ОКПД2 26.51.51.110

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201

Руководство по эксплуатации
КПЛШ.411611.001 РЭ

Россия, Екатеринбург, www.sensorika.ru

1. Описание и работа 4
1.1 Назначение изделия 4
1.2 Технические характеристики 8
1.3 Требования к комплектности 13
1.4 Устройство и работа 14
1.5 Обеспечение взрывобезопасности 16
1.6 Маркировка и пломбирование 17
1.7 Упаковка 18
2 Использование по назначению 19
2.1 Указание мер безопасности 19
2.2 Внешний осмотр 20
2.3 Монтаж изделия 20
2.4 Опробование 21
2.5 Эксплуатация изделия 22
3. Методика поверки 34
4. Техническое обслуживание 35
5. Хранение 35
5.1 Консервация (расконсервация, переконсервация) 36
6. Транспортирование 36
7. Утилизация 37
Приложение А. Нормативные документы 38
Приложение Б. Схемы подключения 41
Приложение В. Габаритные, монтажные и присоединительные размеры для конструктивных исполнений ТПУ-9201 45
Приложение Г. Обозначение при заказе 51

Введение

Настоящее Руководство по эксплуатации (далее по тексту – РЭ) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с устройством, принципом действия, конструкцией, эксплуатацией, техническим обслуживанием термопреобразователей универсальных ТПУ-9201 (далее по тексту – ТПУ, термопреобразователи), изготавливаемых по КПЛШ.411611.001 ТУ.

Приступать к работе с изделием только после ознакомления с настоящим РЭ.

1. Описание и работа

1.1 Назначение изделия

1.1.1. ТПУ предназначены для измерений и непрерывного преобразования температуры различных сред, неагрессивных к материалу защитной арматуры или корпуса термопреобразователя, в унифицированный сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА или цифровой сигнал HART-протокола (совмещенный с унифицированным сигналом постоянного тока 4-20 мА) или цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

1.1.2 ТПУ могут применяться в различных технологических процессах в промышленности, энергетике (в т.ч. атомной) и в транспортных средствах для измерения температур как нейтральных, так и агрессивных сред, не разрушающих материал защитной арматуры.

1.1.3 ТПУ выполнен в виде моноблока, который состоит из следующих основных частей:

– первичного преобразователя (ПП), в качестве которого используются термопреобразователи (термометры) сопротивления (ТС) по ГОСТ 6651-2009 или термоэлектрические преобразователи (ТП) по ГОСТ 6616-94;

– измерительного преобразователя (ИП), который устанавливается в клеммную головку ТПУ;

– клеммной головки, которая обеспечивает подключение внешних цепей к ТПУ;

– защитной арматуры для защиты ПП от воздействий контролируемой среды;

– элементов крепления ТПУ на объекте контроля.

ТПУ выпускаются в следующих основных модификациях:

– М2 – с выходным сигналом (4-20 мА), с фиксированным диапазоном измерения (выбирается при заказе); с двухпроводной схемой подключения;

– М3 – с выходным сигналом (4-20 мА), совмещенным с HART (v.7), с возможностью изменения диапазона измерения во время эксплуатации;

– М4 – с выходным сигналом (4-20 мА), с возможностью изменения

диапазона измерения во время эксплуатации; с четырехпроводной схемой подключения;

– RS – с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), с возможностью изменения диапазона измерения во время эксплуатации, возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция);

– RS-L – с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU) со встроенным четырёхзначным цифровым индикатором, с возможностью изменения диапазона измерения во время эксплуатации; возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция).

Модификации ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4, а также ТПУ-9201-RS и ТПУ-9201-RS-L с аналоговым выходным сигналом имеют возможность изменения (переконфигурации) диапазона измерений. Для модификаций ТПУ-9201-RS и ТПУ-9201-RS-L с цифровым выходным сигналом необходимость переконфигурирования отсутствует.

Для ТПУ-9201-М2 диапазон измерений выбирается при заказе и в дальнейшем не может быть изменён. При использовании ТП в качестве ПП в состав термопреобразователя входит компенсатор температуры холодного спая ТП.

1.1.4 ТПУ выпускаются в следующих исполнениях:

– общепромышленном;

– атомном (повышенной надежности, обозначение «АС»), для эксплуатации на атомных станциях и других объектах использования атомной энергии (ОИАЭ);

– взрывозащищенных исполнениях:

- Ex - с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» (кроме ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L);
- Exd - с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка».

1.1.5 Взрывозащищенные ТПУ-9201-Ex предназначены для применения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, соответствуют требова-

ниям ТР ТС 012/2011, ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ 31610.10-2014, имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ia» и маркировку взрывозащиты – 0Ex ia IIC T6 Ga X.

Взрывозащищенные ТПУ-9201-Exd предназначены для применения во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок, соответствуют требованиям ТР ТС 012/2011, ГОСТ 31610.0-2019, ГОСТ IEC 60079-1-2011, имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» уровня «d» и маркировку взрывозащиты – 1Ex db IIC T6 Gb X.

1.1.6 В соответствии с ГОСТ 30232-94 и ГОСТ 13384-93 ТПУ являются:

– по числу измеряемых параметров выходных сигналов – одноканальными;

– по зависимости выходного сигнала от измеряемой величины – с линейной зависимостью;

– по связи между выходными цепями питания – без гальванической связи;

– по связи между выходными цепями и цепями питания – ТПУ-9201-М2, ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4 – с гальванической связью, ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L – без гальванической связи;

– по возможности регулирования диапазона измерения – ТПУ-9201-М2 – без возможности регулирования, остальные модификации с возможностью регулирования.

1.1.7 В соответствии с ГОСТ 25804.1-83 ТПУ-9201-АС относятся:

– по характеру применения к категории Б – аппаратура непрерывного применения;

– по числу уровней качества функционирования к виду I – аппаратура, имеющая два уровня качества функционирования: номинальный и отказ.

1.1.8 В соответствии с НП-001-15 ТПУ-9201-АС относятся:

– по безопасности – к классам безопасности 2, 3, 4;

– по назначению – к элементам нормальной эксплуатации;

– по влиянию на безопасность – к элементам, важным для безопасности;

– по характеру выполняемых функций – к управляющим элементам.

Пример классификационного обозначения: 2, 2Н, 2У, 2НУ, 3, 3Н, 3У, 3НУ, 4.

1.1.9 По устойчивости к сейсмическим воздействиям ТПУ-9201-АС относится к I сейсмостойкости по НП-031-01 и к группе Б исполнения 3 по РД 25 818-87.

1.1.10 ТПУ-9201-АС являются стойкими, прочными и устойчивыми к воздействию землетрясения с уровнем сейсмичности 9 баллов по шкале MSK-64 на уровне установки до 40 м в соответствии с ГОСТ 25804.3-83.

1.1.11 По устойчивости к климатическим воздействиям при эксплуатации термопреобразователи соответствуют группе климатического исполнения О5 по ГОСТ 15150-69 (таблица 1):

Таблица 1 – Условия окружающей среды

Температура окружающей среды, °С	-50 °С… +70;
Относительная влажность воздуха при +35 °С, %	98

По требованию заказчика термопреобразователи могут выпускаться других климатических исполнений по ГОСТ 15150-69.

1.1.12 По устойчивости к механическим воздействиям при эксплуатации ТПУ соответствуют группе М5 согласно ГОСТ 30631-99 (группе исполнения V4 согласно ГОСТ Р 52931-2008) при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот от 5 до 100 Гц с ускорением 2g.

1.1.13 В соответствии с ГОСТ 14254-2015 термопреобразователи имеют степень защиты от попадания внутрь корпуса пыли и воды IP65.

1.1.14 ТПУ соответствуют IV группе по устойчивости к помехам для жесткой электромагнитной обстановки и имеют критерий качества функционирования «А» при испытаниях на помехоустойчивость по ГОСТ 32137-2013.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Габаритные размеры и масса термопреобразователей соответствуют требованиям комплекта КД на соответствующее исполнение, конкретные значения указаны в паспорте.

1.2.2 Общий вид и размеры термопреобразователей приведены в Приложении В. По согласованию с заказчиком допускается изготовление термопреобразователей с другими размерами.

1.2.3 Масса ТПУ зависит от конструктивного исполнения, но не превышает 5 кг.

1.2.4 Диапазон измерений и пределы основной приведенной погрешности ТПУ приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Диапазоны измерений и пределы допускаемой основной приведенной погрешности

Тип НСХ [1] ПП	Диапазон измерений температуры [2], °С	Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону измерений погрешности [3], %	
		Класс А	Класс В
100М	от -50 до +50	±0,15	±0,25
	от -50 до +100		±0,23
	от -50 до +150		±0,30
	от 0 до +100		±0,25
	от 0 до +150		±0,23
	от 0 до +200		±0,30
	от -50 до +200		±0,38
	от -20 до +130		±0,23
Pt100 100П	от -196 до +100	±0,15	±0,25
	от -50 до +50	±0,25	±0,50
	от -50 до +100	±0,15	±0,40
	от -50 до +150	±0,15	±0,25
	от 0 до +100	±0,20	±0,30
	от 0 до +150	±0,15	±0,40
	от 0 до +200	±0,15	±0,40
	от 0 до +300	±0,20	±0,40
	от 0 до +500	±0,20	±0,50
	от -196 до +500	±0,20	±0,50
	от -20 до +130	±0,15	±0,30
K (XA)	от -50 до +300	±0,15	±0,50
	от -50 до +600	±0,15	±0,25
	от -50 до +900	±0,15	±0,25
	от -50 до +1200	±0,15	±0,25
	от 0 до +300	±0,25	±0,50

Тип НСХ [1] ПП	Диапазон измерений температуры [2], °С	Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону измерений погрешности [3], %	
		Класс А	Класс В
	от 0 до +600	±0,15	±0,25
	от 0 до +900	±0,15	±0,25
	от 0 до +1200	±0,15	±0,25
L (ХК)	от -50 до +300	±0,15	±0,25
	от -50 до +400	±0,15	±0,25
	от -50 до +500	±0,15	±0,25
	от -50 до +600	±0,15	±0,25
	от 0 до +300	±0,15	±0,40
	от 0 до +400	±0,15	±0,25
	от 0 до +500	±0,15	±0,25
	от 0 до +600	±0,15	±0,25
S (ПП)	от 0 до +500	±0,15	±0,25
	от 0 до +700		
	от 0 до +900		
	от 0 до +1100		
	от 0 до +1300		
	от 0 до +1500		
	от 0 до +1700		

Примечания:

[1] – Обозначения типов НСХ ПП – по ГОСТ 6651-2009 (для ТС) и по ГОСТ Р 8.585-2001 (для ТП);

[2] – Рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (сконфигурирован) пользователем (кроме ТПУ-9201-АС-М2) в пределах диапазонов измерений, приведённых в данной таблице с учётом минимального интервала измерений (для ТС минимальный интервал измерений равен 100 °С, для ТП – 300 °С (для типов НСХ «К» и «L») и 500 °С (для НСХ типа «S»)). При этом, для установленного (сконфигурированного) диапазона значение приведённой погрешности будет равно значению погрешности для точно такого же интервала в соответствии с таблицей 2, или же в соответствии с назначенным классом точности (для НСХ типа «S»);

[3] – Пределы допускаемой приведённой погрешности измерений температуры при работе с ТП приведены без учёта погрешности компенсации температуры свободных концов, при этом предельно допускаемая абсолютная погрешность компенсации равна ± 1 °С.

1.2.5 Время установления рабочего режима (предварительный прогрев) не более 15 мин.

1.2.6 Питание термопреобразователей осуществляется от источника питания постоянного тока напряжением:

- от 12 до 36 В для ТПУ-9201-М2, ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4;
- от 18 до 36 В ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L;
- от 15 до 24 В для ТПУ-9201-Ex.

1.2.7 Сопротивление нагрузки ($R_{нагр}$) не должно быть более значения, рассчитанного по формуле (1):

$$R_{\text{нагр}} = \frac{U_{\text{пит}} - U_{min}}{I_{max}} \quad (1)$$

где $U_{пит}$ – напряжение питания, В;

U_{min} – минимальное напряжение питания U_{min} = 7,5 В;

I_{max} – ток нагрузки I_{max} = 25 мА.

1.2.8 Мощность, потребляемая термопреобразователями от источника постоянного тока, не превышает 1,5 Вт.

1.2.9 Электрические параметры искробезопасной цепи взрывозащищенных термопреобразователей с маркировкой взрывозащиты 0Ex ia IIC T6 Ga X.:

- максимальное входное напряжение: 24 В;
- максимальный входной ток: 120 мА;
- максимальная входная мощность: 0,7 Вт;
- максимальная внутренняя емкость: 22 нФ;
- максимальная внутренняя индуктивность: 0,1 мГн.

1.2.10 Электрическое сопротивление изоляции токоведущих цепей относительно корпуса в нормальных условиях (25±10) °С и относительной влажности воздуха от 30 % до 80 % не менее 20 МОм.

При эксплуатации допускается снижение значения электрического сопротивления изоляции до 5 МОм при температуре 70 °С и до 1 МОм при относительной влажности воздуха до 95 %.

1.2.11 Термопреобразователи выдерживают без повреждений и нарушения искрозащиты обрыв в цепи нагрузки.

1.2.12 Термопреобразователи выдерживают без повреждений обрыв и короткое замыкание входных и выходных цепей.

1.2.13 Термопреобразователи устойчивы к воздействию температуры окружающего воздуха в соответствии с п. 1.1.11.

1.2.14 Длина монтажной части термопреобразователя от 60 до 3150 мм. По согласованию с заказчиком допускается изготовление термопреобразователей с другими размерами.

1.2.15 Длина наружной части термопреобразователя от 60 до 3000 мм. По согласованию с заказчиком допускается изготовление термопреобразователей с другими размерами.

1.2.16 Диаметр монтажной части от 3 до 20 мм. По согласованию с заказчиком допускается изготовление термопреобразователей с другими размерами.

1.2.17 ТПУ соответствуют следующим значениям показателей надежности:

Средняя наработка на отказ для ТПУ в общепромышленном исполнении (и общепромышленном совмещенном с взрывозащищенным)– не менее 150 000 ч.

Средняя наработка на отказ для ТПУ в атомном исполнении не менее 250 000 ч:

– для ПП с НСХ типов «Pt100», «100П», «L» во всем диапазоне измерений;

– для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации в диапазоне измерений от минус 50 °С до плюс 600 °С;

– для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации в диапазоне измерений от минус 50 °С до плюс 150 °С;

– для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации в диапазоне измерений от 0 °С до плюс 1100 °С.

Средняя наработка на отказ для ТПУ в атомном исполнении не менее 150 000 ч:

– для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 600 °С;

– для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 150 °С;

– для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 1100 °С

Средний срок службы для ТПУ в общепромышленном исполнении (и общепромышленном совмещенном с взрывозащищенным)– не менее 12 лет.

Средний срок службы для ТПУ в атомном исполнении не менее 15 лет:

– для ПП с НСХ типов «Pt100», «100П», «L» во всем диапазоне измерений;

– для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации в диапазоне измерений от минус 50 °С до плюс 600 °С;

– для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации в диапазоне измерений от минус 50 °С до плюс 150 °С;

– для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации в диапазоне измерений от 0 °С до плюс 1100 °С.

Средний срок службы для ТПУ в атомном исполнении не менее 10 лет:

– для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 600 °С;

– для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 150 °С;

– для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше плюс 1100 °С

1.2.18 ТПУ относится к ремонтируемым, восстанавливаемым изделиям. Ремонт производится на предприятии-изготовителе.

1.3 Требования к комплектности

1.3.1 Комплект поставки ТПУ должен соответствовать приведенному в таблице 4.

1.3.2 По требованию потребителя в комплект поставки могут быть включены свидетельство о первичной поверке ТПУ и (или) сертификат об утверждении типа средства измерений (СИ), а также описание типа СИ.

Таблица 4 – Комплект поставки

Наименование	**Обозначение**	**Кол-во**	**Примечание**
Термопреобразователь универсальный ТПУ-9201	-	1 шт.	Исполнение в соответствии с заказом
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-М4	-	1 шт.	Идет в комплекте только с ТПУ-9201-М4
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L)	-	1 шт.	Идет в комплекте только с ТПУ-9201 -RS (ТПУ-9201-RS-L)
Паспорт	КПЛШ.411611.001 ПС	1 экз.	На каждый ТПУ
Руководство по эксплуатации	КПЛШ.411611.001 РЭ	1 экз.	На партию 25 шт. или менее при поставке в один адрес
Диск с ПО		1 шт	На партию ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4, ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L
Комплект метизов для крепления и подключения к контактам	-	1 компл.	-
Адаптер ИП233-М4	-	1 шт.	По заказу потребителя
Адаптер USB/RS485	-	1 шт.	По заказу потребителя

1.4 Устройство и работа

1.4.1 ТПУ состоит из основных частей по п. 1.1.3. Назначение составных частей ТПУ:

– первичного преобразователя, в качестве которого используются термопреобразователи (термометры) сопротивления по ГОСТ 6651-2009 или термоэлектрические преобразователи по ГОСТ 6616-94;

– измерительного преобразователя, который устанавливается в клеммную головку;

– клеммной головки, которая обеспечивает подключение внешних цепей к ТПУ;

– защитной арматуры для защиты первичного преобразователя от воздействий контролируемой среды;

– элементов крепления ТПУ на объекте контроля.

1.4.2 В состав ИП входит компенсатор температуры «холодного» спая (только для ТПУ-9201-М4).

1.4.3 ИП закреплены в корпусе (головке) термопреобразователя при помощи винтов.

1.4.4 На рисунке 1 представлен общий вид термопреобразователей.





Рисунок 1 – Общий вид термопреобразователей

1.4.7 На рисунке 2 представлен общий вид ТПУ с цифровым индикатором (только для ТПУ-9201-RS- L с головкой АЛ6И).



Рисунок 2 – Внешний вид ТПУ с цифровой индикацией

1.4.8 Источник питания и регистрирующую аппаратуру подсоединяют к ТПУ в соответствии с рисунками приложения Б.

1.4.9 В термопреобразователях ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L, ТПУ-9201-М3 предусмотрена возможность перенастройки верхних и нижних пределов измерений температуры с помощью программного обеспечения «Конфигуратор» из комплекта поставки. Для этого необходимо провести работы в соответствии с п.2.6 настоящего руководства.

1.5 Обеспечение взрывобезопасности

1.5.1 Обеспечение искробезопасности ТПУ-9201-Ex

1.5.1.1 Взрывобезопасность ТПУ-9201-Ex обеспечивается конструкцией и схемотехническим исполнением электронной части в соответствии с требованиями ТР ТС 012/2011, ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017), ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

1.5.1.2 В токовой цепи ТПУ установлены токоограничительные элементы и диод защиты от обратной полярности питающего напряжения.

1.5.1.3 Электрические зазоры, пути утечки и электрическая прочность изоляции соответствуют требованиям ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

1.5.1.4 Электрическая нагрузка элементов, обеспечивающих искрозащиту, не превышает 2/3 их номинальных значений в нормальном и аварийном режимах работы.

1.5.1.5 Изоляция искробезопасных цепей ТПУ-9201-Ex относительно корпуса выдерживает испытательное напряжение (эффективное) переменного тока сетевой частоты не менее 500 В.

1.5.1.6 ТПУ-9201-Ex должны эксплуатироваться с источниками питания и регистрирующей аппаратурой, имеющими искробезопасные электрические цепи по ГОСТ 31610.0-2019 (IEC 60079-0:2017), ГОСТ 31610.11-2014 (IEC 60079-11:2011).

1.5.1.7 Суммарные емкость и индуктивность ТПУ-9201-Ex, кабельной линии связи, источника питания и регистрирующей аппаратуры не превышают максимальных значений для взрывоопасных смесей категории IIC.

1.5.1.8 При эксплуатации необходимо принимать меры защиты от повышения температуры ТПУ-9201-Ex вследствие нагрева от измеряемой среды выше значения, допустимого для температурного класса Т6.

1.5.1.9 Значения искробезопасных электрических параметров не превышают значений, указанных в п. 1.2.8.

1.5.2 Пломбировать термопреобразователи после монтажа на месте эксплуатации.

1.5.3 Знак «X» в маркировке взрывозащиты указывает на специальные условия безопасного применения, заключающиеся в следующем:

– способ монтажа ТПУ-9201-Ex, ТПУ-9201-Exd должен исключать нагрев от технологического процесса поверхности оболочки во взрывоопасной среде выше температуры, допустимой для температурного класса, указанного в маркировке взрывозащиты;

– подключаемые к ТПУ-9201-Ex внешние устройства должны иметь искробезопасные электрические цепи, а их искробезопасные параметры должны соответствовать условиям применения во взрывоопасной зоне;

– при эксплуатации во взрывоопасной зоне ТПУ-9201-Ex, ТПУ-9201-Exd с корпусом из сплава алюминия необходимо предотвращать условия образования искр от трения или соударения;

– замена, подключение и отключение ТПУ-9201-Ex, ТПУ-9201-Exd должны осуществляться при выключенном питании.

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 Маркировка ТПУ соответствует требованиям ГОСТ 26828-86 и КД предприятия-изготовителя.

1.6.2 Маркировка наносится на табличку или непосредственно на боковую поверхность корпуса ПП и содержать:

– товарный знак предприятия-изготовителя;
– знак утверждения типа средств измерений;
– обозначение исполнения ТПУ;
– заводской номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
– дата изготовления (месяц, год);
– степень защиты корпуса ТПУ по ГОСТ 14254-2015;
– диапазон измеряемых температур (для ТПУ-9201-М2);
– номинальное значение напряжения питания;
– обозначение НСХ первичного преобразователя;

– основная приведенная погрешность (класс точности);
– класс безопасности для атомного исполнения (при наличии);
– код KKS для атомного исполнения (при наличии).

1.6.3 Маркировка ТПУ во взрывозащищенных исполнениях «Ex» и «Exd» дополнительно содержит маркировку взрывозащиты «0Ex ia IIC T6 Ga X» или «1Ex db IIC T6 Gb X», диапазон температур окружающей среды «-50 °C ≤ ta ≤ +80 °C», параметры искробезопасной цепи (только для исполнения «Ex»), номер сертификата соответствия ТР ТС 012/2011 и наименование органа по сертификации, знак обращения продукции на рынке государств-членов таможенного союза и специальный знак взрывобезопасности в соответствии с приложением 2 ТР ТС 012/2011. Также на крышке ТПУ во взрывозащищенных исполнениях должно быть нанесено: «Открывать, отключив от сети».

1.6.4 Маркировка наносится методом сублимационной печати, лазерной гравировкой.

1.6.5 Маркировка сохраняется в течение всего срока службы ТПУ.

1.6.6 Маркировка транспортной тары соответствует требованиям ГОСТ 14192-96. Транспортная маркировка нанесена на каждое грузовое место на таре или на ярлыках в соответствии с комплектом КД и требованиями ГОСТ 14192-96 и должна содержать знаки: «Хрупкое. Осторожно», «Беречь от влаги», «Верх».

1.7 Упаковка

1.7.1 ТПУ поставляются в упаковке предприятия-изготовителя. Упаковка обеспечивает сохранность ТПУ при хранении в складских условиях, при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, при транспортировании в закрытых транспортных средствах, а также необходимую защиту от воздействия внешних факторов.

1.7.2 Упаковка проводится согласно КД предприятия-изготовителя в закрытом вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от 15 °C до 40 °C и относительной влажности до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.7.3 Каждый ТПУ вместе с паспортом упаковывают в потребительскую тару. В качестве потребительской тары применяются коробки из гофрированного картона по ГОСТ Р 52901-2007.

1.7.4 В качестве транспортной тары применяются сплошные ящики из древесных материалов согласно ГОСТ 5959-80. В транспортный ящик вкладывается полиэтиленовый пакет с эксплуатационной и другой сопроводительной документацией, а также упаковочный лист.

1.7.5 Транспортная упаковка рассчитана на перевозку железнодорожным, автомобильным и другими видами транспорта и обеспечивает необходимую защиту от воздействующих факторов (климатических, механических, биологических) при выполнении погрузочно-разгрузочных работ, при транспортировании и хранении.

2 Использование по назначению

2.1 Указание мер безопасности

2.1.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током термопреобразователи соответствуют классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75.

2.1.2 Требования безопасности при испытаниях изоляции и измерении ее сопротивления по ГОСТ 12.3.019-80.

2.1.3 Температура нагрева наружной поверхности головки термопреобразователя не должна превышать 70 °С (для взрывозащитного исполнения не должна превышать 80 °С). Если в месте установки температура наружных частей объекта превышает указанную температуру, то необходимо любым способом исключить передачу тепла к головке и наружной части защитной арматуры термопреобразователя, обеспечив их температуру не более 70 °С (для взрывозащитного исполнения не более 80 °С).

2.1.4 Термопреобразователи оборудованы резьбовыми элементами заземления, выполненными из металла, стойкого к коррозии и не имеющих поверхностной окраски. Заземление осуществляется посредством винта, расположенного на корпусе ТПУ.

2.1.5 Подключение термопреобразователей к электрической схеме должно осуществляться при выключенном источнике постоянного тока.

2.1.6 При эксплуатации термопреобразователей должны выполняться требования техники безопасности, изложенные в документации на средства измерений и оборудование, в комплекте с которыми они работают.

2.1.7 Устранение дефектов, замена, подключение внешних кабелей, монтаж и отсоединение первичных преобразователей должны осуществляться при выключенном питании и полном отсутствии давления в месте установки

2.2 Внешний осмотр

2.2.1 Перед эксплуатацией необходимо провести внешний осмотр термопреобразователей.

При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, правильность маркировки, проверяют комплектность.

2.2.2 При наличии дефектов покрытий, влияющих на работоспособность термопреобразователей, несоответствия комплектности, маркировки определяют возможность дальнейшего применения термопреобразователей.

2.2.3 У каждого термопреобразователя проверяют наличие паспорта с отметкой ОТК.

2.3 Монтаж изделия

2.3.1 Схемы электрические соединений термопреобразователей приведены на рисунках Приложения Б. Соединения для ТПУ-9201-М2, ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4 выполняют путем подключения кабеля токовой петли к контактам ИП. Соединения для ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L выполняют путем подключения кабеля питания и кабеля связи к контактам ИП.

Прокладка и разделка кабеля должна отвечать требованиям действующих «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ).

2.3.2 Источник питания должен обеспечивать ток нагрузки:

– для ТПУ-9201-М2, ТПУ-9201-М4 не менее 25 мА;

– для ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L, ТПУ-9201-М3 не менее 50 мА.

– для ТПУ-9201-RS-L не менее 100 мА.

2.3.3 При монтаже необходимо убедиться, что при температуре измеряемой среды:

– от минус 50 °С до плюс 600 °С длина наружной части ТПУ ≥ 60 мм; свыше плюс 600 °С длина наружной части ТПУ ≥120 мм;

2.3.4 Термопреобразователи должны быть заземлены.

2.3.5 Монтаж взрывозащищенных термопреобразователей ТПУ-9201-Ex, ТПУ-9201-Exd должен производиться с соблюдением требований действующих

«Правил устройства электроустановок, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителем электрической энергии».

2.3.6 При монтаже взрывозащищённых термопреобразователей ТПУ-9201-Exd необходимо проверить состояние взрывозащищенных поверхностей, крепежные элементы (все крепежные элементы должны быть затянуты, съемные детали прилегать к корпусу оболочки плотно, насколько позволяет конструкция термопреобразователя).

2.4 Опробование

Термопреобразователи модификации ТПУ-9201-М2 и ТПУ-9201 -М4 подключить к вторичному измерительному прибору (например, к преобразователю измерительному Ш932 или калибратору измерительному) и источнику питания постоянного тока.

Термопреобразователи модификации ТПУ-9201-М3 подключить к ПК через модем HART/USB и источнику постоянного тока. (см. Приложение Б)

Термопреобразователи модификаций ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L подключить к ПК через адаптер USB/RS-485 и источнику питания постоянного тока (см. Приложение Б).

По истечении 15 мин термопреобразователь готов к работе.

Для ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201 -RS-L значения измеряемой температуры считываются с экрана ПК (в °С), а у ТПУ-9201-RS-L, дополнительно считываются со встроенного цифрового индикатора (также в °С).

Для модификации ТПУ-9201-М2 и ТПУ-9201 -М4 рассчитать измеренную температуру $Т_{изм}$ по формуле (2):

$$Т_{изм} = \frac{I_{вых} - I_н}{I_в - I_н} \cdot (Т_в - Т_н) + Т_н \qquad (2)$$

где $I_{вых}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала (4 и 20 мА) соответственно);

$I_н, I_в$ – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала (4 и 20 мА соответственно);

$Т_н, Т_в$ - нижний и верхний пределы диапазона измерения температуры.

Убедиться, что при этом выходной сигнал соответствует (±5 °С) температуре окружающей среды.

2.5 Эксплуатация изделия

2.5.1 Осуществляют необходимые соединения термопреобразователей в соответствии с рисунками Приложения Б.

2.5.2 Включают источник питания постоянного тока. По истечении 15 мин термопреобразователь готов к работе.

2.5.3 Конфигурация ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L, ТПУ-9201-М3 осуществляется при помощи ПК (см. п. 2.6).

2.6 Конфигурация ТПУ

2.6.1 Настройка рабочего диапазона измерений, типа НСХ и остальных параметров производится при помощи программ «Конфигуратор ИП233-М4» и «Конфигуратор ТПУ (ТПУ-9201-RS)».

Для конфигурирования ТПУ-9201-М4 необходим Адаптер ИП233-М4.

Для конфигурирования ТПУ-9201-RS необходим Адаптер USB/RS485.

Программы для конфигурирования и драйверы для адаптеров установить с диска ПО из комплекта поставки (или заказанного дополнительно у изготовителя)

Подключить ТПУ-9201-М4 или ТПУ-9201-RS в соответствии со схемами приложения Б. Плата-переходник (из состава Адаптера ТПУ-9201-М4) для ТПУ-9201-М4 устанавливается в разъем X1 так, чтобы находиться во внутренней проекции корпуса (это позволяет конфигурировать ТПУ-9201-М4, не вынимая из клеммной головки термопреобразователя).

2.6.2 Конфигурирование ТПУ-9201-М4

Запустить программу «Конфигуратор ИП233-М4» на ПК, внешний вид окна программы приведен на рисунке 3.

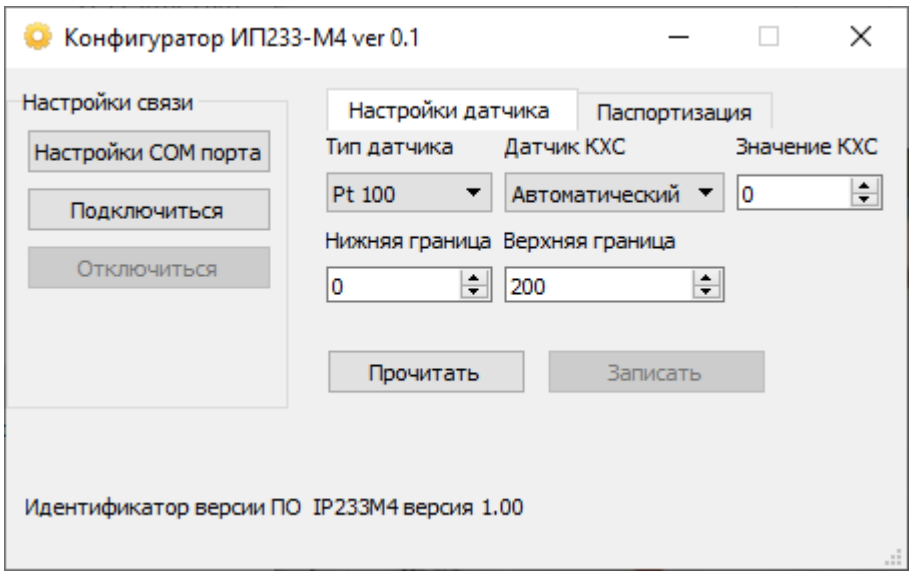


Рисунок 3 – Внешний вид окна программы «Конфигуратор ТПУ-9201-М4»

Перед работой необходимо подключить «Адаптер ТПУ-9201-М4» к ПК кабелем USB, входящем в комплект поставки адаптера, и к ТПУ-9201-М4 при помощи шлейфа и платы-переходника (из состава Адаптера ТПУ-9201-М4).

Установить драйвера для работы с COM-портом. После этого в операционной системе ПК (в диспетчере устройств) появится виртуальный COM-порт.

В окне программы «Конфигуратор ИП233-М4» (рисунок 3) нажать на кнопку «Настройки COM порта», в появившемся окне «Настройки подключения» (рисунок 4) выбрать нужный COM-порт, установить значения остальных настроек как на рисунке 3. Затем нажать кнопку «Применить», а затем – кнопку «Подключиться».

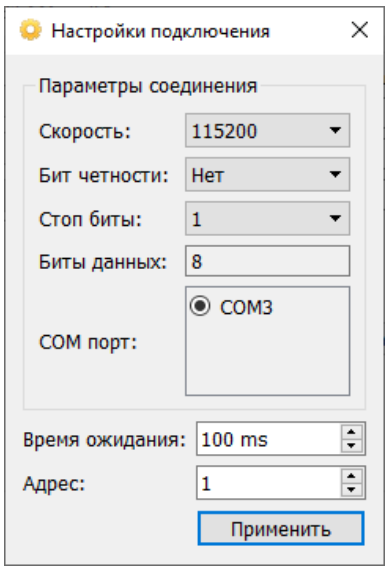


Рисунок 4 – Внешний вид окна «Настройки подключения»

Программа позволяет выбрать один из 10 типов датчиков (НСХ термопреобразователя), настроить границы нормирования (рабочий диапазон измерений) в пределах максимального диапазона измерений датчика, использовать автоматическую компенсацию холодного спая ТП или использовать фиксированную температуру; осуществлять подстройку ТПУ под конкретный термопреобразователь.

При первом включении программы кнопка «Записать» не активна – необходимо сперва прочитать данные из ТПУ-9201-М4 нажав кнопку «Прочитать» в окне «Конфигуратор «Конфигуратор ИП233-М4» (рисунок 3). В окне «Конфигуратор ТПУ-9201-М4» (рисунок 3) программы появятся значения настроек подключенного ТПУ-9201-М4.

Необходимо выбрать нужные пользователю настройки ТПУ-9201-М4:

- тип НСХ термопреобразователя выбирается из выпадающего списка «Тип датчика»;
- границы нормирования (рабочий диапазон измерений);
- режим работы компенсатора холодного спая выбирается из выпадающего списка «Датчик КХС» (информацию о температуре холодного спая ТП ТПУ-9201-М4 может брать с внешнего датчика холодного спая - режим «Автоматический», либо температура холодного спая может быть сымитирована и задана непосредственно в окне «Значение КХС» (режим «Имитируемый»)).

После завершения настройки нажать кнопку «Записать» для того, чтобы внесенные изменения сохранились.

Завершив конфигурирование одного ТПУ следует закрыть окно программы, для конфигурирования следующего ТПУ необходимо запустить программу снова.

2.6.3 Конфигурирование ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L (ТПУ-9201-М3)

Конфигурирование ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L, ТПУ-9201-М3 производится при помощи программы «Конфигуратор ТПУ (ИП233-RS)». Данная программа поддерживает протокол HART, Modbus.

Начало работы.

Запустить программу «Конфигуратор ТПУ (ИП233-RS)» на ПК, внешний вид окна программы приведен на рисунке 5.

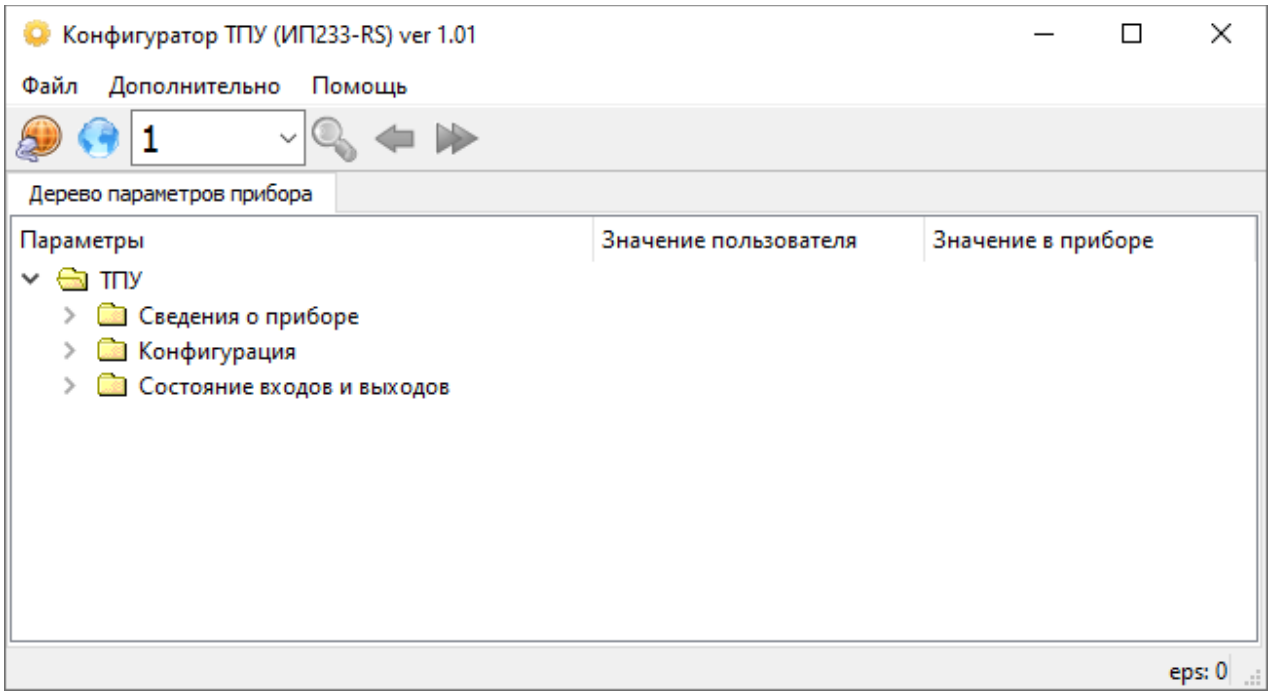


Рисунок 5 – Внешний вид программы «Конфигуратор ТПУ (ИП233-RS)»

Описание функционала кнопок основного меню:

 - «Настройки подключения», нажав на данную кнопку откроется окно, внешний вид которого представлен на рисунке 4, в нем необходимо выбрать нужный COM-порт, после чего необходимо нажать кнопку «Подключится»;

 - «Подключиться», нажав на данную кнопку осуществляется подключение виртуального COM-порта к программе;

 - «Отключиться», нажав на данную кнопку осуществляется отключение виртуального COM-порта к программе;

 - «Найти устройства на магистрали», нажав на данную кнопку откроется окно «Поиск прибора», в котором можно выбрать границы поиска («Начальный адрес» и «Конечный адрес»), при нажатии кнопки «Ок» осуществится поиск ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L) на линии (при текущих настройках связи);

- «Прочитать все параметры», нажав на данную кнопку производится считывание всех настроенных параметров подключенного ТПУ;

- «Записать все измененные параметры», нажав на данную кнопку производится сохранение измененных пользователем параметров.

Возле папок находится «галочка вправо» если папка закрыта, или «галочка вниз» если папка открыта. Параметры считываются по очереди, но только те, что видны. Для ускорения обновления информации рекомендуется не открывать те настройки, которые не нужны в данный момент.

ВАЖНО! После любого изменения настроек нажать на кнопку «Записать все измененные параметры» основного меню для сохранения новых настроек в памяти ТПУ.

2.6.3.1 В папке «Сведения о приборе» можно прочитать идентификатор версии программного обеспечения (ПО), а также номер версии ПО.

На рисунке 6 приведены данные папки «Сведения о приборе» - параметры сведений о преобразователе.

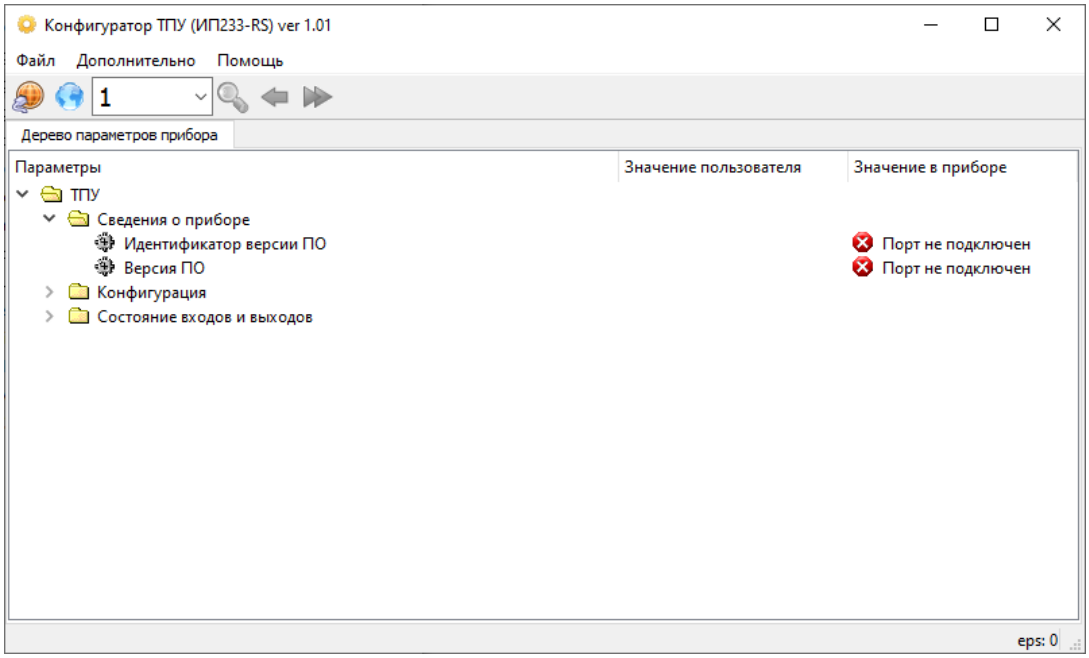


Рисунок 6 – Параметры сведений о приборе

2.6.3.2 Папка «Конфигурация» включает в себя папки:

– Связь;

– Аналоговый вход;

– Датчик КХС.

На рисунке 7 приведены данные папки «Связь» - параметры связи. Для организации обмена между ПК и ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L) необходимо настроить параметры связи:

– для параметра «Сетевой адрес» в столбце «Значение пользователя» задать значение от 1 до 247;
– для параметра «Скорость» в столбце «Значение пользователя» выбрать значение скорости обмена информацией из выпадающего списка, по умолчанию стоит значение скорости «9600»;
– для параметра «Паритет» в столбце «Значение пользователя» выбрать из выпадающего списка необходимое значение, по умолчанию стоит значение «нет»;
– для параметра «Стоп-бит» в столбце «Значение пользователя» выбрать из выпадающего списка необходимое значение, по умолчанию стоит значение «1»;
– для параметра «Порядок следования байтов в float» в столбце «Значение пользователя» выбрать из выпадающего списка необходимое значение, по умолчанию стоит значение «3412».

От значения параметра «Порядок следования байтов в float» зависит каким образом будет выводиться измеренная температура и температура холодного спая ТП.

Например, измерена температура плюс 99,57 °С. Это число во float имеет вид: 0x42C723D7. Это прямой порядок числа, байты стоят по порядку, в программе этот режим закодирован «1234». Теперь будут понятны остальные режимы:

2143 = 0xC742D723

3412 = 0x23D742C7

4321 = 0xD723C742

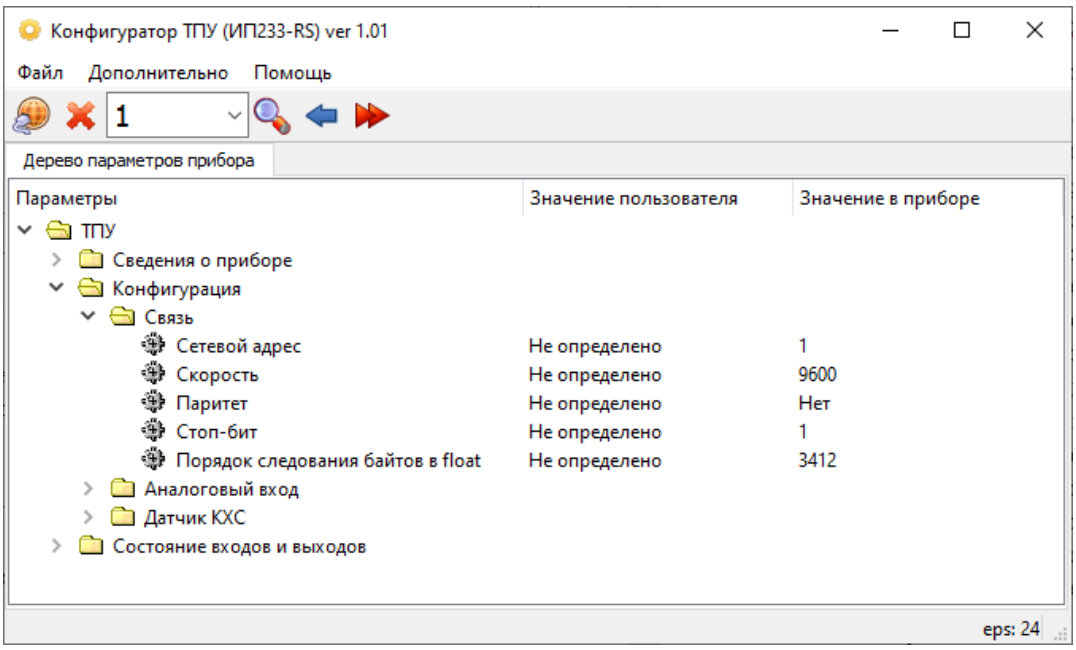


Рисунок 7 – Параметры связи

На рисунке 8 приведены данные папки «Аналоговый вход» - параметры аналогового входа.

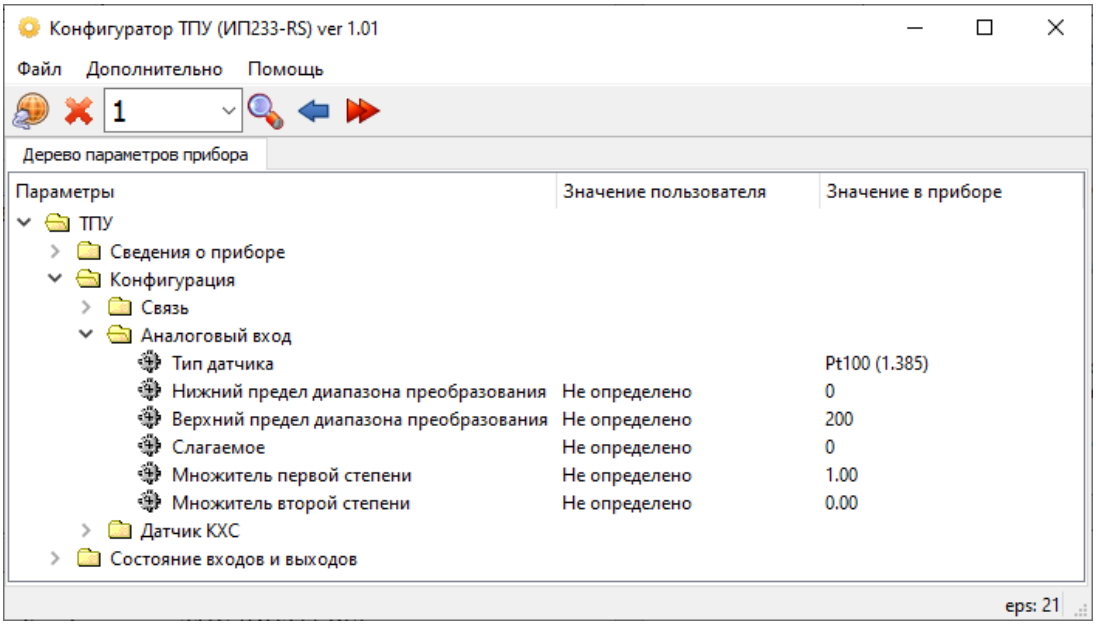


Рисунок 8 – Параметры аналогового входа

Для параметра «Тип датчика» в данной папке можно увидеть тип НСХ термопреобразователя на который сконфигурирован ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L).

Для настройки параметров «Нижний предел диапазона преобразования» и «Верхний предел диапазона преобразования» формируются пользователем для

исключения не интересующих участков диапазона с учетом пределов максимального диапазона измерений для конкретного «Типа датчика» (НСХ термопреобразователя).

Настройка параметров «Слагаемое», «Множитель первой степени» и «Множитель второй степени» осуществляется пользователем при необходимости (по желанию) в соответствии с п. 2.6.7.

В папке «Датчик КХС» приведены параметры работы компенсатора холодного спая.

Для настройки параметров работы компенсатора холодного спая:

– для параметра «Тип КХС» в столбце «Значение пользователя» выбрать значение из выпадающего списка: «Автоматический», если информация берется с компенсатора холодного спая ТП; или «Имитируемый», если температура холодного спая имитируется программно;
– параметр «Имитируемая температура» задается, если для параметра «Тип КХС» выбрано значение «Имитируемый». Для параметра «Имитируемая температура» в столбце «Значение пользователя» задается значение в диапазоне от минус 50 до плюс 100.

Режим имитируемой температуры позволяет разделить погрешности канала измерения ТП и канала измерения температуры холодного спая, а также оценить их вклад в суммарную погрешность.

2.6.3.3 На рисунке 9 приведены данные папки «Состояние входов и выходов» - параметры:

– «Результат измерения» - измеренное значение температуры; если ТПУ-9201-RS или ТПУ-9201-RS-L неисправен и измерение температуры невозможно - отображается соответствующее сообщение;
– «Температура КХС» - измеренное значение температуры компенсатора холодного спая;
– «Доп. информация канала АЦП» - статус измерения;

– «Исправность АЦП»: значение «Норма» - АЦП исправен; значение «Не норма» - АЦП не исправен (ТПУ-9201-RS или ТПУ-9201-RS-L- неисправен и требует замены);
– «Отклик АЦП»: «Есть готовность» - АЦП исправен, данные об измеренной температуре получены вовремя, «Нет готовности» - АЦП не исправен, данные об измеренной температуре не получены;
– «Обрыв датчика»: «Нет» - связь ИП ТПУ-9201-RS или ТПУ-9201-RS-L с ПП в норме, «Да» - связь ИП ТПУ-9201-RS или ТПУ-9201-RS-L с ПП нарушена, необходимо проверить линию связи с ПП, а также целостность самого термопреобразователя;
– «Обрыв КХС» При работе с ТП между контактами «В» и «О» находится компенсатор (датчик) холодного спая, при работе с ТС эти контакты замыкаются через подходящие к ним провода.: «Нет» - схема подключения исправна; «Да» - схема подключения нарушена.
– «НКХС» - неисправность компенсатора холодного спая (кроме обрыва): «Нет» - компенсатор холодного спая в норме, «Да» - выход за пределы диапазона (от минус 50 °С до плюс 100°С);
– «Выход снизу за диапазон датчика»: «Нет» - измеренное значение температуры в пределах «Нижнего предела диапазона преобразования», «Да» - измеренное значение температуры вышло за предел установленного значения «Нижнего предела диапазона преобразования»;
– «Выход снизу за диапазон датчика»: «Нет» - измеренное значение температуры в пределах «Верхнего предела диапазона преобразования», «Да» - измеренное значение температуры вышло за предел установленного значения «Верхнего предела диапазона преобразования».

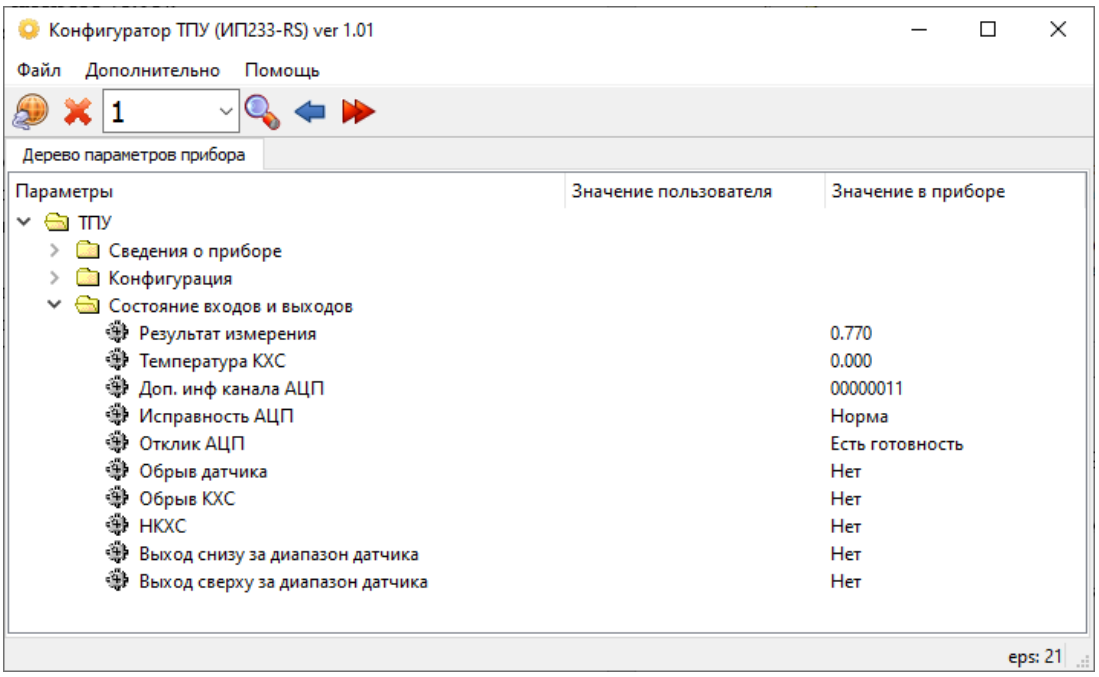


Рисунок 9 – Состояние входов и выходов

2.6.3.4 Раздел меню «Помощь» содержит информацию о разработчике и номер версии программного обеспечения.

2.6.3.5 В разделе меню «Файл» встроен инструмент, позволяющий ускорить настройку однотипных ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L). Для этого нужно настроить один ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L), затем нажать на кнопку «Файл» и в выпадающем списке выбрать «Сохранить конфигурацию» и выбрать удобное для пользователя место расположения файла на ПК или внешнем носителе. Когда необходимо будет сконфигурировать другой ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L), то можно будет открыть сохраненный файл (нажав на кнопку «Файл» и выбрав в выпадающем списке «Открыть конфигурацию») и записать настройки из него.

2.6.3.6 В разделе меню «Дополнительно» находится инструменты для изменения типа датчика (НСХ термопреобразователя) и подстройки ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L). Оба эти механизма называются «Мастер калибровки АЦП».

Для изменения типа датчика (НСХ термопреобразователя) нужно нажать на кнопку «Дополнительно» затем нажать «Мастер калибровки АЦП», в открывшемся окне «Калибровка АЦП» в выпадающем списке «Датчик» выбрать нужную НСХ термопреобразователя и нажать на кнопку «Изменить тип датчика». НСХ

термопреобразователя (тип датчика) изменится, а также изменятся диапазон измерений датчика (пределы диапазона измерений станут максимальными). При необходимости, в основном окне программы сконфигурировать нужный рабочий диапазон измерений, в порядке, описанном ранее.

Процедура калибровки АЦП проводится при отрицательных результатах поверки ТПУ-9201-RS (ТПУ-9201-RS-L).

При калибровке АЦП производится калибровка (подстройка) напряжения и сопротивления. Для каждого параметра калибруется два значения: для напряжения 0 мВ и 50 мВ, для сопротивления 0 Ом и 200 Ом. Перед калибровкой (подстройкой) нужно подключить калибратор электрических сигналов согласно схемам подключения приложения Б.

В окне «Калибровка АЦП» в выпадающем списке параметра «Датчик» установить любую НСХ, в выпадающем списке ниже установить значение сопротивления, если установлена НСХ ТС или значение напряжения, если установлена НСХ ТП, затем задать соответствующее значение с калибратора электрических сигналов. Автоматически будет проведено предварительное измерение и выведено «Текущее значение». Перед калибровкой текущее значение должно быть близким к калибровочному значению (заданному с калибратора электрических сигналов).

Далее необходимо нажать на кнопку «Калибровать», после чего произойдет запоминание кода калибровочного значения. Повторить действия для оставшихся значений параметров сопротивления и (или) напряжения, затем нажать кнопку «Сохранить».

2.7 Подстройка ТПУ-9201

Подстройка позволяет повысить точность связки ТПУ. Подстройка заключается во введении дополнительного полинома второй степени (парабола), который позволяет уменьшить ошибки преобразования температуры при работе с конкретным термопреобразователем.

Подстройка возможна только для исполнений ТПУ-9201-М3, ТПУ-9201-М4, ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L.

В термокамеру (термостат, калибратор температур и тп.) устанавливают термопреобразователь таким образом, чтобы клеммная головка с установленным ТПУ находилась снаружи, а также эталонный термометр (при необходимости). ТПУ и эталонный термометр (при необходимости) подключают к источнику питания, измерителю силы тока или ПК (в зависимости от исполнения) в соответствии со схемами приложения Б.

В термокамере (термостате, калибраторе температур и тп.) последовательно устанавливают температуру из рабочего диапазона измерений термопреобразователя, всего необходимо получить примерно 10 точек (включая границы рабочего диапазона измерений), равноудаленных друг от друга. В результате получается два ряда цифр: ряд заданных температур (эталонных значений) и ряд измеренных ТПУ температур.

Рассмотрим процесс получения корректирующих коэффициентов при помощи Excel.

Заполнить таблицу в Excel в которой столбец X включает в себя ряд измеренных ТПУ температур, столбец Y включает ряд заданных температур (эталонных значений). Построить по этим данным диаграмму. Выделить диаграмму, в меню правой кнопки мыши выбрать «Добавить линию тренда». Откроется новое меню, в «Параметрах линии тренда» нужно выбрать «Полиноминальная», коэффициент 2, показать уравнение на диаграмме. На диаграмме появится уравнение.

Допускается использовать другие методы параболической аппроксимации с обязательной реализацией «метода наименьших квадратов».

Полученные коэффициенты уравнения нужно записать в настройки ТПУ с учетом знака, для этого:

1) Подключить ТПУ в соответствии с п. 2.6.1;

2.1) Для ТПУ-9201-М4 в основном меню программы нажать кнопку «Паспортизация», откроется окно, внешний вид которого приведен на рисунке 10; для параметров «A0, °C», «A1», «A2» ввести соответствующие значения; нажать на кнопку «Записать»;

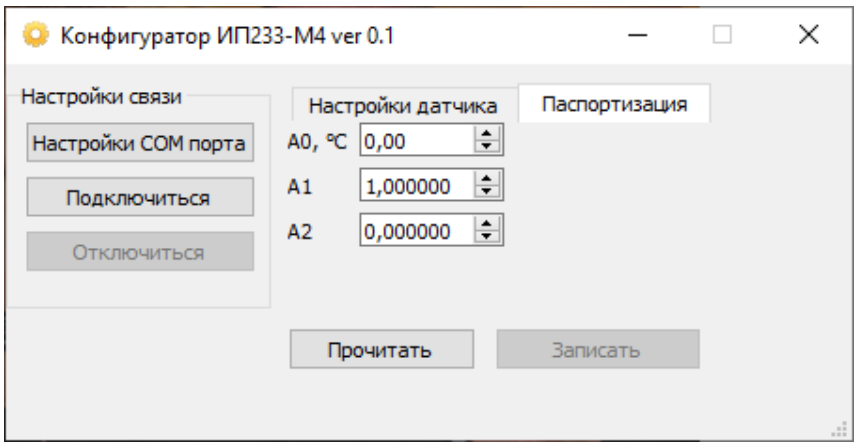


Рисунок 10 – Внешний вид раздела «Паспортизация» окна программы «Конфигуратор ИП233-М4»

2.2) Для ТПУ-9201-RS (или ТПУ-9201-RS-L) в основном меню программы открыть папку «Конфигурация», далее открыть папку «Аналоговый вход», в графе «Значение пользователя» заполнить параметры «Слагаемое», «Множитель первой степени», «Множитель второй степени»; нажать на кнопку «Записать».

При поверке ТПУ (осуществляется отдельно от термопреобразователя) необходимо будет поставить коэффициенты по умолчанию: «Слагаемое» («А0») равным нулю, «Множитель первой степени» («А1») равным единице, «Множитель второй степени» («А2») равным нулю.

3. Методика поверки

3.1 Поверку ТПУ проводят аккредитованные, в соответствии с действующим законодательством, на право поверки организации. Требования к организации, порядку проведения поверки и форма предоставления результатов поверки определяется Приказом Минпромторга от 31.07.2020 №2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

3.2 Поверку ТПУ в общепромышленном исполнении (и общепромышленном совмещенном с взрывозащищенным) проводят по методике поверки РТ-МП-951-207-2025 «ГСИ. Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201. Методика поверки».

Поверку ТПУ в общепромышленном исполнении (и общепромышленном совме-щенном с взрывозащищенным)

Межповерочный интервал составляет:

– 3 года - для термопреобразователей с ТП с верхним пределом диапазона измерений до 300 °С включ.;

– 2 года - для термопреобразователей с ТП с верхним пределом диапазона измерений св. 300 °С до 800 °С включ. и для термопреобразователей с ТС;

– 1 год - для термопреобразователей с ТП с верхним пределом диапазона измерений св. 800 °С.

4. Техническое обслуживание

4.1 Техническое обслуживание термопреобразователей сводится к соблюдению правил эксплуатации, хранения и транспортирования, изложенных в настоящем руководстве по эксплуатации, профилактическим осмотрам, периодической поверке.

4.2 Профилактические осмотры проводятся в порядке, установленном на объектах эксплуатации термопреобразователей, и включают:

а) внешний осмотр в соответствии с п. 2.2;

б) проверку прочности крепления ТПУ, отсутствия обрыва заземляющего провода;

в) проверку функционирования - ТПУ считают функционирующими, если их показания ориентировочно совпадают с измеряемой температурой

4.3 Периодическую поверку ТПУ производят в соответствии с указаниями, приведенными в разделе 3 настоящего руководства по эксплуатации.

4.4 ТПУ с неисправностями, не подлежащими устранению при профилактическом осмотре, или не прошедшие периодическую поверку, подлежат текущему ремонту.

Ремонт ТПУ производится на предприятии-изготовителе по отдельному договору.

5 Хранение

5.1 Условия хранения ТПУ в упаковке предприятия изготовителя соответствуют условиям хранения 3 по ГОСТ 15150-69 при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до

98 % при 35 °С. В воздухе помещений для хранения не допускается наличие паров кислот и щелочей.

5.2 Срок сохраняемости в упаковке предприятия изготовителя – 3 года.

5.1 Консервация (расконсервация, переконсервация)

5.2.1 Консервацию ТПУ производить в соответствии с указаниями п.1.7.3-1.7.4 настоящего РЭ. Условия консервации должны соответствовать п.1.7.2 настоящего РЭ.

3.4.2 Расконсервацию ТПУ перед применением производить разгерметизацией и удалением упаковочного материала.

3.4.3 Переконсервацию ТПУ производить по истечении срока сохраняемости, указанного в п.1.2.17 настоящего РЭ, или в случае обнаружения дефектов временной защиты в процессе хранения.

6 Транспортирование

6.1 ТПУ в упаковке предприятия-изготовителя должны выдерживать транспортирование на любые расстояния всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах (в самолетах – в неотапливаемых негерметизированных отсеках) в соответствии с правилами и нормами перевозки груза, действующих на данном виде транспорта.

6.2 Условия транспортирования соответствуют:

– в части воздействия механических факторов – условиям Ж по ГОСТ 23216-78;

– в части воздействия климатических факторов внешней среды при перевозке – группе 9 (ОЖ1) по ГОСТ 15150-69.

6.3 Размещение и крепление в транспортном средстве упакованных ТПУ должны обеспечивать их устойчивое положение, исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортных средств.

6.4 Погрузочно разгрузочные работы при транспортировании выполняются в соответствии с ГОСТ 12.3.009-76. Резкие толчки, удары не допускаются.

7 Утилизация

7.1 ТПУ не содержат вредных материалов и веществ, требующих специальных методов утилизации.

7.2 После окончания срока службы ТПУ подвергаются мероприятиям по подготовке и отправке на утилизацию. При этом следует руководствоваться нормативно-техническими документами по утилизации, принятыми в эксплуатирующей организации.

Приложение А. Нормативные документы

Обозначение документа	Наименование документа
ГОСТ 6651-2009	Государственная система обеспечения единства измерений. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 6616-94	Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия.
ТР ТС 012/2011	Технический регламент Таможенного союза. О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах
ГОСТ 31610.0-2019	Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования
ГОСТ 31610.10-2014	Электрооборудование для взрывоопасных газовых сред. Часть 10. Классификация взрывоопасных зон
ГОСТ IEC 60079-1-2011	Межгосударственный стандарт Взрывоопасные среды Часть 1. оборудование с видом взрывозащиты "Взрывонепроницаемые оболочки "d"
ГОСТ 30232-94	Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом. Общие технические требования
ГОСТ 13384-93	Преобразователи измерительные для термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ 25804.1-83	Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных электростанций
НП-001-15	Общие положения обеспечения безопасности атомных станций
НП-031-01	Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций
ГОСТ 25804.3-83	Аппаратура, приборы, устройства и оборудование систем управления технологическими процессами атомных

Обозначение документа	Наименование документа
	электростанций. Требования по стойкости, прочности и устойчивости к внешним воздействующим факторам
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды
ГОСТ 30631-99	Общие требования к машинам, приборам и другим техническим изделиям в части стойкости к механическим внешним воздействующим факторам при эксплуатации
ГОСТ Р 52931-2008	Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия
ГОСТ 14254-2015	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP)
ГОСТ 32137-2013	Межгосударственный стандарт. Совместимость технических средств электромагнитная. Технические средства для атомных станций. Требования и методы испытаний
ГОСТ 30804.4.2-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний
ГОСТ 31610.11-2014	Взрывоопасные среды. Часть 11. Оборудование с видом взрывозащиты искробезопасная электрическая цепь i
ГОСТ 30804.4.4-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51317.4.5-99	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний.
ГОСТ Р 50648-94	Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к

Обозначение документа	Наименование документа
	магнитному полю промышленной частоты. Технические требования и методы испытаний
ГОСТ 30805.22-2013	Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи индустриальные. Нормы и методы измерений
ГОСТ Р 8.585-2001	Государственная система обеспечения единства измерений. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования
ГОСТ 26828-86	Изделия машинного приборостроения. Маркировка
ГОСТ 14192-96	Маркировка грузов
ГОСТ Р 52901-2007	Картон гофрированный для упаковки продукции. Технические условия.
ГОСТ 5959-80	Ящики из листовых древесных материалов неразборные для грузов массой до 200 кг
ГОСТ 12.2.007.0-75	Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.019-80	Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности
ГОСТ 12.3.009-76	Система стандартов безопасности труда. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности
ГОСТ 23216-78	Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытаний

Приложение Б. Схемы подключения

(обязательное)

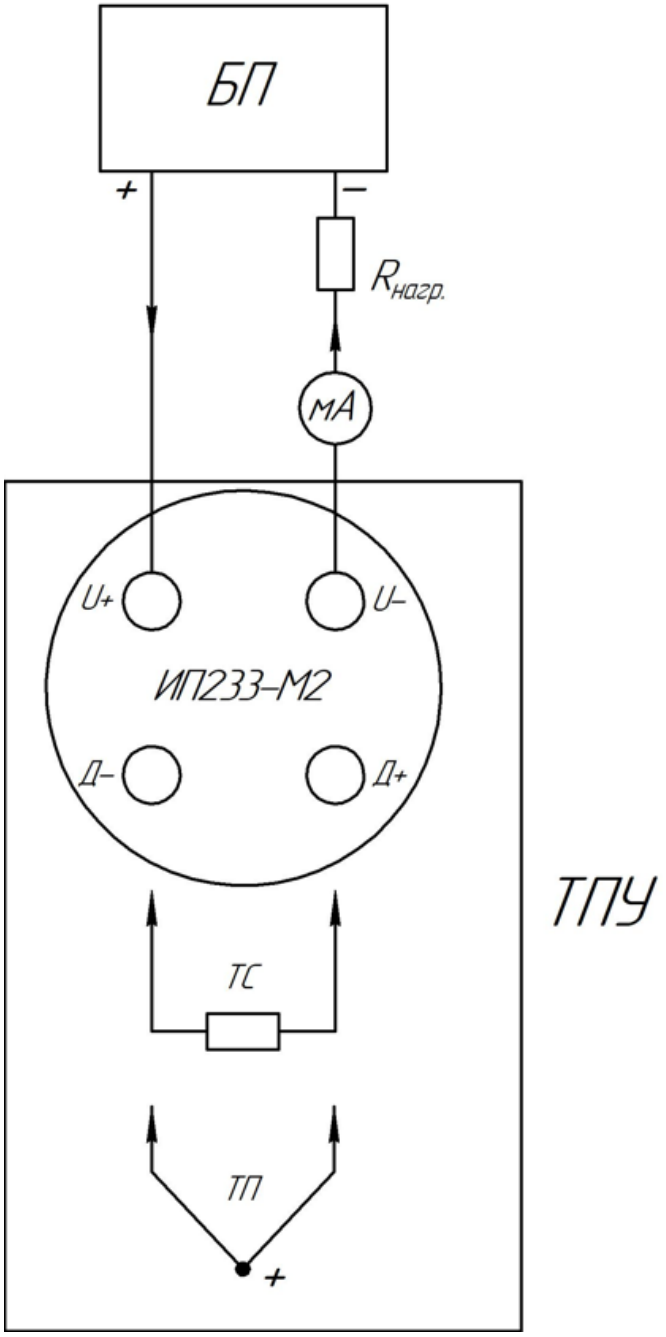


Рисунок Б.1 – Схема подключений термопреобразователя ТПУ-9201-М2
ТПУ – термопреобразователь универсальный ТПУ-9201,
в составе которого ТС/ТП и ИП233-М2;
Rнагр – сопротивление нагрузки;
БП – блок (источник) питания постоянного тока;
мА – средство измерений силы тока.

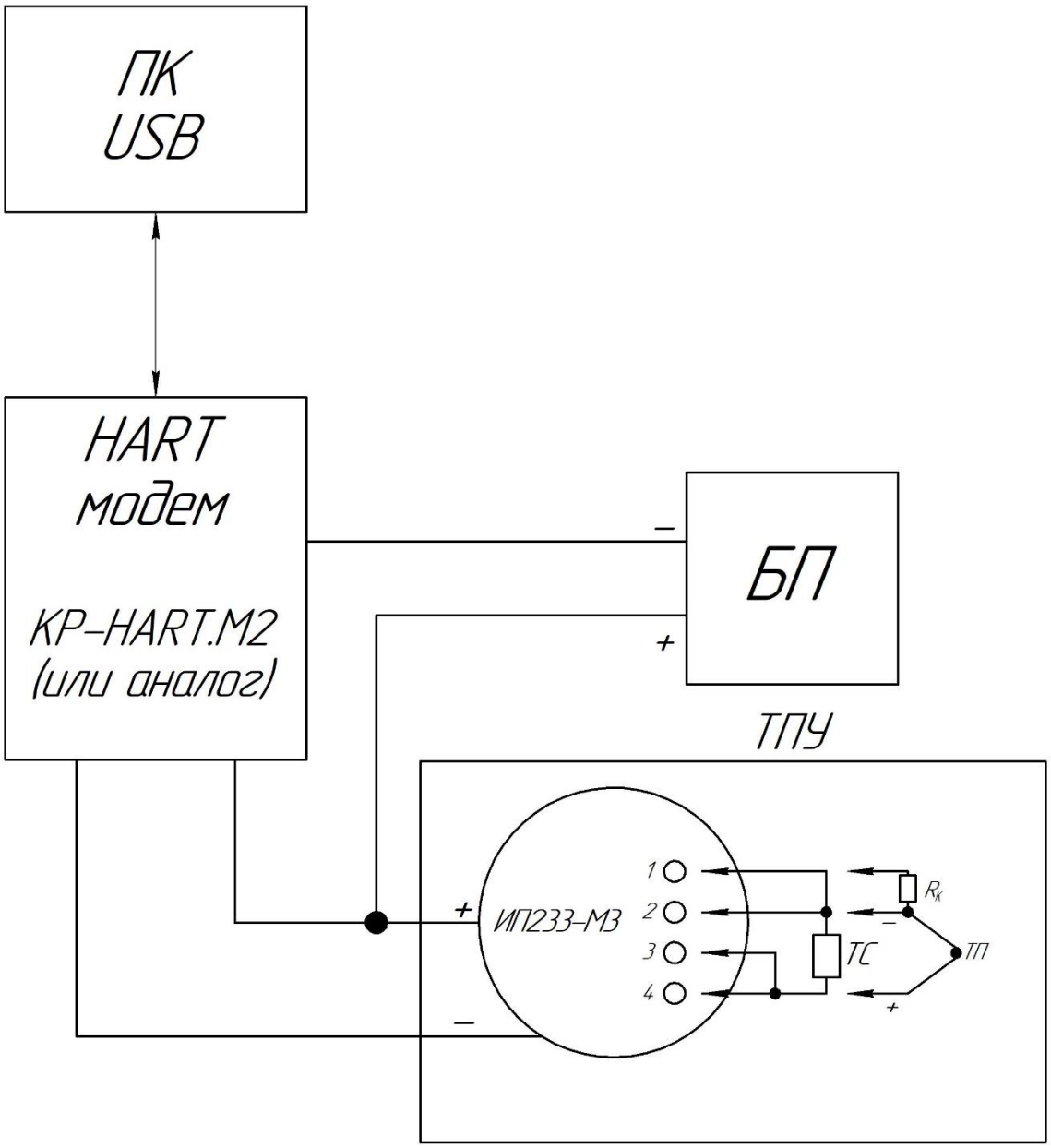


Рисунок Б.2 – Схема подключений термопреобразователя ТПУ-9201-М3
ТПУ – термопреобразователь универсальный ТПУ-9201,
в составе которого ТС/ТП и ИП233-М3;
Rк – компенсатор холодного спая (входит в комплект поставки);
HART модем – устройство для связи с ПК по протоколу HART;
ПК USB – персональный компьютер с USB-портом;
БП – блок (источник) питания постоянного тока

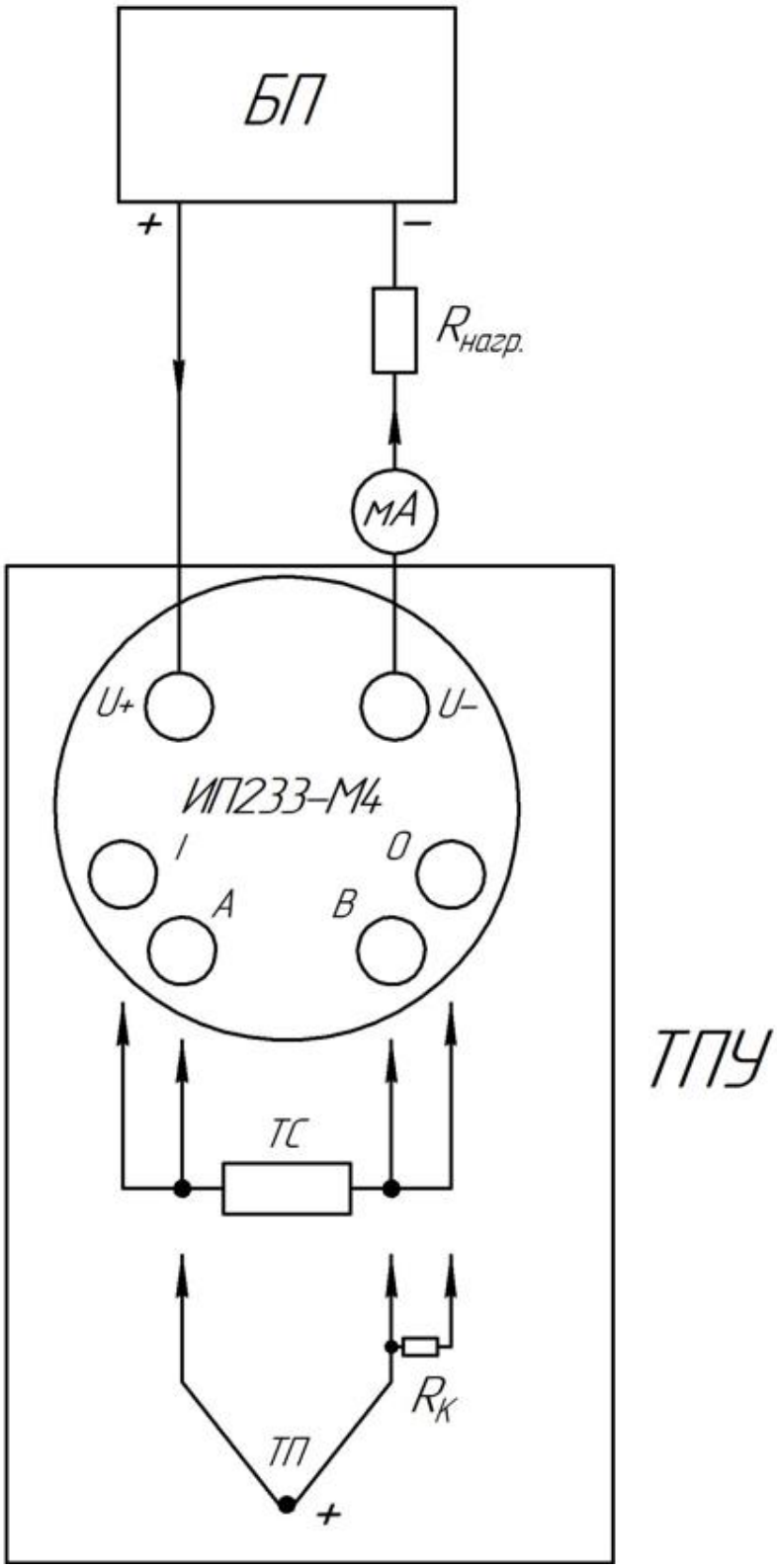


Рисунок Б.3 – Схема подключений термопреобразователя ТПУ-9201-М4
ТПУ – термопреобразователь универсальный ТПУ-9201,
в составе которого ТС/ТП и ИП233-М4;
Rк – компенсатор холодного спая (входит в комплект поставки);
БП – блок (источник) питания постоянного тока;
мА – средство измерений силы тока.

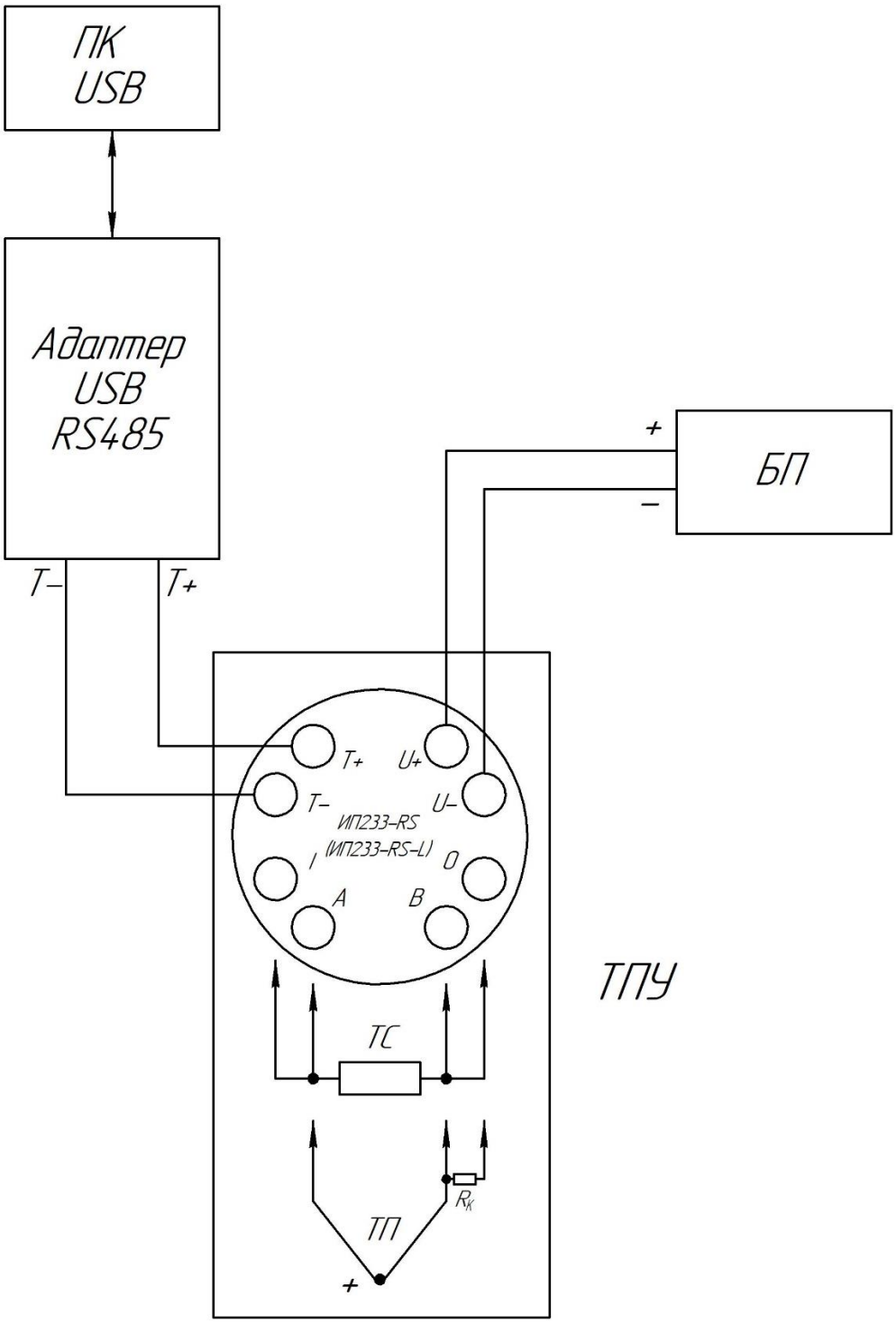


Рисунок Б.4 – Схема подключений термопреобразователя ТПУ-9201-RS (ИП233-RS-L)

ТПУ – термопреобразователь универсальный ТПУ-9201,
в составе которого ТС/ТП и ИП233-RS (ИП233-RS-L);

Rк – компенсатор холодного спая (входит в комплект поставки);

Адаптер USB RS485 – устройство, взаимно преобразующее сигналы интерфейса USB и интерфейса RS-485.

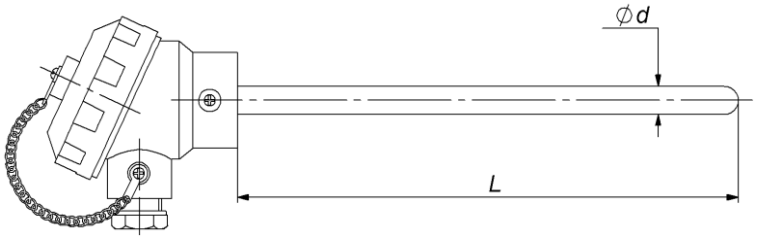
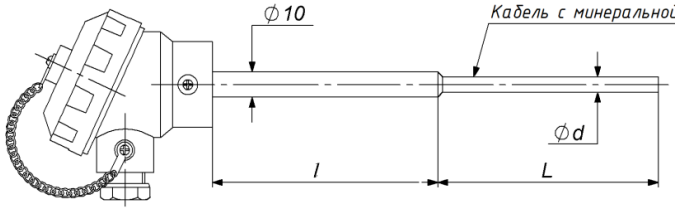
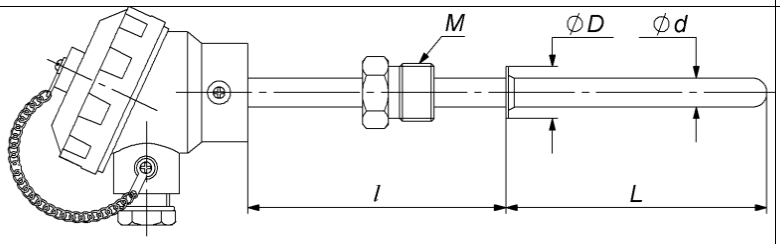
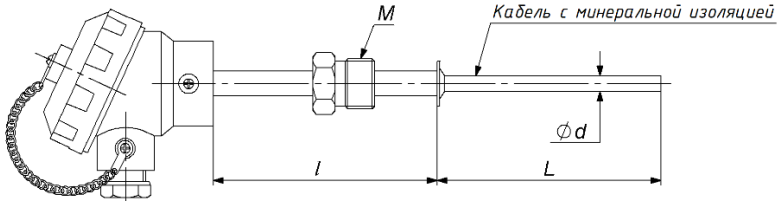
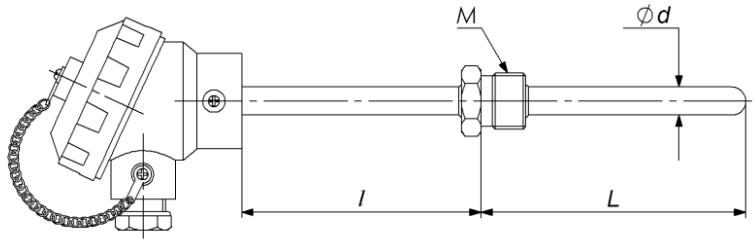
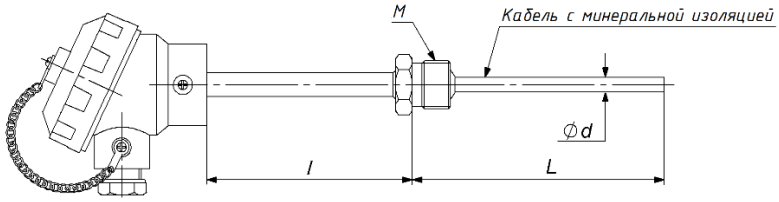
ПК USB – персональный компьютер с USB-портом;

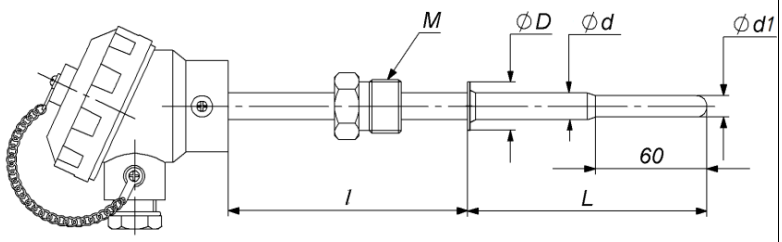
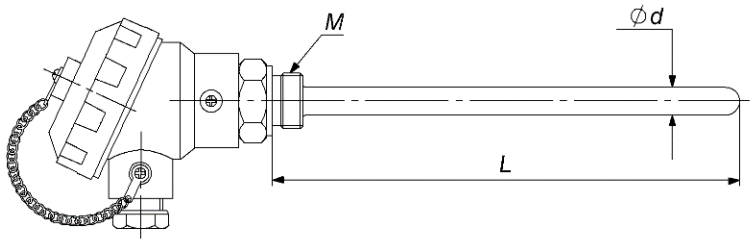
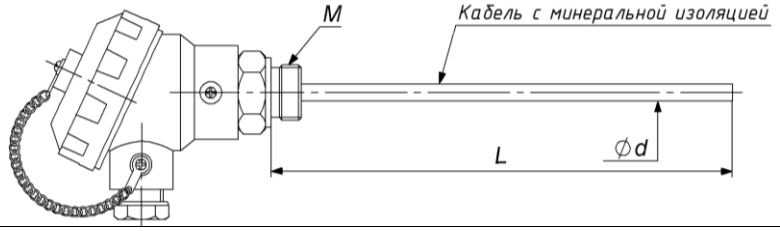
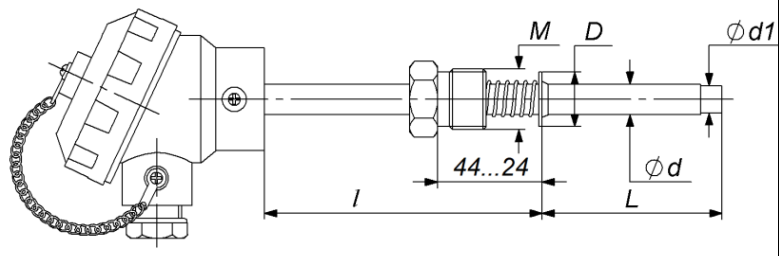
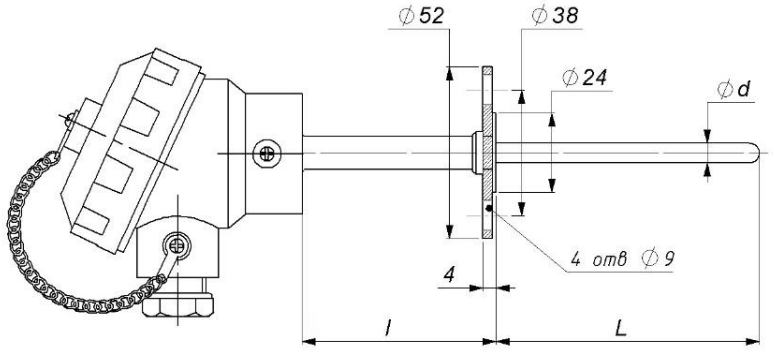
БП – блок (источник) питания постоянного тока

Приложение В. Габаритные, монтажные и присоединительные размеры для конструктивных исполнений ТПУ-9201

(обязательное)

Таблица В.1 – Конструктивные исполнения

Обозначение	Схематическое изображение	Конструктивные особенности
Рисунок 01		Установка в гнездо d = 6; 8; 10; 20 L от 60 до 3150
Рисунок 01/1		Из кабеля с минеральной изоляцией в стальной оболочке Установка в гнездо d = 1,5; 2; 3; 4; 6 L до 25 метров
Рисунок 02		С передвижным штуцером d = 6; 8; 10 L от 60 до 3150
Рисунок 02/1		Из кабеля с минеральной изоляцией в стальной оболочке С передвижным штуцером d = 1,5; 2; 3; 4; 6 L до 25 метров
Рисунок 03		С неподвижным штуцером d = 6; 8; 10; 20 L от 60 до 3150
Рисунок 03/1		Из кабеля с минеральной изоляцией в стальной оболочке С неподвижным штуцером d = 1,5; 2; 3; 4; 6 L до 25 метров

Обозначение	Схематическое изображение	Конструктивные особенности
Рисунок 04		С подвижным штуцером d= 6; 8; 10, d1 = 4; 6; 8 L от 60 до 3150
Рисунок 05		С неподвижным штуцером d = 6; 8; 10 L от 60 до 3150
Рисунок 05/1		Из кабеля с минеральной изоляцией в стальной оболочке С неподвижным штуцером d = 1,5; 2; 3; 4; 6 L до 25 метров
Рисунок 07		С передвижным штуцером с пружиной d = 10; d1 = 9 L от 60 до 3150
Рисунок 08		С фланцем d = 6; 8; 10 L от 60 до 3150

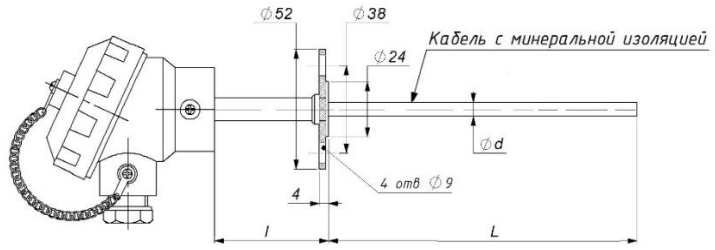
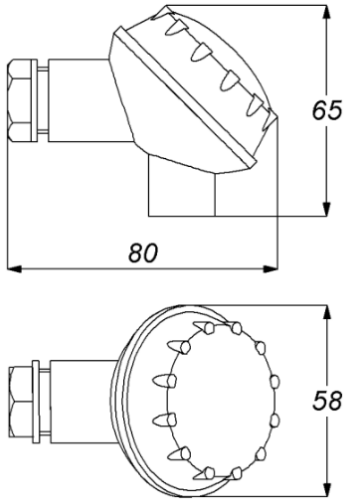
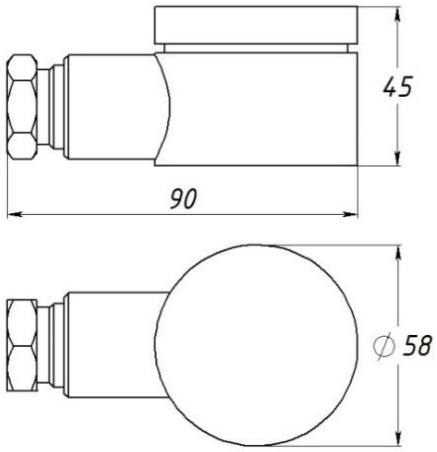
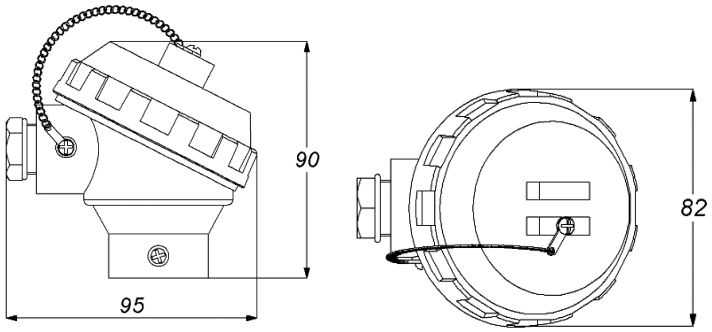
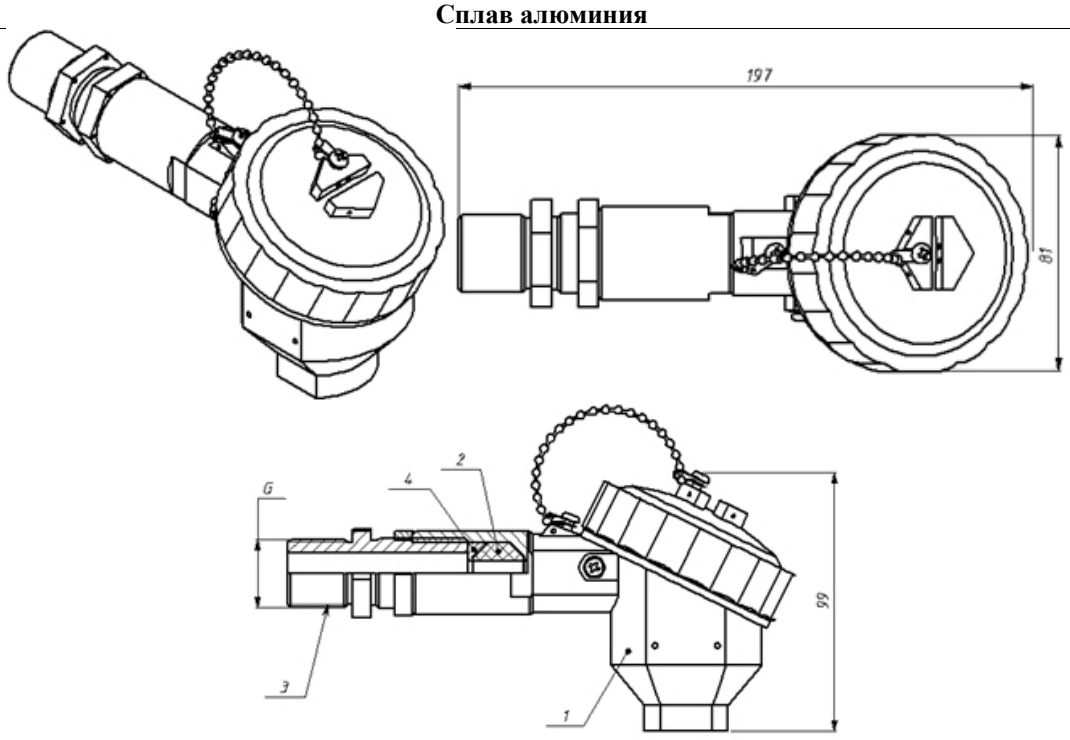
Обозначение	Схематическое изображение	Конструктивные особенности
Рисунок 08/1		Из кабеля с минеральной изоляцией в стальной оболочке С фланцем d = 1,5; 2; 3; 4; 6 L до 25 метров

Таблица В.2 – Типы клеммной головки

Тип АГ **Стеклонаполненный полиамид** **Только для ИП типа “М2”**	**Тип СН** **Сталь 12Х18Н10Т**
	
Тип АЛ3 **Сплав алюминия**	
	
Тип «Exd» **Сплав алюминия**	
	

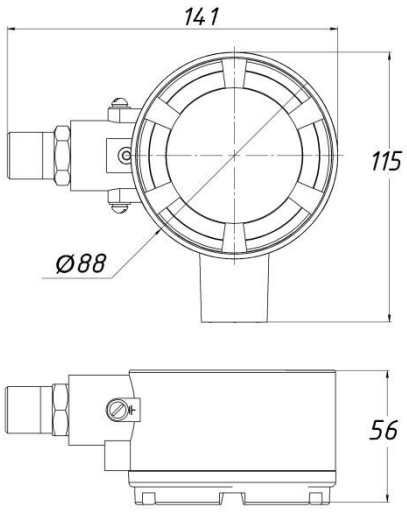
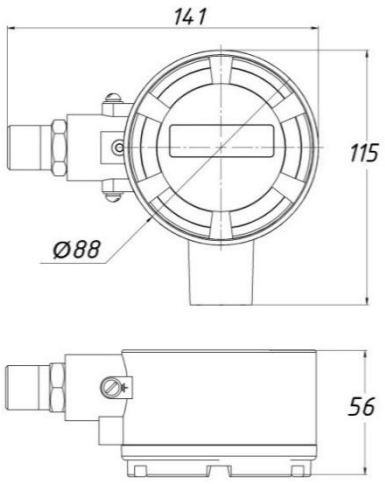
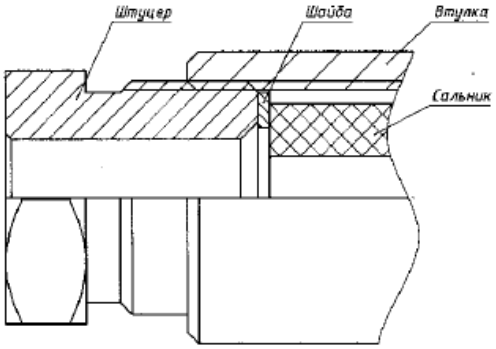
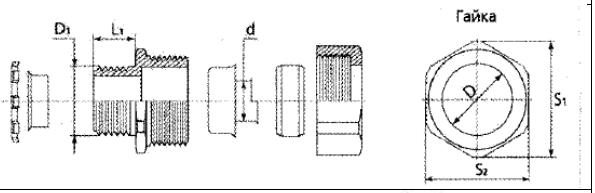
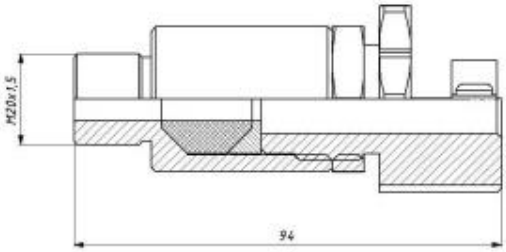
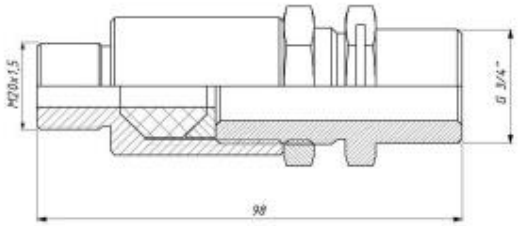
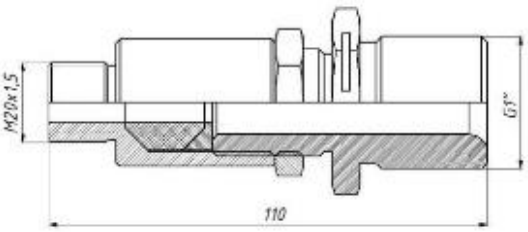
Тип АЛ6 Сплав алюминия	Тип АЛ6И Сплав алюминия С индикацией
	

Таблица В.3 – Кабельные вводы

Обозначение	Описание	Рисунок
С	Сальник	
РКН	Ввод в металлорукав 16 мм	
КМЧ	Для бронированного кабеля	
КМЧ - G3/4	Для трубного монтажа электрической соединительной линии с трубной резьбой G3/4”	
КМЧ - G1	Для трубного монтажа электрической соединительной линии с трубной резьбой G1”	

Приложение Г. Обозначение при заказе

Термопреобразователь универсальный	**ТПУ-9201**	**АС**	**3Н**	**М2**	**-**	**0…200°С**	**0,15**	**-**	**АГ**	**С**	**360**	**Pt100**	**02**	**8 мм**	**160 мм**	**120 мм**	**М20х1,5**	**-**	**П**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
КПЛШ.411611.001 ТУ																			
21																			

1. Наименование оборудования: термопреобразователь универсальный.

2. Обозначение: ТПУ-9201.

3. Вид исполнения:
без обозначения – общепромышленное;
Ex – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Искробезопасная цепь»;
Exd – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка»;
АС – атомное исполнение.
Примечания:
1) Возможно объединение нескольких исполнений сразу, например, АС-Ex;
2) ТПУ-9201-АС-RS и ТПУ-9201-АС-RS-L не выпускаются в исполнении «Ex».

4. Класс безопасности по НП-001-15 (только для исполнения «АС»): **2**, **2Н**, **2У**, **2НУ**, **3**, **3Н**, **3У**, **3НУ**, **4**, **4Н**.

5. Модификация:
М2 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, фиксированный диапазон измерения (выбирается при заказе);
М3 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, совмещенный с HART, возможность изменения диапазона измерения во время эксплуатации;
М4 – аналоговый сигнал 4-20 мА, возможность изменения диапазона измерения во время эксплуатации;
RS – цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), возможность изменения диапазона измерения во время эксплуатации, возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция);
RS-L – цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), возможность изменения диапазона измерения во время эксплуатации, цифровой светодиодный индикатор, возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция).

6. Опция для модификации RS, RS-L:
4-20 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, если не требуется – не заполняется.

7. Диапазон измерения, °С (Таблица 1).
Заполняется для модификации М2, для остальных модификаций можно не заполнять.

8. Основная приведенная погрешность, % (Таблица 1).

9. Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69
Отсутствие обозначения - исполнение О5 для температуры (-50÷70 °С) и влажности до 98 % (при +35 °С).

10. Тип корпуса клеммной головки (в соответствии с таблицей 2; модификация RS-L только в головке АЛ6И).

11. Тип кабельного ввода (Таблица 3).
Отсутствие обозначения – тип «С».

12. Дополнительные стендовые испытания 360 часов (опция), индекс заказа – **ПАЗ**.

13. Тип (НСХ) первичного преобразователя (Таблица 1).

14. Конструктивное исполнение защитной арматуры (Таблица 4).

15. Диаметр защитной арматуры (без обозначения – диаметр 10 мм), мм.

16. Длина монтажной (погружаемой) части L, мм (для модификации М2 с ТС не более 1 м).

17. Длина наружной части l, мм.

18. Вид крепления:
М20х1,5 – штуцер М20х1,5;
М27х2 – штуцер М27х2;
М33х2 – штуцер М33х2.
По согласованию с заказчиком возможно изготовление с другим видом крепления.

19. Тип разъема (при необходимости).

20. Вид метрологического контроля:
без обозначения – без поверки;
П – поверка.
Примечание – В соответствии с Федеральным законом №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» обязательной поверке подлежат только средства измерений, используемые в сфере государственного регулирования (гл.1 п.3).

21. Обозначение технических условий: **КПЛШ.411611.001 ТУ**.

Пример обозначения при заказе:
Преобразователь универсальный ТПУ-9201-АС-3Н-М2-0…200°С-0,15-АГ-С-360-Pt100-02-8мм-160мм-120мм-Штуцер М20х1,5-П-КПЛШ.411611.001 ТУ
Преобразователь универсальный ТПУ-9201 в атомном исполнении, классификационная группа по НП-001-15 - 3Н, модификация М2, диапазон измерения от 0 °С до плюс 200 °С, с пределами основной приведенной погрешности ±0,15 %, с типом корпуса клеммной головки - АГ, с сальником, с дополнительными стендовыми испытаниями 360 часов, с типом НСХ Pt100, с конструктивным исполнением защитной арматуры – 02, с диаметром защитной арматуры 8 мм, с длиной монтажной части 160 мм, с длиной наружной части 120 мм, со штуцером М20х1,5, с поверкой.

Преобразователь универсальный ТПУ-9201-АС-3Н-М2-50…850°С-0,15-АГ-С-360-К-02-8мм-160мм-120мм-Штуцер М20х1,5-П-КПЛШ.411611.001 ТУ,
Преобразователь универсальный ТПУ-9201 в атомном исполнении, классификационная группа по НП-001-15 - 3Н, модификация М2, диапазон измерения от минус 50 °С до плюс 850 °С, с пределами основной приведенной погрешности ±0,15 %, с типом корпуса клеммной головки - АГ, с сальником, дополнительными стендовыми испытаниями 360 часов, с типом НСХ К(ХА), с конструктивным исполнением защитной арматуры – 02, с диаметром защитной арматуры 8 мм, с длиной монтажной части 160 мм, с длиной наружной части 120 мм, со штуцером М20х1,5, с поверкой.