

Утвержден
ЛМАП.402131.010-ЛУ

ДАТЧИК УГЛОВОЙ СКОРОСТИ

ТГ-18

Руководство по эксплуатации

ЛМАП.402131.010РЭ

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

Перв. примен.	ЛМАП.402131.010	СОДЕРЖАНИЕ		
		ВВЕДЕНИЕ 3		
Справ. №		1 Описание и работа 4		
		1.1 Описание и работа изделия..... 4		
Подп. и дата		1.1.1 Назначение изделия 4		
		1.1.2 Технические характеристики..... 4		
Инв. № дубл.		1.1.3 Состав изделия 7		
		1.1.4 Устройство и работа 7		
Взам. инв. №		1.1.5 Назначение выводов 10		
		1.1.6 Маркировка и пломбирование..... 10		
Подп. и дата		1.1.7 Упаковка 11		
		2 Использование по назначению 12		
Инв. № подл.		2.1 Предельные и предельно-допустимые режимы работы 12		
		2.2 Подготовка изделия к использованию..... 12		
Изм	Лист	2.2.1 Меры безопасности при подготовке изделия..... 12		
		2.2.2 Объем и последовательность внешнего осмотра изделия 12		
№ докум.	Подп.	2.2.3 Проверка готовности изделия к использованию 12		
		2.2.4 Указание об ориентировании изделия 13		
Дата		2.2.5 Указание об установке ТГ-18 13		
		2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ТГ-18 с другими изделиями..... 14		
Изм	Лист	2.2.7 Протокол информационного обмена 14		
		2.2.8 Перечень возможных неисправностей изделия в процессе его подготовки и рекомендации по действиям при их возникновении..... 14		
№ докум.	Подп.	3 Хранение..... 16		
		4 Транспортирование..... 17		
Дата		Приложение А Внешний вид ТГ-18..... 18		
		Приложение Б Габаритные, установочные и присоединительные размеры..... 19		
Изм	Лист	Приложение В Схема рабочего места входного контроля изделия..... 20		
ЛМАП.402131.010РЭ				
Датчик угловой скорости				
ТГ-18				
<i>Руководство по эксплуатации</i>				
		Лит.	Лист	Листов
		0	2	20
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Пров.	Н.отд	Н.контр.	Утв.
Захаров	Каменский		Соломкина	Михеев

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления с техническими характеристиками, условиями эксплуатации, настройки, транспортирования и хранения датчика угловой скорости ТГ-18 ЛМАП.402131.010ТУ (далее – ДУС или ТГ-18).

В состав ТГ-18 входят триада датчиков угловой скорости и вычислитель.

К работе с ТГ-18 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 ТГ-18:

ТГ-18-GRHI,

где G – Диапазон угловой скорости по трем осям;

R – Диапазон входного напряжения;

H – Подогрев;

I – Интерфейс.

Примечание – более подробная информация по исполнениям ТГ-18 указана в 1.1.3 Состав изделия.

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

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

3

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Описание и работа изделия

1.1.1 Назначение изделия

ТГ-18 – Датчик угловой скорости, который предназначен для измерения и выдачи угловой скорости.

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

Масса не более 150 г.

Габаритные размеры 55,5×52,5×22,5 мм.

1.1.2 Технические характеристики

Информационный обмен осуществляется по четырехпроводному интерфейсу RS-485. Параметры 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.402131.010Д1.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.010РЭ				Лист
									4
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Время включения, не более, с	1
Скорость обмена по RS-485, не более, мбит/с	3
Масса, кг, не более	0,150
Габаритные размеры, не более, мм	55,5×52,5×22,5
Условия эксплуатации - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха при температуре 25°С, %, не более - атмосферное давление, кПа	от минус 50 до +85 98 от 60 до 113

Примечания:

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

По внешним воздействующим факторам ТГ-18:

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

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

Таблица 1 к – Параметры широкополосной вибрации

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

– стойкий к воздействию механического удара однократного действия с пиковым ударным ускорением 1200 м/с² (120 g) и длительностью действия ударного ускорения от 0,5 – 2 мс;

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

– стойкий к воздействию пониженной температуры окружающей среды минус 50;

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

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

1.1.3 Состав изделия

Комплект поставки:

- 1) Датчик угловой скорости ТГ-18;
- 2) Упаковка ЛМАП.402915.004;
- 3) Этикетка ЛМАП.402131.010ЭТ;

ТГ-18 поставляется в исполнениях согласно таблице 2.

Таблица 2 – Исполнения ТГ-18

ТГ-18	-	G		P	H		I		
Характеристики ТГ		Диапазон измерения угловой скорости по осям X, Y, Z, °/с		Напряжение питания, В	Подогрев		Интерфейс		
		±900	±2700	9–15	Отсутствует	Есть	Аналог	RS-422	UART
Значения		4	5	1	0	-	-	1	-

Пример запроса: ТГ-18-5101 означает следующее:

Диапазон угловой скорости по трем осям – ± 2700 °/с;

Диапазон входного напряжения – 9 – 15 В;

Подогрев – отсутствует;

Интерфейс – RS-422.

1.1.4 Устройство и работа

В состав ТГ-18 входят триада датчиков угловой скорости и вычислитель. Датчики угловой скорости каждого ТГ-18 индивидуально калибруются в диапазоне рабочих температур.

1.1.4.1 Общие сведения о работе изделия

ТГ-18 предназначен для измерения и выдачи угловой скорости. Данные выдаются в калиброванном виде (а также могут передаваться в кодах АЦП, т.е. без калибровки). По умолчанию ТГ-18 настроен на выдачу калиброванных данных с датчиков (см.

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

7

Протокол ЛМАП.402131.010Д1), если иное не обговорено с заказчиком.

1.1.4.2 Алгоритмы работы изделия

Данные с датчиков

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

Общая модель датчиков описывается формулой 1.1.

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

где S – калиброванные данные датчика;

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

B0 – смещение нуля датчиков в кодах АЦП.

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

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

G – матрица масштабных коэффициентов.

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

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

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

Примечания

1 Рекомендуется использовать режим "Наборный пакет" для получения необходимых параметров. Настроить ТГ-18 можно согласно протоколу информационного взаимодействия ЛМАП.402131.010Д1 или использовать для настройки демонстраци-

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

8

онное программное обеспечение (ПО), которое работает по этому же протоколу.

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

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

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.010РЭ	Лист
						9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.1.5 Назначение выводов

Назначение выводов показано в таблице 3.

Таблица 3 – Назначение выводов разъема ТГ-18

Цепь	Цвет провода	Назначение
Напряжение питания	Красный	Положительный потенциал источника питания
Общий питания	Черный	Нулевой потенциал источника питания
RS485 TxD- (A)	Синий	Выход А и В цифрового полнодуплексного интерфейса RS-485
RS485 TxD+ (B)	Желтый	
RS485 RxD- (A)	Зеленый	Вход А и В полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
RS485 RxD+ (B)	Белый	

1.1.5.1 Цепи питания ТГ-18

Цепи напряжения питания и общий питания предназначены для подключения внешнего напряжения питания от 9 до 15.

1.1.5.2 Основной цифровой интерфейс

В качестве основного цифрового интерфейса используется четырехпроводный интерфейс RS-485. По умолчанию ТГ-18 непрерывно передает вычисленные данные с момента включения с частотой 1 кГц.

1.1.6 Маркировка и пломбирование

Маркировка наносится на корпусе ТГ 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: ТГ-18-XYZ, где

1. ТГ-18 – наименование изделия;
2. G – диапазон измерения угловой скорости по осям X, Y, Z, десятичная цифра:
0 – ось не используется,

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

10

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

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

3. Р – напряжение питания, десятичная цифра:

1 – напряжение питания 9 – 15 В;

4. Н – наличие подогрева, десятичная цифра:

0 – отсутствует,

1 – есть подогрев;

5. I – интерфейс, десятичная цифра:

1 – RS-422.

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.402131.010РЭ					Лист
										11
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.	Макс.	Мин.	Макс.	
Напряжение в цепи питания	9	15	9	15	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

ВНИМАНИЕ: НЕСОБЛЮЖДЕНИЕ 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 проводах 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.

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.

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

12

2) Подключение ДУС

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

2.2) Включить источник питания (ИП) на выходное напряжение 9 – 15 В, мощность, потребляемая изделием, не должна превышать 2 Вт.

2.3) Для проведения входного контроля ДУС 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 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.

В случае несоответствия выдаваемой информации запустить режим самотестирования и считать показания статуса. Если в параметре «Статус» присутствуют отказы каналов угловой скорости, то ТГ-18 признается не прошедшим проверку, и в этом случае следует обратиться к производителю.

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

2.2.4 Указание об ориентировании изделия

Ориентация осей ТГ-18 указана в Приложении А.

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

2.2.5 Указание об установке ТГ-18

Допустимая плоскостность установки ТГ-18 не более 0,03 мм на площадь

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

13

0,35 см². Шероховатость установочной поверхности не должна быть более $\sqrt{Ra}2.5$.

2.2.6 Указания о взаимосвязи (соединении) ТГ-18 с другими изделиями

ТГ-18 подключается к другим изделиям по 4-х проводному интерфейсу RS-485 согласно ЛМАП.402131.010Э5 и 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 ТГ-18 установлен согласующий резистор номиналом 120 Ом по цепи приема данных.

2.2.7 Протокол информационного обмена

Протокол информационного взаимодействия описан в ЛМАП.402131.010Д1.

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

1) Сбилась калибровка сигналов угловой скорости или сигналы ДУС не соответствуют пункту 2.2.3:

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

ВНИМАНИЕ: изменение настроек ТГ-18 приводит к перезаписи флеш-памяти. в момент записи настроек питание ТГ-18 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 ТГ-18 необходимо заново обновить калибровочные коэффициенты через демонстрационное ПО ТГ-18 (калибровочные коэффициенты лежат на флеш-накопителе в составе комплекта, а также они сохранены в базе данных производителя).

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

2) отказ канала угловой скорости:

В параметр «Статус» выставлены значения (таблица 5)

Таблица 5 – «Статус» ДУС

Биты	Обозначение
3	«1» – отказа АЦП. «0» - годность АЦП
4	«1» – отказ оси X канала угловой скорости

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

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

5	«1» – отказ оси Y канала угловой скорости
6	«1» – отказ оси Z канала угловой скорости

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.010РЭ

Лист

15

3 ХРАНЕНИЕ

3.1 До установки в основное изделие ТГ-18 позволяет хранение в собственной упаковке в течение года в отапливаемых складских условиях.

3.2 Требования к условиям хранения устанавливаются с учетом ГОСТ 9.014.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ЛМАП.402131.010РЭ	Лист
						16
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Приложение А
 (справочное)
 Внешний вид ТГ-18

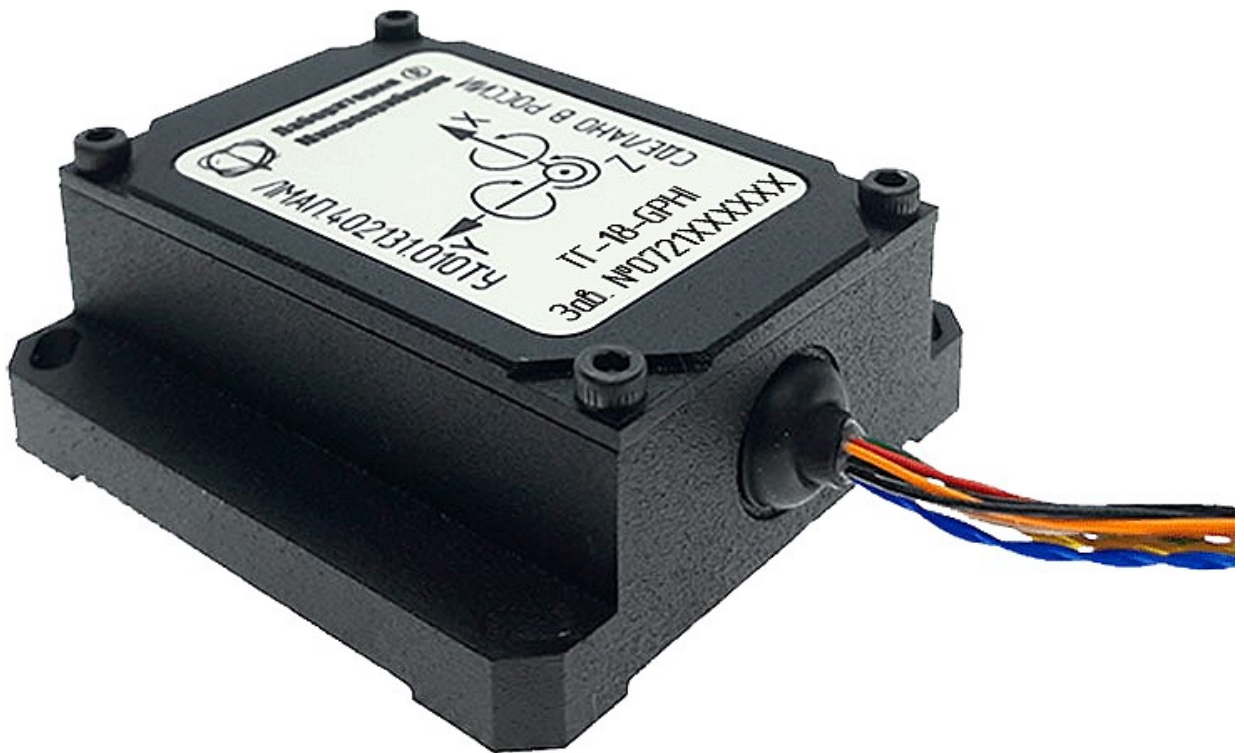
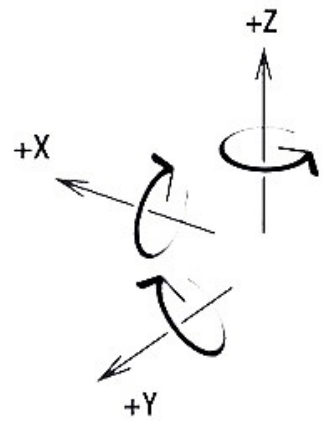


Рисунок А.1 – Общий вид ТГ-18

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

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛМАП.402131.010РЭ

Приложение Б

(справочное)

Габаритные, установочные и присоединительные размеры

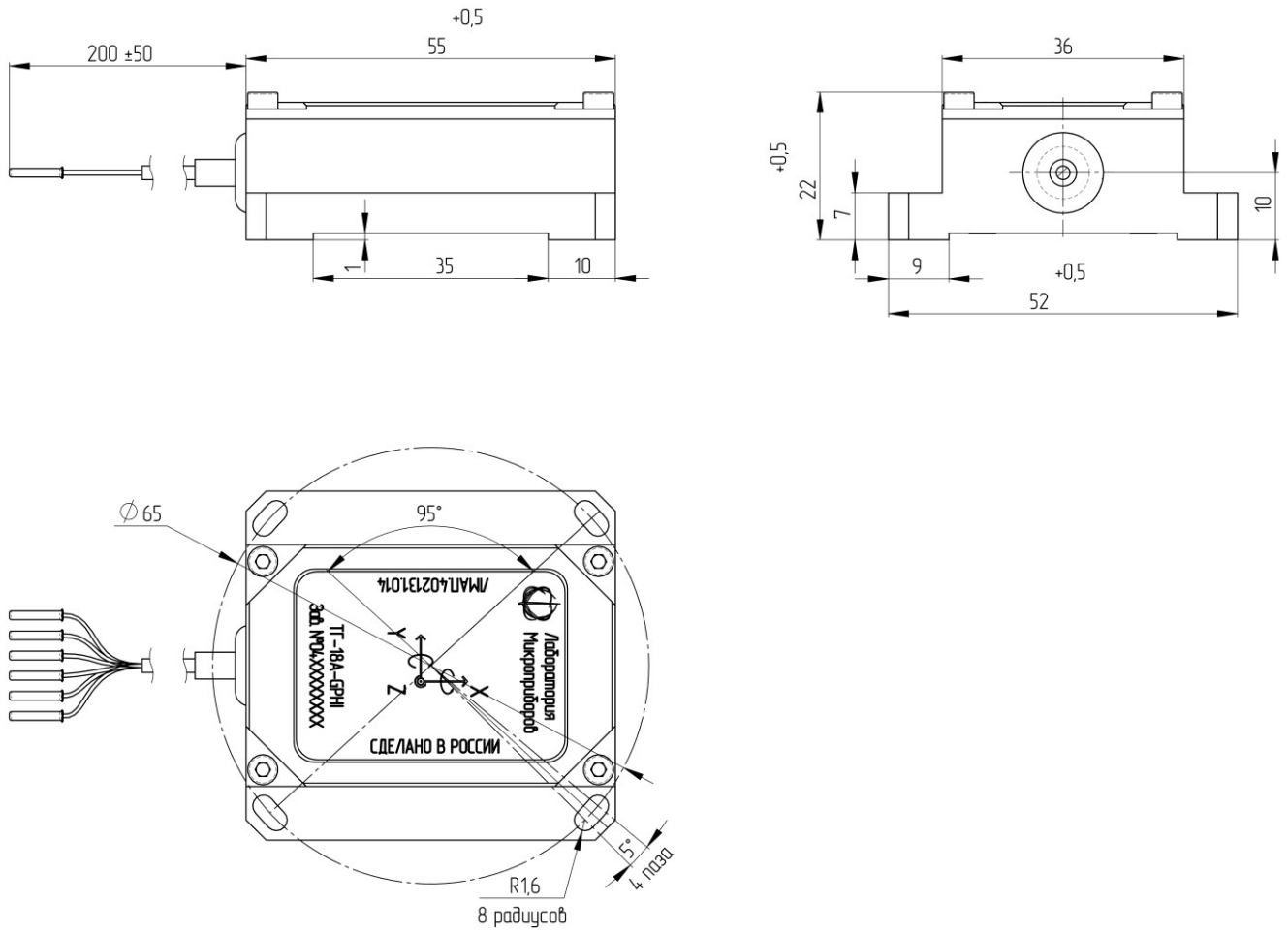


Рисунок Б.1 – Габаритный чертеж изделия

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

Приложение В

(справочное)

Схема рабочего места входного контроля изделия

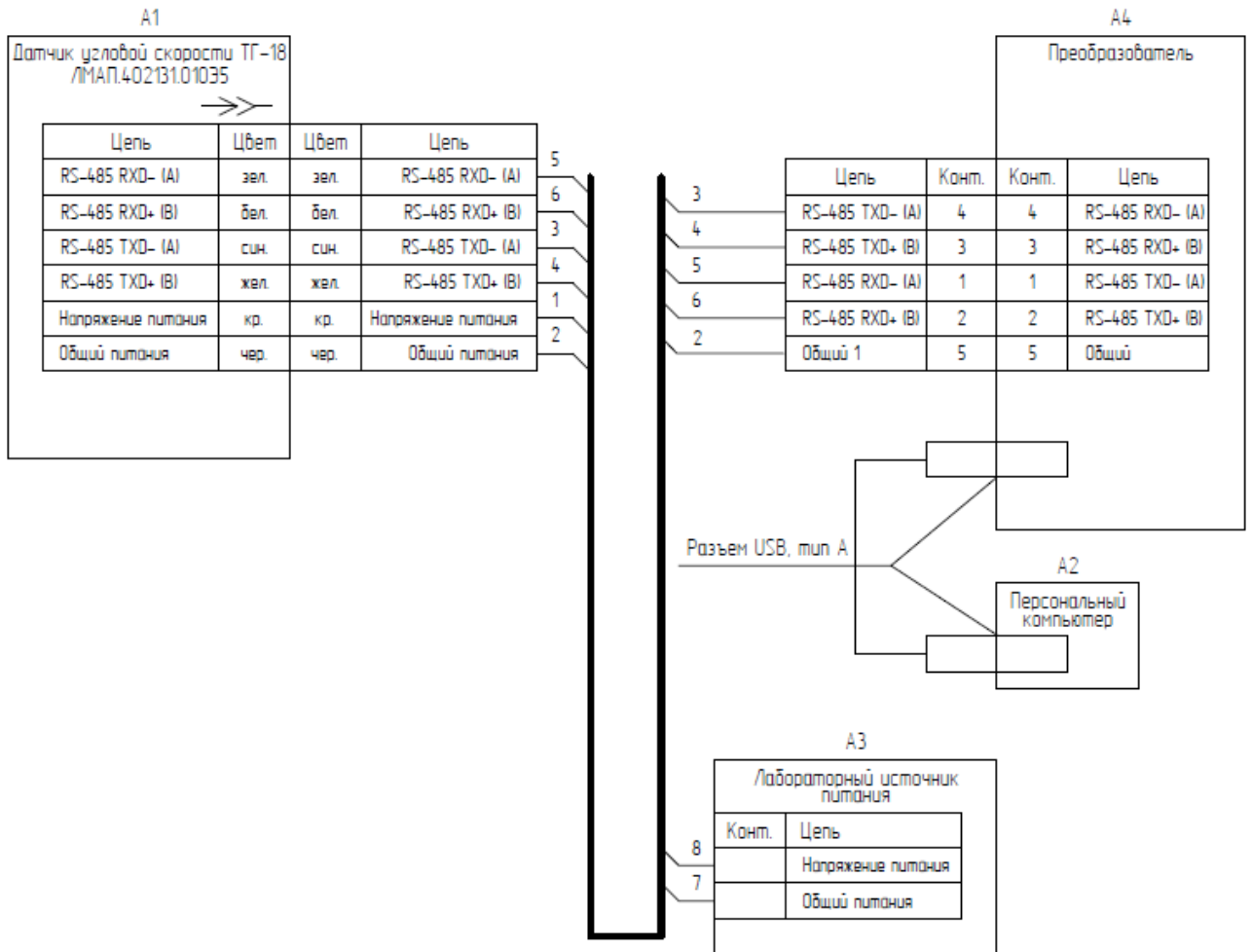


Таблица 1 Назначение цепей разъема XS1

Цвет	Цель	Назначение
зел.	RS-485 RXD- (A)	Вход А и В полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
бел.	RS-485 RXD+ (B)	
син.	RS-485 TXD- (A)	Выход А и В полнодуплексного цифрового интерфейса RS-485
жел.	RS-485 TXD+ (B)	
кр.	Напряжение питания	Напряжение питания устройства
чер.	Общий питания	Общий питания, сигналов и интерфейсов

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

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

ЛМАП.402131.010РЭ

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			ЛМАП.23-2019			02.09.2019
2			Все			ЛМАП.19-2022			11.12.2022
3			Все			ЛМАП.20-2022			11.12.2022
4			Все			ЛМАП.8-2023			31.01.2023
5			Все			ЛМАП.21-2025			28.05.2025