

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от « 24 » декабря 2025 г. № 2841

Регистрационный № 97331-25

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201

Назначение средства измерения

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201 (далее по тексту – термопреобразователи или 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 или цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

Описание средства измерений

Принцип действия термопреобразователей основан на измерении и преобразовании сигналов первичных преобразователей (ПП) температуры (термопреобразователей сопротивления (ТС) с номинальными статическими характеристиками (НСХ) по ГОСТ 6651-2009 или преобразователей термоэлектрических (ТП) с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001) в унифицированный сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА; в унифицированный сигнал постоянного тока от 4 до 20 мА, совмещённый с цифровым выходным сигналом HART-протокола; в цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU.

Термопреобразователи состоят из ПП и преобразователя измерительного (ИП).

Термопреобразователь выполнен в виде единого конструктивного узла, при этом ИП устанавливается в клеммную головку. В зависимости от используемой клеммной головки, защитной арматуры и типа выходного сигнала термопреобразователи выпускаются в различных модификациях:

- ТПУ-9201-М2 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА;
- ТПУ-9201-М3 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА, совмещённым с HART-протоколом;
- ТПУ-9201-М4 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА;
- ТПУ-9201-RS – с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена

Modbus RTU. Возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал от 4 до 20 мА (опция);
- ТПУ-9201-RS-L – с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 с протоколом обмена Modbus RTU и цифровым индикатором. Возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал от 4 до 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.

Термопреобразователи могут быть изготовлены во взрывозащищённом исполнении с видом взрывозащиты «Искробезопасная электрическая цепь» (с маркировкой взрывозащиты 0Ex ia IIC T6 Ga X) с добавлением в обозначение индекса «Ex» и с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка» (с маркировкой взрывозащиты 1Ex db IIC T6 Gb X) с добавлением в наименование обозначения индекса «Exd».

Общий вид термопреобразователей с указанием мест нанесения заводского номера представлен на рисунках 1-2.

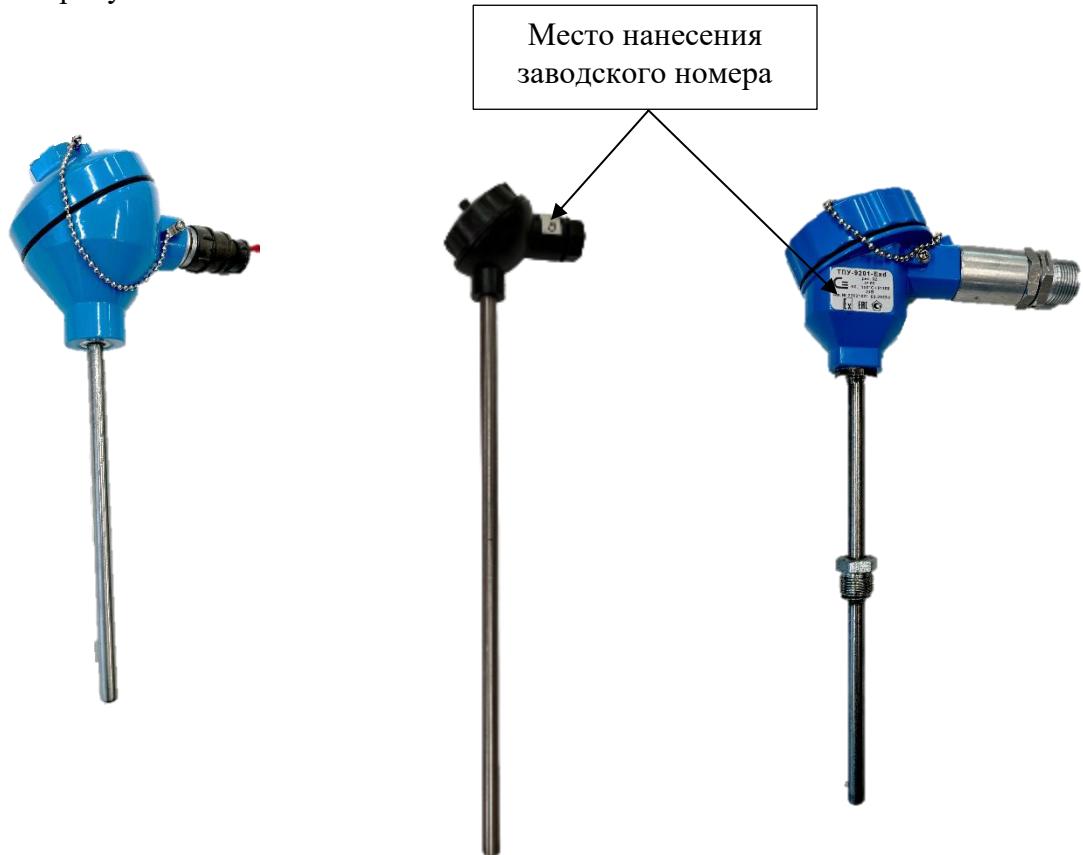


Рисунок 1 – Внешний вид термопреобразователей с указанием мест нанесения заводского номера



Рисунок 2 – Внешний вид термопреобразователей

Обозначения термопреобразователей и расшифровка структуры условного обозначения исполнений термопреобразователей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура условного обозначения исполнений термопреобразователей

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20	
Позиция	Описание
1	Наименование оборудования: термопреобразователь универсальный
2	Обозначение типа: ТПУ-9201
3	<p>Вид исполнения: Без обозначения – общепромышленное исполнение; Ex – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Искробезопасная цепь»; Exd – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка».</p> <p>Примечание: ТПУ-9201-RS и ТПУ-9201-RS-L не выпускаются в исполнении «Ex»</p>
4	<p>Модификация:</p> <p>M2 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, фиксированный диапазон измерения (выбирается при заказе), длина монтажной части до 1000 мм;</p> <p>M3 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, совмещённый с HART, возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации;</p> <p>M4 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации;</p> <p>RS – с цифровым сигналом по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации, возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция);</p> <p>RS-L – цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации, цифровой светодиодный индикатор, возможен дополнительный аналоговый выходной сигнал 4-20 мА (опция).</p>
5	Опция для модификации RS, RS-L: 4-20 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА
6	Диапазон измерений температуры, °C (в соответствии с таблицей 3) Заполняется только для модификации M2
7	Основная приведенная погрешность (класс точности): в соответствии с таблицей 3
8	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 Отсутствие обозначения - исполнение О5 для температуры (-50 ÷ +70 °C) и влажности до 98 % (при температуре +35 °C), до 100 % (опция)
9	<p>Тип корпуса клеммной головки:</p> <p>АГ – из стеклонаполненного полиамида;</p> <p>СН – из нержавеющей стали;</p> <p>АЛ3, АЛ6, АЛ7 – из алюминиевого сплава;</p> <p>Exd – для взрывозащищённого исполнения</p> <p>АЛ6И – из алюминиевого сплава для исполнения с цифровым индикатором (ТПУ-9201-RS-L)</p>
10	Тип кабельного ввода: в соответствии с эксплуатационной документацией
11	ПАЗ - Дополнительные стендовые испытания 360 часов (опция)
12	Тип НСХ первичного преобразователя (в соответствии с таблицей 3): 100М, 100П, Pt100, K, L, S
13	Конструктивное исполнение защитной арматуры: в соответствии с эксплуатационной документацией

Продолжение таблицы 1

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 10 – 11 – 12 – 13 – 14 – 15 – 16 – 17 – 18 – 19 – 20	
Позиция	Описание
14	Диаметр защитной арматуры (отсутствие обозначения – диаметр 10 мм), мм
15	Длина монтажной (погружаемой) части (от штуцера до конца арматуры), мм
16	Длина наружной части (от штуцера до нижней плоскости клеммной головки), мм
17	Вид крепления: M20x1,5 – штуцер M20x1,5; M27x2 – штуцер M27x2; M33x2 – штуцер M33x2. По согласованию с заказчиком возможно изготовление с другим видом крепления.
18	Тип разъёма (при необходимости)
19	Наличие первичной поверки (при поставке): без обозначения – без поверки; П – с поверкой.
20	Обозначение технических условий: КПЛШ.411611.00. ТУ

Пломбирование термопреобразователей не предусмотрено.

Заводской номер термопреобразователя в виде цифрового обозначения, состоящего из арабских цифр, наносится на наклейку или шильдик способом, принятым на заводе-изготовителе, и прикрепляется на клеммную головку. Знак поверки на термопреобразователи не наносится.

Программное обеспечение

Для термопреобразователей предусмотрено внутреннее и внешнее программное обеспечение (ПО).

Внутреннее ПО состоит только из встроенной в ИП метрологически значимой части ПО. Внутреннее ПО является фиксированным, не загружаемым и может быть изменено только на предприятии-изготовителе.

Уровень защиты внутреннего ПО от преднамеренного и непреднамеренного доступа соответствует уровню «высокий» в соответствии с Р50.2.077-2014. Не требуется специальных средств защиты, исключающих возможность несанкционированной модификации, обновления (загрузки), удаления и иных преднамеренных изменений метрологически значимой встроенной части ПО средств измерений и измеренных данных.

Внешнее ПО, предназначеннное для взаимодействия ИП с компьютером, не оказывает влияния на метрологические характеристики термопреобразователя. Внешнее ПО служит для конфигурирования и получения данных измерений в процессе эксплуатации термопреобразователя. Конфигурирование включает установку параметров связи ИП с компьютером. ПО также предусматривает возможность выдачи текстовых сообщений о состоянии ИП и возникающих в процессе его работы ошибках и способах их устранения.

Идентификационные данные метрологически значимой части ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационный данные метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение (в зависимости от модификации)		
	ТПУ-9201-М4	ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L	ТПУ-9201-М3
Идентификационное наименование ПО	IP233M4	IP233RS	HART7
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.00	не ниже 1.00	не ниже 1.00
Цифровой индикатор ПО	-	-	-

Метрологические и технические характеристики

Диапазоны измерений и пределы основной приведённой погрешности ТПУ приведены в таблице 3.

Пределы допускаемой дополнительной приведённой погрешности, вызванной изменением температуры окружающей среды на каждые 10 °C от нормальной (+25±5) °C в пределах рабочих температур, не превышают значения половины основной приведённой погрешности с учётом примечаний в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики ТПУ-9201

Тип НСХ ⁽¹⁾ ПП	Диапазон измерений температуры ⁽²⁾ , °C	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности ⁽³⁾ , γ, % (от диапазона измерений)	
		Класс А ⁽⁴⁾	Класс В ⁽⁴⁾
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	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

Тип НСХ ⁽¹⁾ ПП	Диапазон измерений температуры ⁽²⁾ , °C	Пределы допускаемой основной приведённой погрешности ⁽³⁾ , γ, % (от диапазона измерений)	
		Класс А ⁽⁴⁾	Класс В ⁽⁴⁾
K	от 0 до +300	±0,25	±0,50
	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	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	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		

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

⁽²⁾ – Указан полный диапазон измерений, рабочий диапазон измерений температуры может быть установлен (сконфигурирован) пользователем (кроме ТПУ-9201-М2) в пределах диапазонов измерений, приведённых в данной таблице, с учётом минимального диапазона измерений (для ТС минимальный диапазон измерений равен 100 °C, для ТП – 300 °C (для типов НСХ «K» и «L») и 500 °C (для НСХ типа «S»)). Пределы допускаемой основной приведённой погрешности измерений не зависят от настроенного диапазона и всегда приведены к полному диапазону измерений;

⁽³⁾ Пределы допускаемой основной приведённой погрешности измерений температуры при работе с ТП приведены без учёта погрешности компенсации холодного спая, при этом предельно допускаемая абсолютная погрешность компенсации равна ± 1 °C.

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности ТПУ с ТП (Δ , °C), с учетом схемы компенсации вычисляются по формуле: $\Delta = \pm\left(\frac{\gamma}{100} \cdot (t_{max} - t_{min}) + 1\right)$,

где t_{max} и t_{min} – верхний и нижний пределы диапазона измерений (указаны в паспорте и приводятся на шильдике).

⁽⁴⁾ – Классы точности – в соответствии с КПЛШ.411611.001ТУ, информация приведена на шильдике и в паспорте.

Таблица 4 – Технические характеристики ТПУ-9201

Наименование характеристики	Значение
Выходной сигнал: - ТПУ-9201-M2, ТПУ-9201-M4 - ТПУ-9201-M3 - ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L	от 4 до 20 мА ⁽¹⁾ ; от 4 до 20 мА, совмещённый с HART ⁽¹⁾ ; RS-485 (Modbus RTU), возможен дополнительный сигнал от 4 до 20 мА (опция)
Напряжение питания (от источника) постоянного тока, В: - для ТПУ-9201-M2, ТПУ-9201-M3, ТПУ-9201-M4 - для ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L - для ТПУ-9201-Ex	от 12 до 36 от 18 до 36 от 15 до 24
Электрическое сопротивление изоляции при температуре от +15 до +35 °C и относительной влажности воздуха от 30 до 80 %, МОм (при 100 В), не менее	20
Количество чувствительных элементов, шт.	1
Длина монтажной части ⁽²⁾ , мм,	от 60 до 3150
Длина наружной части ⁽²⁾ , мм	от 60 до 3000
Диаметр монтажной части, мм	от 3 до 20
Масса (в зависимости от конструктивного исполнения), кг, не более	10
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °C - относительная влажность, %	от -50 до +70 от -50 до +80 (для взрывозащищённого исполнения) от -60 до +80 (по специальному заказу) до 98 при температуре +35 °C до 100 (по специальному заказу)
Маркировка взрывозащиты: - искробезопасная цепь (кроме ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L) - взрывонепроницаемая оболочка	0Ex ia IIC T6 Ga X 1Ex db IIC T6 Gb X
<p>⁽¹⁾ Совмещённый с питанием («токовая петля»); ⁽²⁾ Но не менее десяти диаметров ТПУ с ТП (кроме ТП полного погружения); Для ТПУ с верхним пределом диапазона измерений св. +700 °C до +1200 °C включ.: не менее 150 мм; Для ТПУ с верхним пределом диапазона измерений св.+1200 °C: не менее 250 мм; Для модификации ТПУ-9201-M2 суммарная длина монтажной и наружной части не превышает 1500 мм, если в качестве чувствительного элемента используется термопреобразователь сопротивления.</p>	

Знак утверждения типа

наносится на титульные листы Паспорта КПЛШ.411611.001 ПС и Руководства по эксплуатации КПЛШ.411611.001РЭ типографским способом.

Комплектность средства измерений

Комплектность термопреобразователей приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Комплект поставки

Наименование	Обозначение	Кол-во	Примечание
Термопреобразователь ТПУ-9201	-	1 шт.	Исполнение в соответствии с заказом
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-М4	-	1 шт.	Идёт в комплекте только с ТПУ-9201-М4
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-RS, ТПУ-9201-RS-L	-	1 шт.	Идёт 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.411611.001РЭ	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 шт.	-
Адаптер ИП233-М4	-	1 шт.	По заказу потребителя
Адаптер USB/RS485	-	1 шт.	По заказу потребителя

Сведениях о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Использование по назначению» документа КПЛШ.411611.001РЭ «Руководство по эксплуатации».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ 6651-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний;

ГОСТ Р 8.585-2001 ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 2712 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры»;

КПЛШ.411611.001ТУ Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201. Технические условия.

Правообладатель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «Сенсорика»

(ООО НПФ «Сенсорика»)

ИНН 6660076367

Юридический адрес: 620062, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д.76, пом.144

Телефон: (343) 287-00-80

Web-сайт: www.sensorika.ru, E-mail: mail@sensorika.ru

Изготовитель

Общество с ограниченной ответственностью Научно-производственная фирма «Сенсорика»

(ООО НПФ «Сенсорика»)

ИНН 6660076367

Адрес места осуществления деятельности: 620133, г. Екатеринбург, ул. Луначарского, 31

Юридический адрес: 620062, г. Екатеринбург, ул. Первомайская, д.76, пом.144

Телефон: (343) 287-00-80

Web-сайт: www.sensorika.ru, E-mail: mail@sensorika.ru

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский центр прикладной метрологии – Ростест»

(ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»)

Юридический адрес: 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 31

Адрес места осуществления деятельности: 119361, г. Москва, ул. Озерная, д. 46

Телефон: +7 (495) 544-00-00

Web-сайт: www.rostest.ru

E-mail: info@rostest.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № 30004-13

