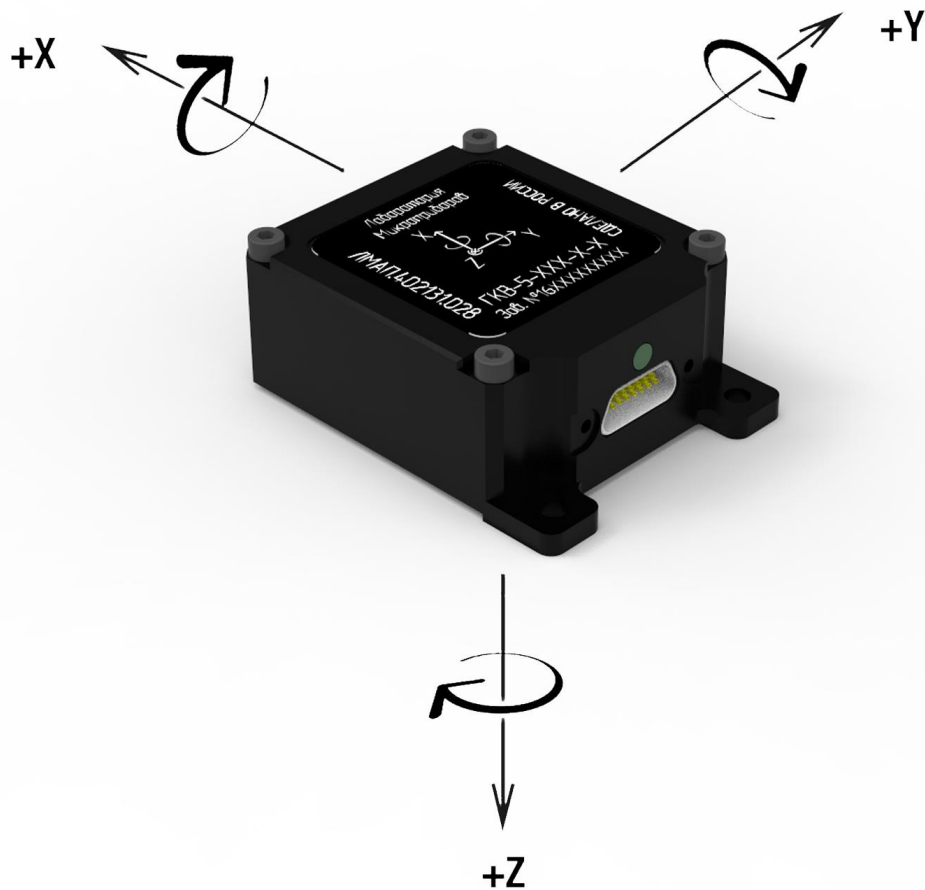


Рисунок А.2 – Общий вид ГКВ-5 ЛМАП.402131.028-01

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Приложение Б
(справочное)

Габаритные, установочные и присоединительные размеры

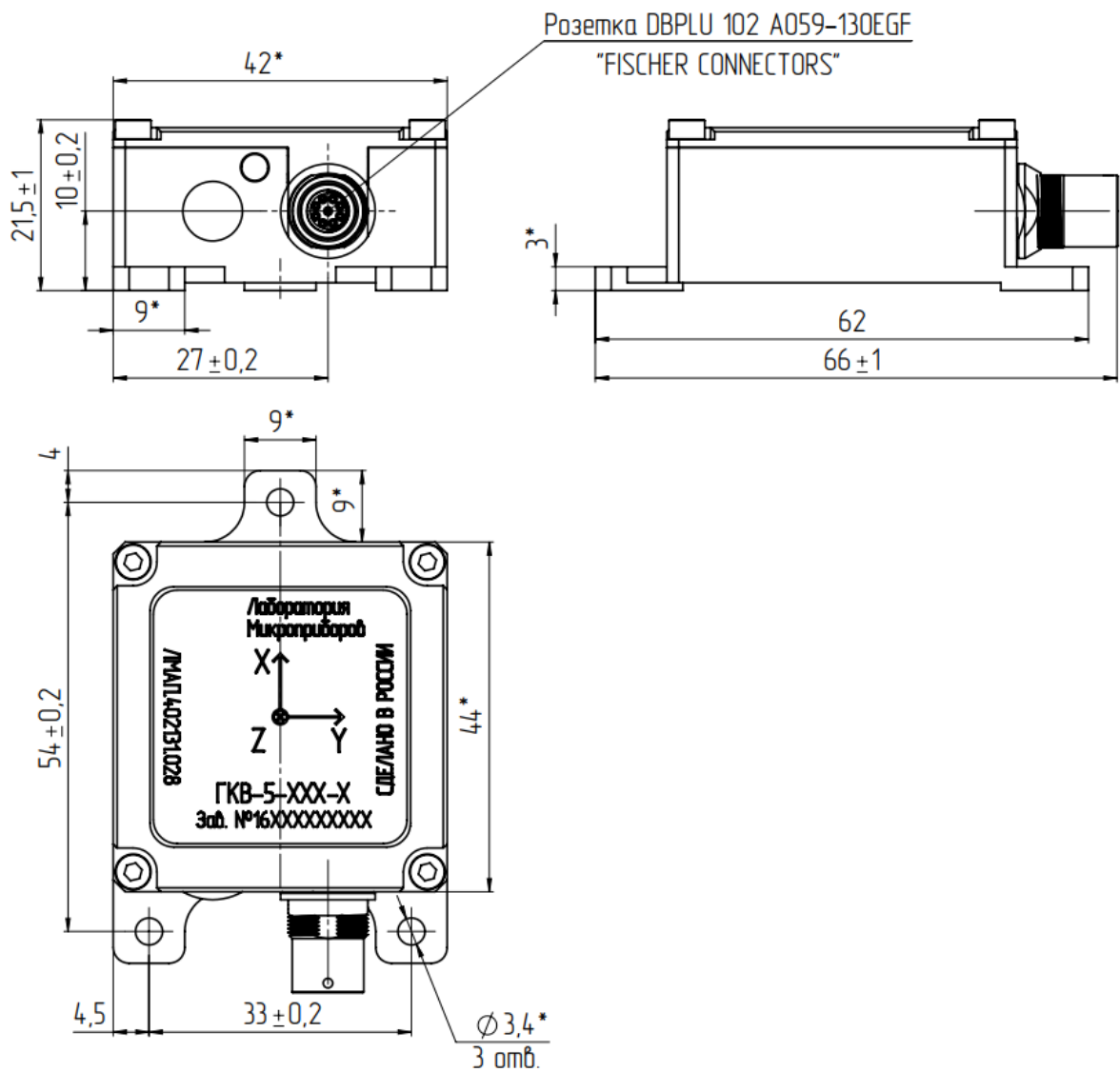


Рисунок Б.1 – Габаритный чертеж ГКВ-5 ЛМАП.402131.028

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

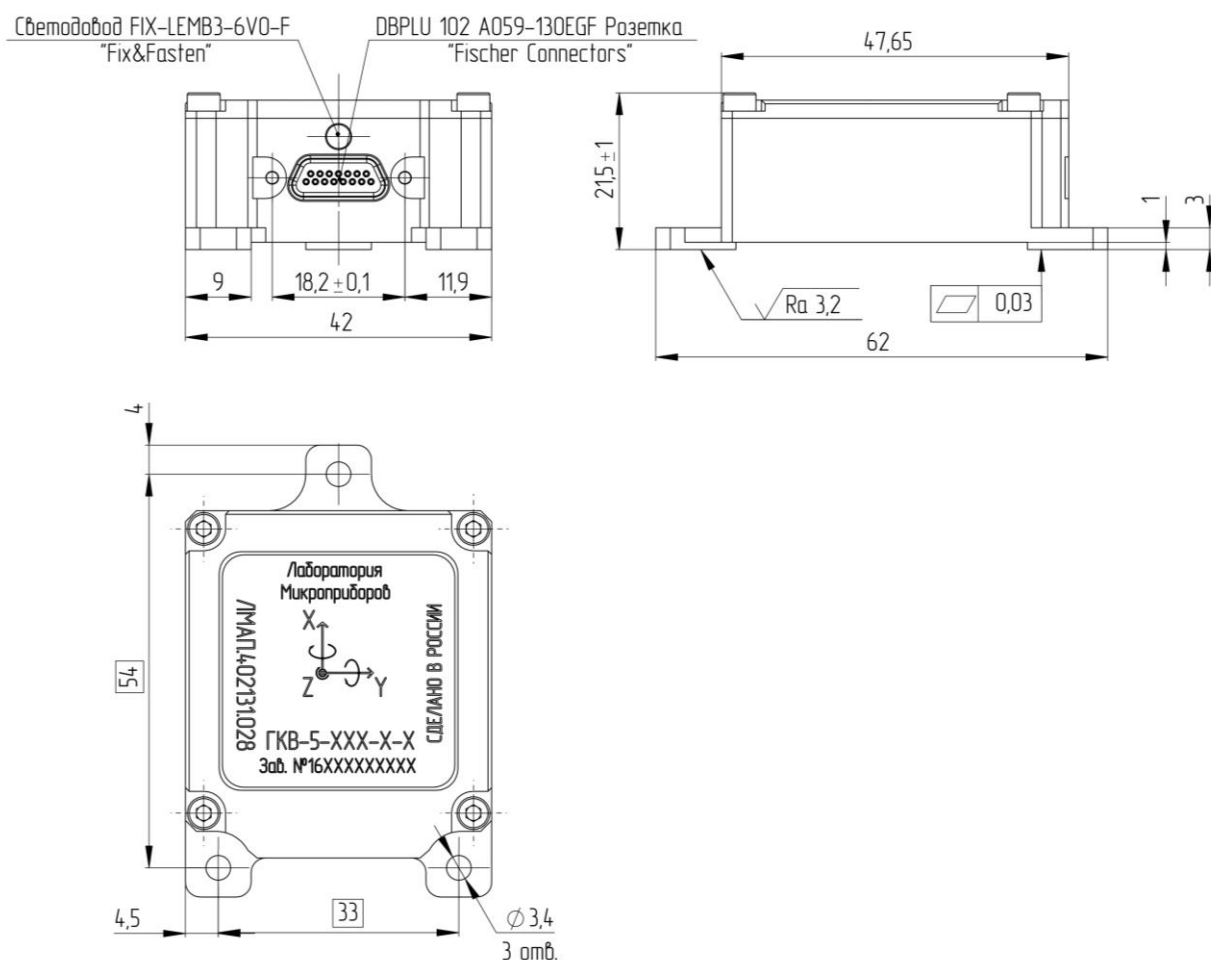


Рисунок Б.2 – Габаритный чертеж ГКВ-5 ЛМАП.402131.028-01

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

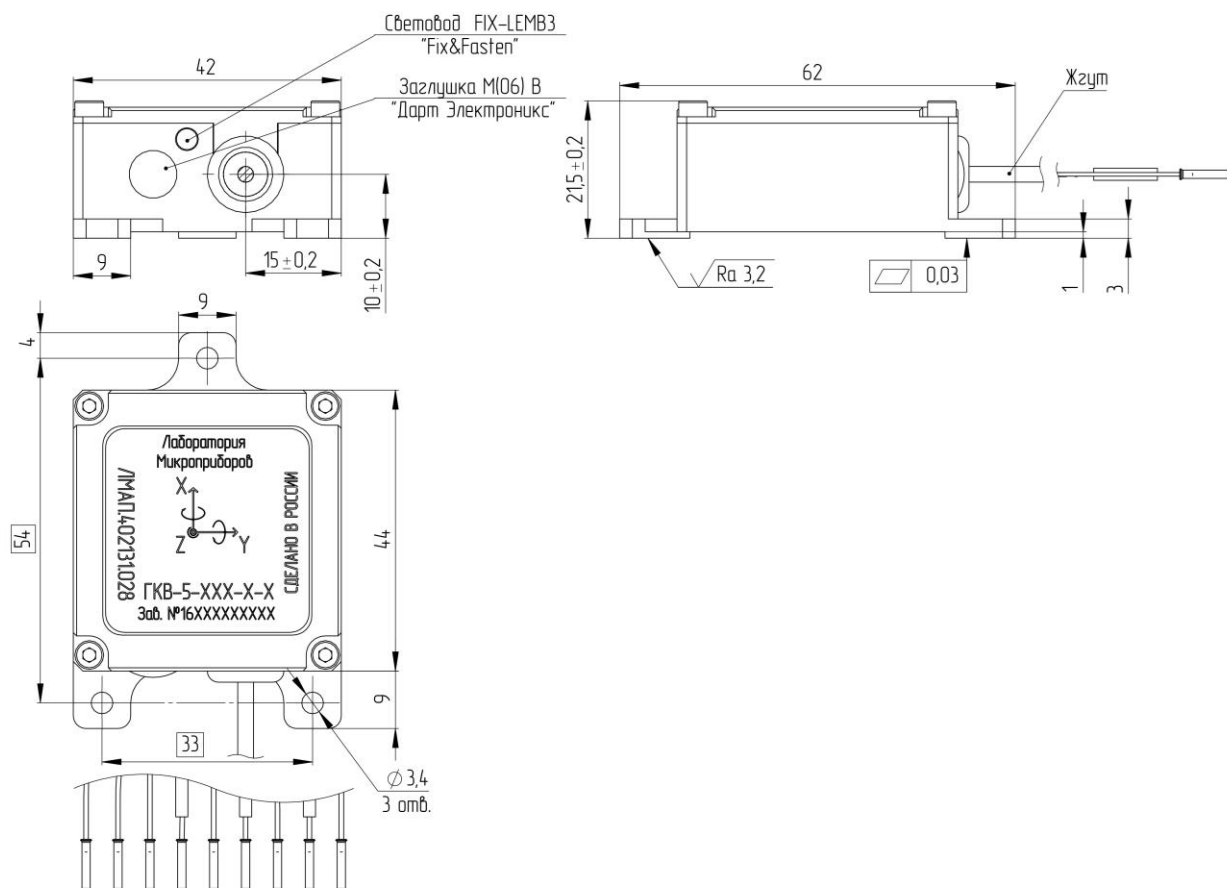


Рисунок Б.3 – Габаритный чертеж ГКВ-5 ЛМАП.402131.028-02

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
ЛМАП.402131.028РЭ				Лист
				29

Приложение В
(справочное)
Обозначение контактов

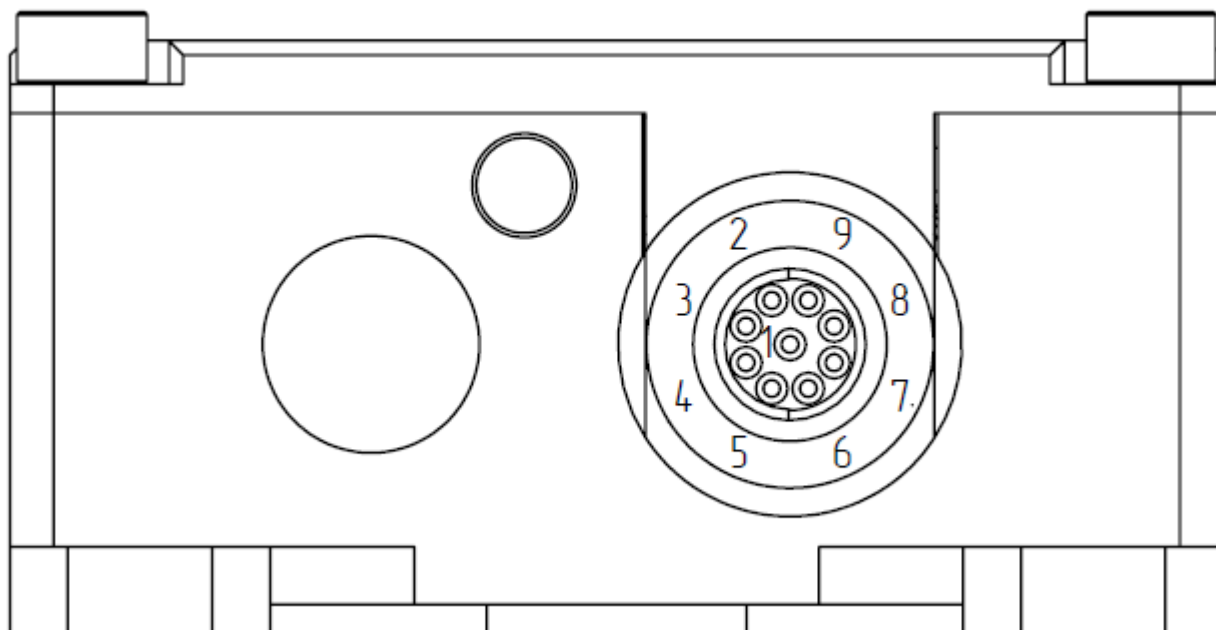


Рисунок В.1 – Обозначение контактов розетки DBPLU 102 A059-130EGF

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата							
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист	30

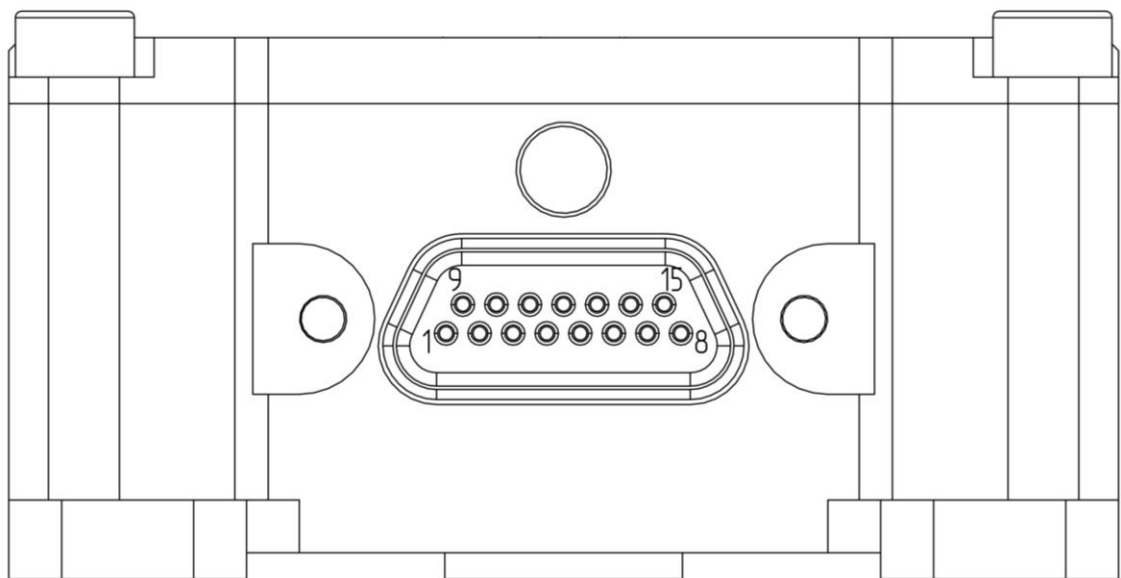


Рисунок В.2 – Обозначение контактов розетки MWDM2L-15SSP

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Таблица В.1 – Обозначение проводов МС16-13

Цепь	Конт.	Цвет провода/ТУТ	Назначение
Напряжение питания	8	Красный	Напряжение питания устройства 5 В $\pm 5\%$, типовое потребление 0,2 А
Общий питания	7	Чёрный	
RS-485 TxD+ (B)	4	Синий	Основной четырехпроводной интерфейс RS-422 (линия передачи данных)
RS-485 TxD- (A)	3	Синий/черный	
RS-485 RxD+ (B)	6	Зелёный	Основной четырехпроводной интерфейс RS-422 (линия приема данных)
RS-485 RxD- (A)	5	Зелёный/черный	
Выход синхронизации / RS485- (A)	2	Жёлтый	Основное исполнение: цифровой выход синхронизации. Уровень лог. 1 – 3,3 В. Уровень лог. 0 – 0 В. Исполнение -01: цепь «А» интерфейса RS485
Не используется / RS485+ (B)	9	Жёлтый/черный	Основное исполнение: не используется. Уровень лог. 1 – 3,3 В. Уровень лог. 0 – 0 В. Исполнение -01: цепь «А» интерфейса RS485
Вход синхронизации	1	Белый	Цифровой вход синхронизации. Вход доопределен до 3,3 В резистором 10 кОм

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ					Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						32

Схема рабочего места входного контроля изделия



Конт.	Цель	Назначение
5	RS-485 RXD- (A)	Вход A и B полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
6	RS-485 RXD+ (B)	
3	RS-485 TXD- (A)	Выход A и B полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
4	RS-485 TXD+ (B)	
1	Вход синх. сигнала	Входная цель синхронизации
9	RS-485 - (A)	Цели A и B полудуплексного цифрового интерфейса RS 485
2	RS-485 + (B)	
8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства
7	Общий питания	Общий питания, сигналов и интерфейсов

Соединение проводов цепи 7 произвести у вилки S102A059-130, FISHER.

Для ГКВ-5 ЛМАП.402131.028

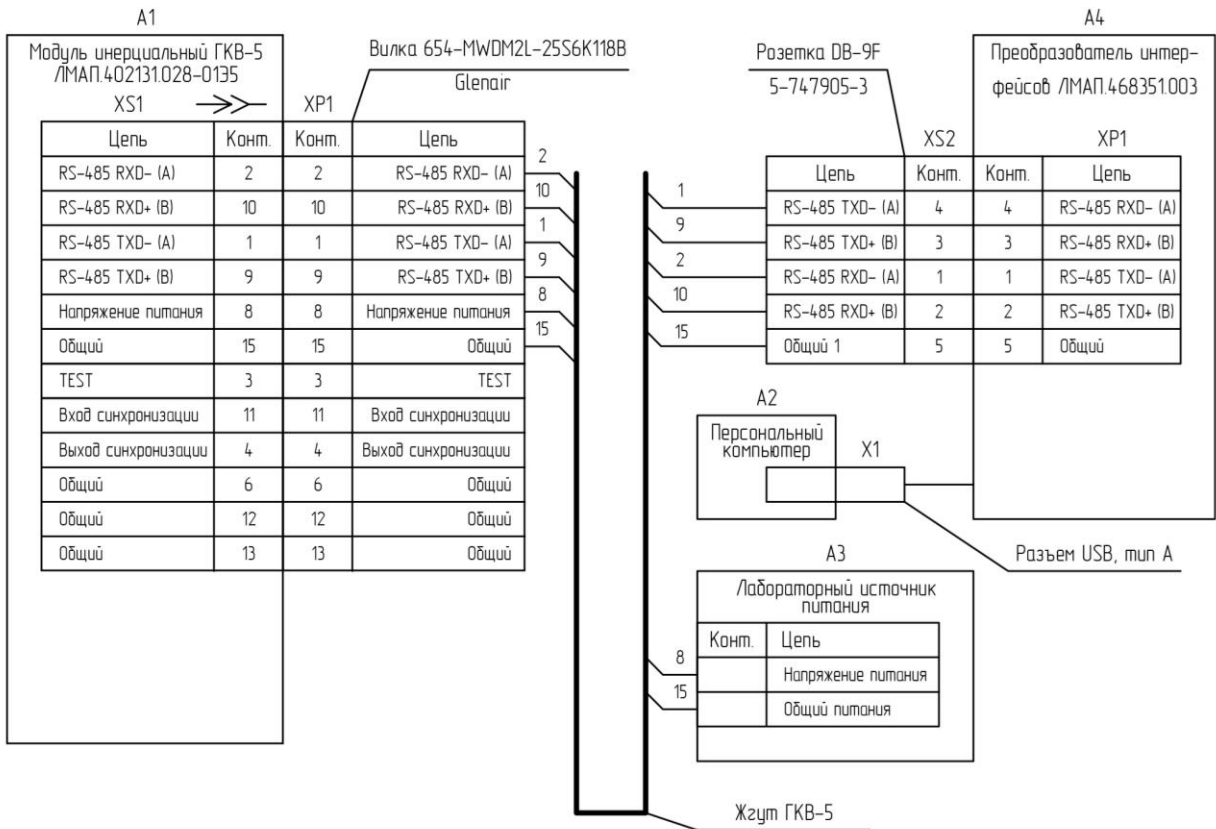


Таблица 1

Конт.	Цепь	Назначение
2	RS-485 RXD- (A)	Вход А и В полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
10	RS-485 RXD+ (B)	
1	RS-485 TXD- (A)	Выход А и В полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
9	RS-485 TXD+ (B)	
11	Вход синх. сигнала	Входная цепь синхронизации
4	Выход синх. сигнала	Выходная цепь синхронизации
3	TEST	Тестовая цепь. Не подключать
6, 12, 13	Общий	Тестовый контакт, соединенный с цепью
8	Напряжение питания	Напряжение питания устройства
7	Общий питания	Общий питания, сигналов и интерфейсов

Для ГKB-5 ЛМАП.402131.028-01

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

(справочное)

Инструкция по входному контролю технических характеристик изделия

Инструкция по входному контролю технических характеристик изделия предназначена для проведения входного контроля с использованием демонстрационного ПО производителя.

Необходимый перечень оборудования для проведения входного контроля:

- жгут ГKB-5-02 ЛМАП.685621.004 или аналогичный;
- преобразователь интерфейсов USBHS-RS422485 ЛМАП.468351.002, MOXA Uport1130/1150 или аналогичный;
- ПК с операционной системой Windows7 или Windows10 и установленным пакетом Visual C++ Redistributable Packages for Visual Studio 2015 x86 (пакет можно установить с сайта <https://www.microsoft.com/> или с флеш-накопителя в папке \Доп.ПО\Visual C++ Redistributable Packages for Visual Studio 2015 x86\vc_redist.x86.exe);
- на ПК должна быть установлена программа для работы с таблицами (Microsoft Excel или LibreOffice Calc или другой подобный программный продукт);
- лабораторный источник постоянного напряжения (ЛИПС) с диапазоном выходного напряжения от 5 до 36 В, с ограничением тока не менее 1 А.

Д.1 Собрать схему подключения изделия, согласно приложения Г. ЛИПС должен выдавать постоянное напряжение питания от 4.75 до 5,25 В, и иметь ограничение по току не менее 1 А.

Д.2 Подключить преобразователь интерфейсов в USB порт ПК.

Д.3 Включить ЛИПС. Мощность потребления изделия не должна превышать 1,5 Вт.

Д.4 Открыть демонстрационное ПО (файл QInertsys.exe) на ПК.

Демонстрационное ПО передается с изделием на флеш-накопителе или можно получить по запросу.

Д.4.1 Зайти во вкладку «Настройки» (рис.Д1). Далее описаны действия для вкладки «Настройки».

QInertsys 1.4.24.0

Окно Параметры

Данные

Визуализация

Сеть

Карта

Настройки

Алгоритм

Фильтр

Прошивка

Порт

Определить

Последовательный порт (COM1)

Открыть

Установки

☐ CRC8

☐ nosleep

☐ Данп

Параметры устройства

Получить все

Параметры

Режим

Скорость интерфейса:

921600

Записать

Адрес:

0

Широковещательный запрос

Записать

Пределитель/скорость выдачи данных:

по запросу

Записать

Алгоритм:

Коды АЦП

Записать

Гиро X 900 град/сек

Гиро Y 900 град/сек

Гиро Z 900 град/сек

Записать

Акс по умолчанию

Магнетометр 4 гаусс

Записать

Пределитель выходного синхросигнала:

1

Записать

Тип входного синхросигнала:

Только статус

Записать

Тип дополнительного RS485:

Отключен

921600

Записать

Пропуск сэмплов ИМС с усреднением:

0

Записать

Параметры наборного пакета

Параметры DCM

Запись в файл

Начать запись данных в файл

☐ Добавлять в файл секунды

BIN

☒ Создавать .mat файл

Запись в .mat файл каждые, сэмплов:

600000

Команды

Тест

Запрос данных

Программный сброс

Доп команды

Fdata = 0,000 Гц

TX: нет

RX: нет

пропуск = 0

>

- Контроль – NoFlowControl.

Сохранить параметры порта, нажав кнопку «ОК».

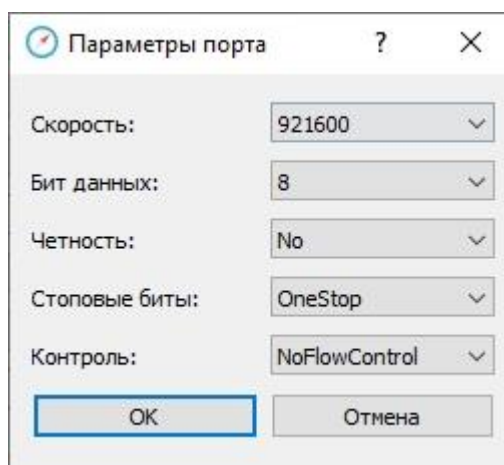


Рисунок Д3 – Параметры последовательного порта

Д.4.1.3 Нажать кнопку «Открыть» для открытия последовательного порта и начала приема данных от изделия.

Д.4.1.4 После открытия порта через 2-3 секунды в группе «Команды» появится частота получения данных от ГКВ (рис.Д4). Частота получения данных для настроек изделия по умолчанию должна быть 1000 ± 50 Гц (разброс связан с драйвером последовательного порта ОС Windows).

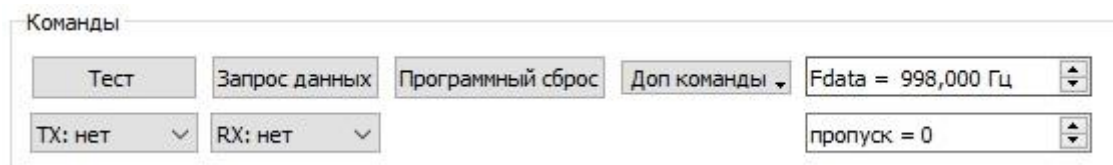


Рисунок Д4 – Отображение частоты получения данных от изделия

Д.4.1.5 Нажать кнопку «Получить все» в группе «Параметры устройства». Демонстрационное ПО отправит в изделие запрос на передачу настроек. Настройки по умолчанию должны быть согласно рисунку Д5.

Для сохранения любых настроек необходимо нажать кнопку «Записать».

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Параметры устройства

Получить все

Параметры Режим

Скорость интерфейса: 921600

Адрес: 0 Широковещательный запрос

Предделитель/скорость выдачи данных: 1 (1000Гц)

Алгоритм: Данные с датчиков

Гиро X 900 град/сек Гиро Y 900 град/сек Гиро Z 900 град/сек

Акс по умолчанию: Магнетометр 4 гаусс

Предделитель выходного синхросигнала: 1

Тип входного синхросигнала: Только статус

Тип дополнительного RS485: Отключен 921600

Пропуск сигналов ИНС с усреднением: 0

Записать

Параметры устройства

Получить все

Параметры Режим

☐ Ускорение в м/с² ☐ Угл. скорость в рад/с ☐ Углы в рад

Преобразование осей: XYZ ☐ Курс положительный

☐ Перевернуть X ☐ Перевернуть Y ☐ Перевернуть Z

☐ Наборный пакет данных ☐ Синхросигнал переключается ☒ Посылка данных по мере готовности

☐ Скорость от частоты АЦП ☐ Обрезка наборного пакета

Записать

Параметры наборного пакета

Параметры DCM

Рисунок Д5 – Настройки изделия по умолчанию

Д.4.1.6 В группе «Параметры устройства» во вкладке «Параметры» должны быть установлены следующие настройки изделия:

- «Адрес» – 0 или 1;
- «Предделитель/скорость выдачи данных» – 1 (1000 Гц);
- «Алгоритм» – Данные с датчиков;
- Диапазон измерения угловой скорости по всем осям 900 град./с (для ГКВ диапазон измерения угловой скорости задается аппаратно и прописывается в этикетке на изделие);
- «Предделитель выходного синхросигнала» – 1;
- «Тип входного синхросигнала» – только статус;
- «Тип дополнительного RS485» – отключен;
- «Пропуск сэмплов ИНС с усреднением» – 0.

Д.4.1.7 В группе «Параметры устройства» во вкладке «Режим» должны быть установлены следующие настройки изделия:

- Поля «Ускорение в м/с²», «Угл. скорость в рад/с», «Углы в рад», «Перевернуть X», «Перевернуть Y», «Перевернуть Z», «Синхросигнал переключается», «Скорость от частоты АЦП» должны быть пусты;

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.028РЭ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- «Преобразование осей:» – XYZ;
- В поле «Посылка данных по мере готовности» должна стоять галка;

Д.4.2 Визуальный контроль работы каналов измерения линейного ускорения и угловой скорости.

Д.4.2.1 Переключить на вкладку «Данные», подвкладку «Графики» (рис. Д6). Во вкладке в графическом представлении отображаются сигналы линейного ускорения (верхний график) и угловой скорости (нижний график). Установить время обновления 10 с (поле «Обработка за»).

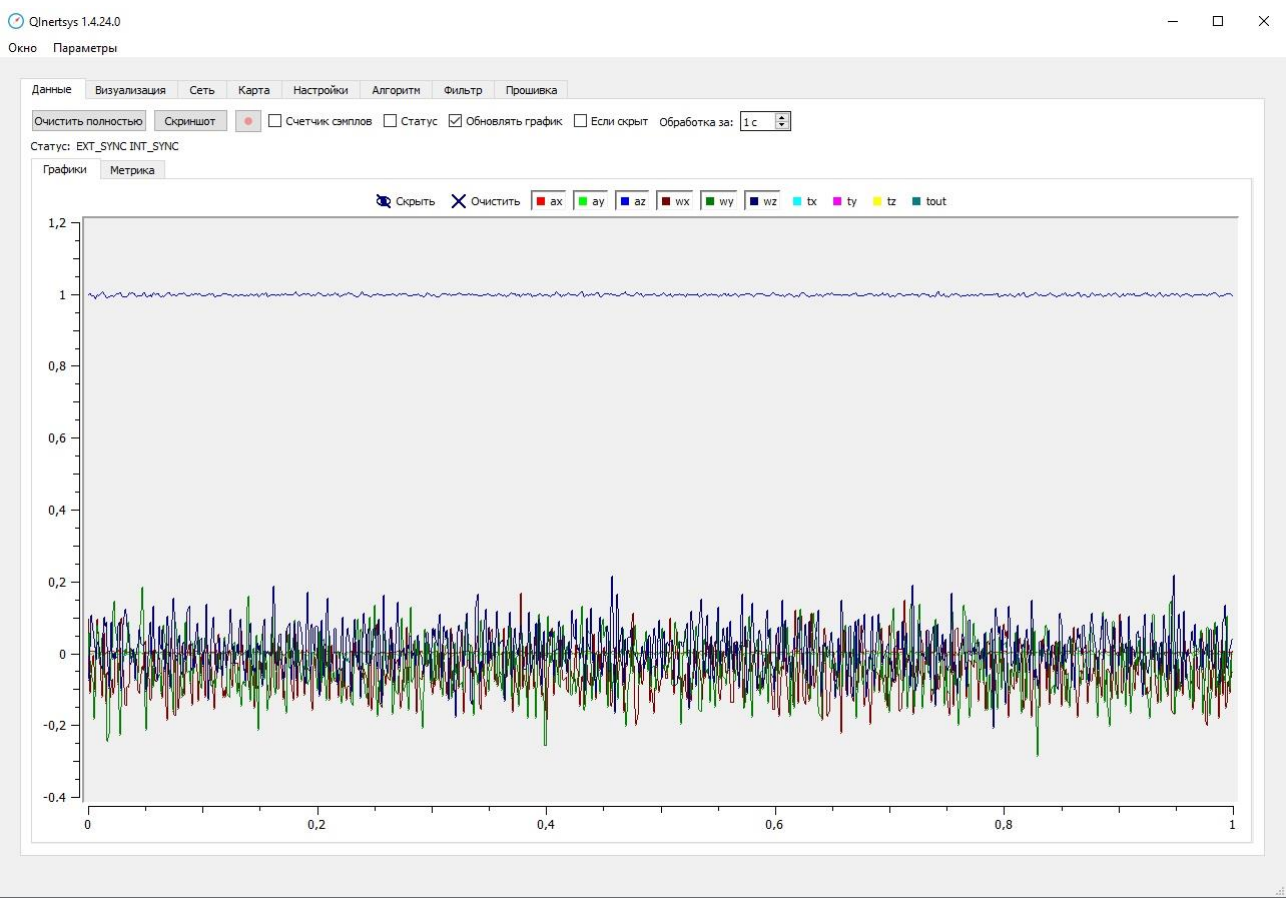


Рисунок Д6 – Графики во вкладке «Данные»

Д.4.2.2 Установить изделие на горизонтальной поверхности в состоянии покоя осью Z вверх.

На верхнем графике сигнал оси Z (az синий) канала линейного ускорения визу- ально должен быть близок к 1, а сигналы осей X, Y – к 0.

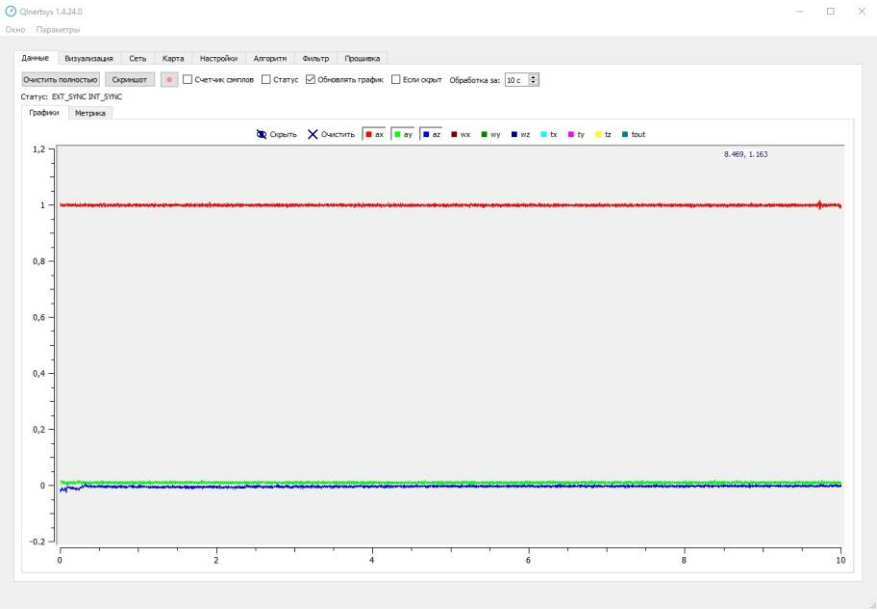
На нижнем графике сигналы канала угловой скорости должны быть близки к 0.

Д.4.3 Визуальный контроль направления осей канала линейного ускорения:

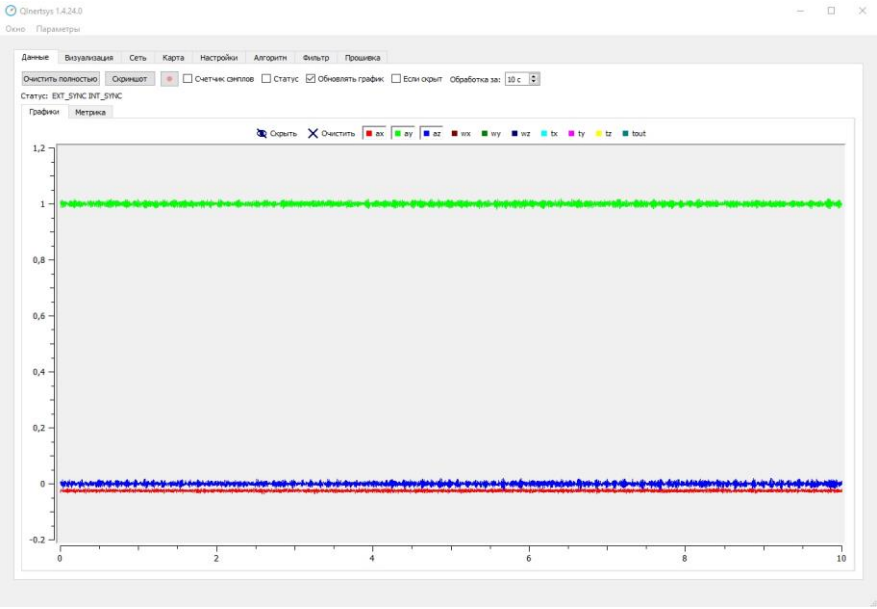
Д.4.3.1 последовательно расположить изделие осями X, Y, Z вверх, при этом на

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

графике значения сигналов осей линейного ускорения будут положительными (рисунок Д7, красный – ось X, зеленый – ось Y, синий – ось Z);



а)

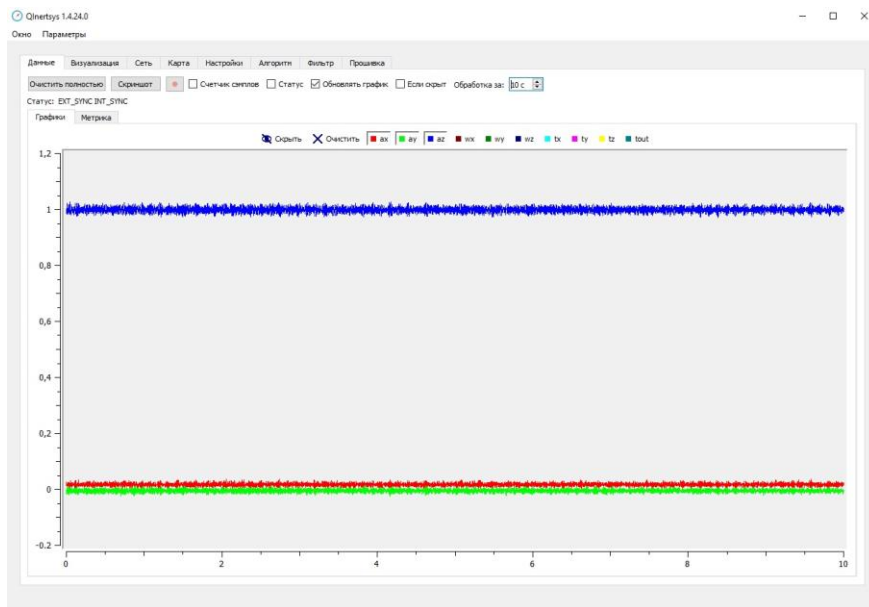


б)

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛМАП.402131.028РЭ

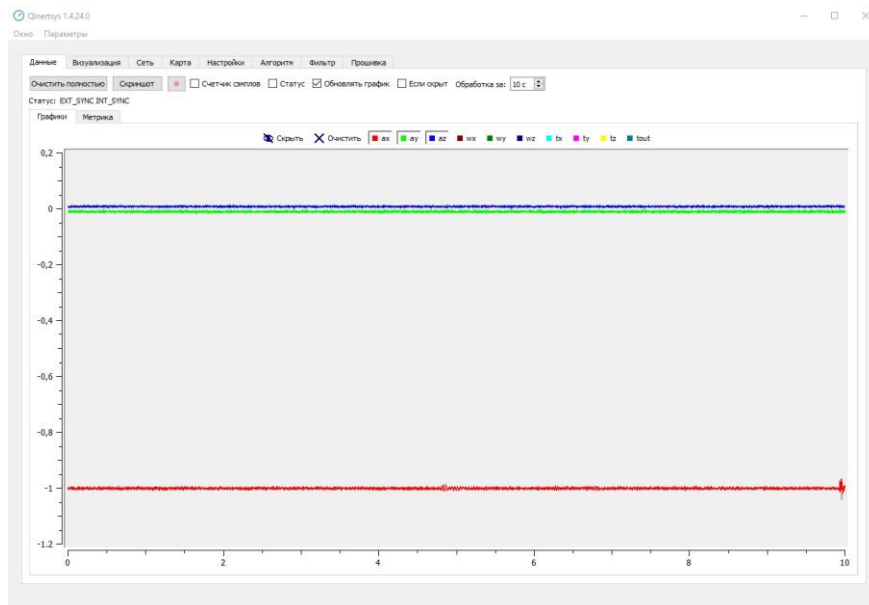


в)

а) ось X направлена вверх, б) ось Y направлена вверх, в) ось Z направлена вверх

Рисунок Д7 – Проверка направления осей канала линейного ускорения.

Д.4.3.2 последовательно расположить изделие осями X, Y, Z вниз, при этом на графике значения сигналов осей канала линейного ускорения будут отрицательным (рисунок Д8).



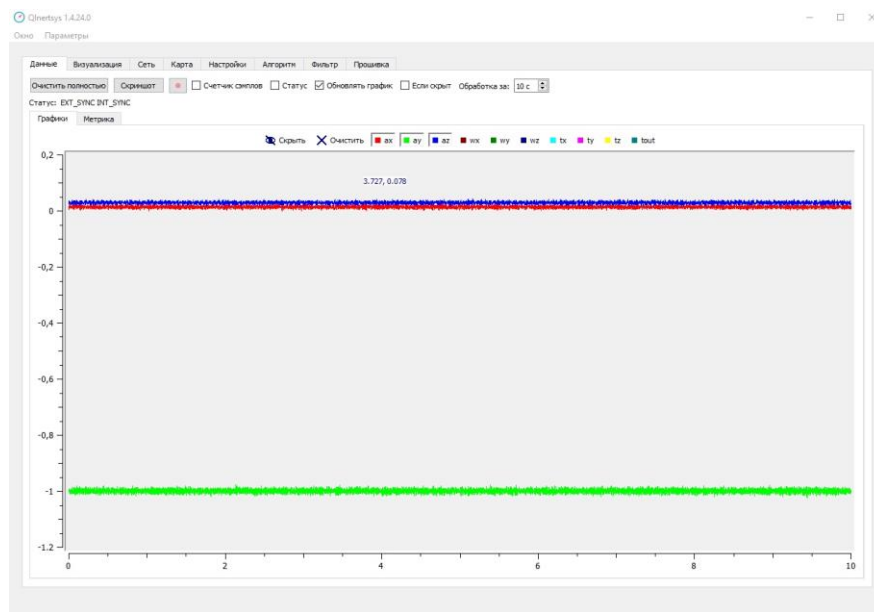
а)

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

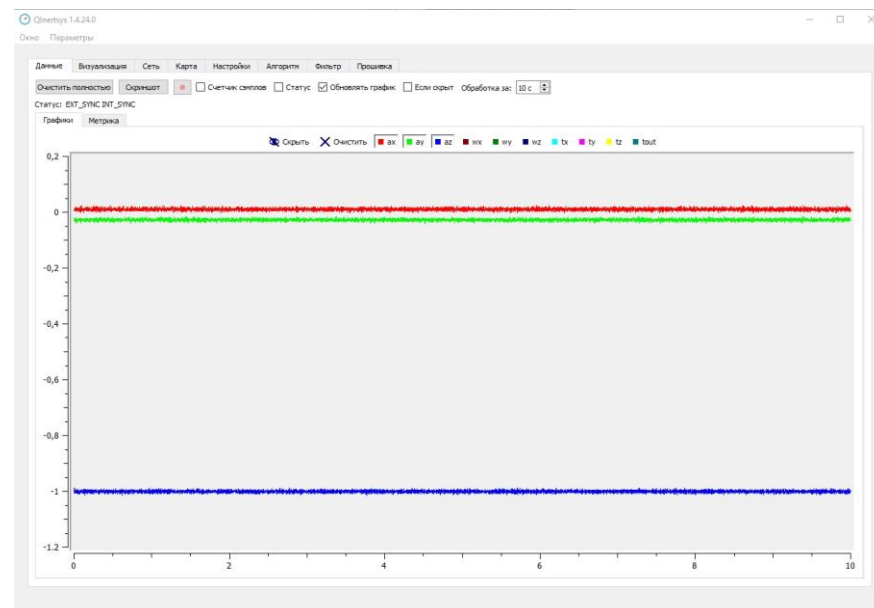
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.028РЭ

Лист
41



б)



в)

а) ось X направлена вниз, б) ось Y направлена вниз, в) ось Z направлена вниз

Рисунок Д8 – Проверка направления осей канала линейного ускорения.

Д.4.3.3 Проверка направления осей канала угловой скорости.

Провести визуальный контроль направления осей канала угловой скорости (на рисунке Д9 изображены сигналы поворота вокруг оси Z по часовой стрелке и против часовой стрелки):

а) повернуть изделие последовательно вдоль осей X, Y, Z по часовой стрелке, сигналы угловой скорости должны быть положительными;

б) повернуть изделие последовательно вдоль осей X, Y, Z против часовой стрелки, сигналы угловой скорости должны быть отрицательными.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛМАП.402131.028РЭ



а)

б)

а) вращение по часовой стрелке, б) вращение против часовой стрелки

Рисунок Д9 – Повороты вокруг оси Z канала угловой скорости

Д.4.4 Проверка сигналов канала линейного ускорения и угловой скорости

Д.4.4.1 Установить изделие на неподвижное основание, обеспечить покой. Перейти на вкладку «Настройки» в группе «Запись в файл» из списка справа выбрать «CSV» и нажать на поле «Начать запись данных в файл» (начало записи файла, см. рис.Д10), далее выждать 10 с и повторно нажать на поле, «Остановить запись данных в файл». В корневой папке демонстрационного ПО будет создан файл с названием в виде текущей даты, временем, выбранным типом передаваемого пакета и расширением csv (пример 2019-03-13 07.50.35.921_RawData.csv, где 2019-03-13 – дата записи, 07.50.35.921 – время записи, RawData – выбранный тип передаваемого пакета, дата и

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛМАП.402131.028РЭ

Лист

43

время демонстрационное ПО получает от операционной системы).

Запись в файл

☒ Начать запись данных в файл

☐ Добавлять в файл секунды

CSV

☐ Создавать .mat файл

Запись в .mat файл каждые, сэмплов:

600000

Рисунок Д10 – Запись данных от изделия через демонстрационное ПО

Д.4.4.2 Открыть файл созданный в Д.4.4.1 с помощью программ Microsoft Excel или LibreOffice Calc (рис.Д11) или аналогичного ПО для работы с таблицами. Ячейки, соответствующие ячейкам M1, N1, O1, P1, Q1, R1 на рисунке Д11, назвать ax, ay, az, wx, wy, wz соответственно.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	sample_cnt	status	a[0]	a[1]	a[2]	w[0]	w[1]	w[2]	t[0]	t[1]	t[2]	t[3]	ax	ay	az	wx	wy	wz	
2	28207,00000	1025,00000	-0,00387	0,0079752	1,00053	0,0736308	0,0946975	0,002035	46,74270	45,58460	37,37340	46,66850	0,00023	0,00676	1,00043	-0,00426	-0,01374	-0,00359	Среднее
3	28208,00000	1025,00000	-0,00046	0,0076985	0,997305	0,0287552	0,139163	-0,015884	46,74270	45,58460	37,37340	46,66850	0,00158	0,00371	0,45203	0,04021	0,04163	0,03936	СКО
4	28209,00000	1025,00000	-0,00271	0,004697	0,999804	0,057811	0,087159	-0,05012	46,74270	45,58460	37,37340	46,66850	1,00045						Длина вектора кажущегося линейного ускорения
5	28210,00000	1025,00000	0,000343	0,006174	1,00266	-0,01383	-0,10237	-0,03743	46,74270	45,58460	37,35620	46,66850							
6	28211,00000	1025,00000	0,003104	0,005205	1,00014	-0,03937	-0,15073	0,026447	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
7	28212,00000	1025,00000	0,003038	0,008502	0,998797	0,070386	0,045791	-0,00346	46,74270	45,58460	37,35190	46,66850							
8	28213,00000	1025,00000	0,001194	0,009202	1,00031	0,072245	0,02508	-0,08766	46,74270	45,58460	37,35620	46,66850							
9	28214,00000	1025,00000	0,001242	0,006606	1,00128	0,047593	-0,00507	-0,00785	46,74270	45,58460	37,35620	46,66850							
10	28215,00000	1025,00000	0,000429	0,012485	1,00113	0,035882	-0,05655	-0,00774	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
11	28216,00000	1025,00000	-0,00191	0,011395	1,00185	-0,10743	-0,07292	0,003022	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
12	28217,00000	1025,00000	0,003525	0,008463	0,999791	-0,01774	-0,04682	-0,06693	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
13	28218,00000	1025,00000	0,000538	0,008997	0,998537	0,018926	-0,00733	-0,02417	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
14	28219,00000	1025,00000	0,000183	0,011566	1,00231	0,078411	-0,00119	-0,06333	46,74270	45,57450	37,35190	46,66850							
15	28220,00000	1025,00000	-0,00292	0,008697	1,00326	-0,11432	0,01072	-0,00669	46,74270	45,57450	37,35190	46,66850							
16	28221,00000	1025,00000	-0,00202	0,005857	1,00066	-0,1471	-0,00506	-0,01718	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
17	28222,00000	1025,00000	0,001856	0,007137	0,999612	-0,04241	-0,04179	-0,00437	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
18	28223,00000	1025,00000	0,002514	0,00583	1,00034	0,052157	-0,04465	0,037576	46,74270	45,57450	37,35620	46,66850							
19	28224,00000	1025,00000	0,001888	0,010866	0,996936	-0,00488	-0,04215	0,025206	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
20	28225,00000	1025,00000	0,001773	0,007842	0,996841	-0,03737	-0,04303	-0,0529	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
21	28226,00000	1025,00000	0,001619	0,007851	0,999089	-0,09728	0,036277	-0,06704	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
22	28227,00000	1025,00000	0,00264	0,007294	1,00187	-0,00573	-0,12543	0,044838	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
23	28228,00000	1025,00000	0,000221	0,007986	0,999016	0,058213	-0,11011	0,080792	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
24	28229,00000	1025,00000	0,001678	0,00913	1,00157	0,055779	-0,02018	0,021177	46,73270	45,57450	37,35190	46,66850							
25	28230,00000	1025,00000	0,00142	0,006161	1,00388	-0,00189	0,025054	-0,0223	46,73270	45,57450	37,35620	46,66850							
26	28231,00000	1025,00000	0,004581	0,00709	1,00369	0,050776	-0,00597	-0,04503	46,73270	45,57450	37,35620	46,66850							
27	28232,00000	1025,00000	0,001409	0,00922	0,999327	0,061752	-0,04253	0,017489	46,73270	45,57450	37,35620	46,66850							

Рисунок Д11 – Вычисление характеристик инерциальных датчиков изделия для проведения входного контроля.

Для последующих вычислений в программе Microsoft Excel точки, разделяющие целое от части должны быть запятыми (можно заменить все точки через команду ctrl+N). В ячейки M2, N2, O2, P2, Q2, R2 занести формулу вычисления среднего арифметического значения (Д.2) угловой скорости и линейного ускорения по осям x, y, z.

Для вычисления среднего арифметического значения линейного ускорения в ячейке M2 занести формулу

=СРЗНАЧ(С2:С10001), (Д.2)

где СРЗНАЧ – функция вычисления среднего арифметического значения набора данных,

С2:С10001 – ячейки со значениями ускорений по оси X, соответствующих 10000 отсчетов или 10 с.

Для вычисления ускорений по осям Y, Z и угловых скоростей по осям X, Y, Z

Д.4.4.3 В ячейки М3, N3, О3, Р3, Q3, R3 занести формулу вычисления средне-квадратического отклонение (СКО) значения линейного ускорения и угловой скорости (Д.3) для Microsoft Excel и (Д.4) для LibreOffice Calc по осям x, y, z:

$$=CTOTKJ(C2:C10001), \quad (Д.4)$$

C2:C10001 – ячейки со значениями ускорений по оси X, соответствующих 10000 отсчетам или 10 с.

Д.4.4.4 В ячейку М4 занести формулу вычисления длины вектора ускорения ($\sqrt{ax^2 + ay^2 + az^2}$):

где КОРЕНЬ – функция вычисления квадратного корня.

Д.4.4.5 В результате Д.4.4.1 – Д.4.4.4 должна получиться таблица, как на рисунке Д11. Значения среднего арифметического значения сигналов канала угловой скорости за время усреднения 10 с не должно превышать $\pm 0,1$ °/с. Значение СКО сигналов канала угловой скорости за время 10 с для диапазона ± 900 °/с не должно превышать 0,06 °/с, для диапазона ± 2700 °/с не должно превышать 0,2 °/с. Значение СКО сигналов канала линейного ускорения должен быть согласно таблице Д1. Длина вектора линейного ускорения должна быть согласно таблице Д1.

Таблице Д1 – Длина вектора линейного ускорения

Диапазон измерения канала линейного ускорения, g	СКО канала ускорения, g	Длина вектора канала ускорения в покое, g
± 1	0,001	1 ± 0,001
± 2,5	0,0016	1 ± 0,0015
± 10	0,0025	1 ± 0,003
± 30	0,003	1 ± 0,006
± 100	0,03	1 ± 0,015

При несоответствии работы изделия и его характеристик требованиям методики проведения входного контроля изделие считают не прошедшим входной контроль.

[illegible]

Лист регистрации изменений

[illegible]