УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «28» августа 2025 г. № 1831

Регистрационный № 96292-25

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201-АС

Назначение средства измерения

Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201-АС (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 на объектах использования атомной энергии.

Описание средства измерений

Принцип действия термопреобразователей основан на преобразовании температуры в электрическое сопротивление (при использовании в качестве первичных преобразователей (ПП) термопреобразователей сопротивления (ТС) с номинальными статическими характеристиками (НСХ) по ГОСТ 6651-2009) или в термоэлектродвижущую силу (при использовании в качестве ПП преобразователей термоэлектрических (ТП) с НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001) и последующем преобразовании сигнала от ПП 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 исполнениях:

- ТПУ-9201-АС-М2 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА;
- ТПУ-9201-АС-М3 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА, совмещённым с HART-протоколом;
- ТПУ-9201-АС-М4 – с выходным сигналом от 4 до 20 мА;
- ТПУ-9201-АС-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-АС-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-АС-М3, ТПУ-9201-АС-М4, а также ТПУ-9201-АС-RS и ТПУ-9201-АС-RS-L с аналоговым выходным сигналом имеют возможность изменения (переконфигурации) диапазона измерений. Для модификаций ТПУ-9201-АС-RS и ТПУ-9201-АС-RS-L с цифровым выходным сигналом необходимость переконфигурирования отсутствует.

Для ТПУ-9201-АС-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 обозначение индекса «Exd».

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

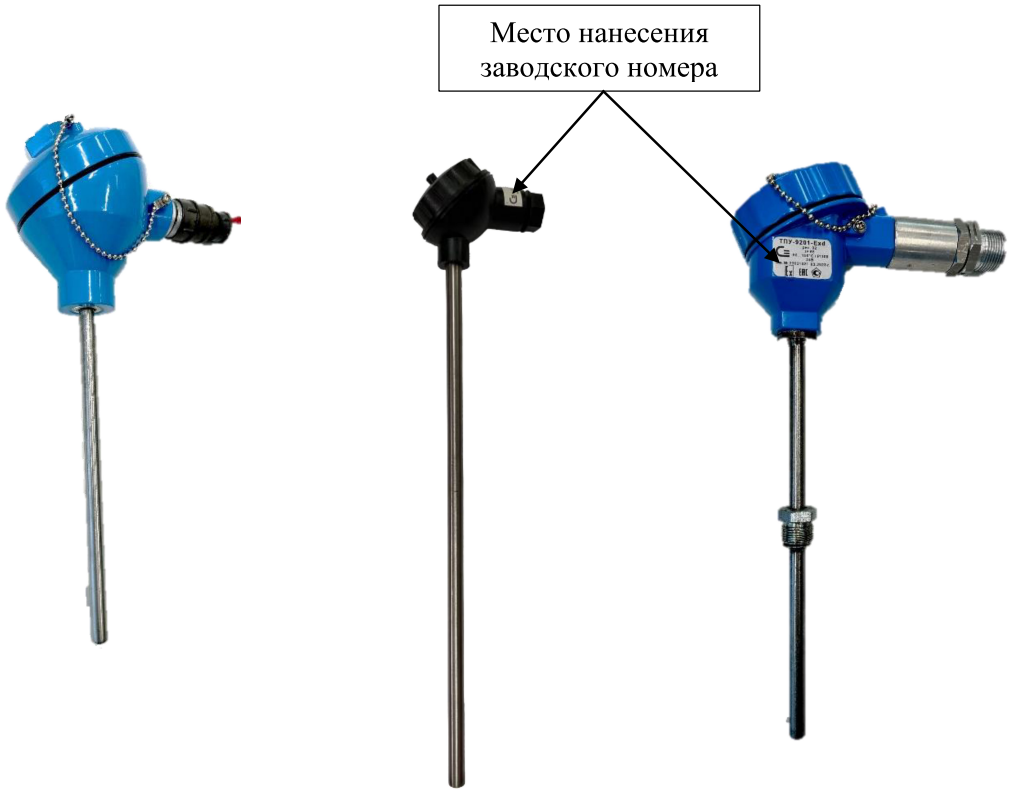


Рисунок 1 – Внешний вид термопреобразователей с указанием мест нанесения заводского номера



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 – 21	
Позиция	Описание
1	Наименование оборудования: термопреобразователь универсальный
2	Обозначение типа: ТПУ-9201-АС

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 10 – 11 – 12 -13 – 14 – 15 – 16 -17 – 18 -19 – 20 – 21	
Позиция	Описание
3	Вид исполнения: Без обозначения (не взрывозащищенное атомное исполнение) Ex – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Искробезопасная цепь»; Exd – взрывозащищенное исполнение с видом взрывозащиты «Взрывонепроницаемая оболочка». Примечание: ТПУ-9201-АС-RS и ТПУ-9201-АС-RS-L не выпускаются в исполнении «Ex»
4	Класс безопасности по НП-001-15: 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), длина монтажной части до 1000 мм М3 - аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, совмещённый с HART, возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации; М4 – аналоговый выходной сигнал 4-20 мА, возможность изменения диапазона измерений во время эксплуатации RS – цифровой сигнал по интерфейсу RS-485 (протокол Modbus RTU), возможность изменения диапазона измерений 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 измерений 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
7	Диапазон измерений температуры, °С (в соответствии с таблицей 3) Заполняется только для модификации М2
8	Основная приведенная погрешность (класс точности): в соответствии с таблицей 3
9	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69 Отсутствие обозначения - исполнение О5 для температуры (-50 ÷ +70 °С) и влажности до 98 % (при температуре +35 °С), до 100 % (опция)
10	Тип корпуса клеммной головки: АГ – из стеклонаполненного полиамида; СН – из нержавеющей стали; АЛ3, АЛ6, АЛ7 – из алюминиевого сплава; Exd – для взрывозащищённого исполнения АЛ6И – из алюминиевого сплава для исполнения с цифровым индикатором (ТПУ-9201-АС-RS-L)
11	Тип кабельного ввода: в соответствии с эксплуатационной документацией
12	ПАЗ - Дополнительные стендовые испытания 360 часов (опция)
13	Тип НСХ первичного преобразователя (в соответствии с таблицей 3): 100М, 100П, Pt100, К, L, S
14	Конструктивное исполнение защитной арматуры: в соответствии с эксплуатационной документацией

1 – 2 – 3 – 4 – 5 – 6 – 7 – 8 – 10 – 11 – 12 -13 – 14 – 15 – 16 -17 – 18 -19 – 20 – 21	
Позиция	Описание
15	Диаметр защитной арматуры (отсутствие обозначения – диаметр 10 мм), мм
16	Длина монтажной (погружаемой) части (от штуцера до конца арматуры), мм
17	Длина наружной части (от штуцера до нижней плоскости клеммной головки), 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 разъёма (при необходимости)
20	Наличие первичной поверки (при поставке): без обозначения – без поверки П – с поверкой.
21	Обозначение технических условий: КПЛШ.411611.00. ТУ

Пломбирование термопреобразователей не предусмотрено.

Заводской номер термопреобразователя наносится 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, предназначенное 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-АС-М4	ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-RS-L	ТПУ-9201-АС-М3
Идентификационное наименование ПО	IP233M4	IP233RS	HART7

Идентификационные данные (признаки)	Значение (в зависимости от модификации)		
	ТПУ-9201-АС-М4	ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-RS-L	ТПУ-9201-АС-М3
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00	1.00	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 °С от нормальной (+25±5) °С в пределах рабочих температур, не превышают значения половины основной приведённой погрешности с учётом примечаний в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические характеристики ТПУ-9201-АС

Тип НСХ (1) ПП	Диапазон измерений температуры (2), °С	Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности (3), %	
		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
	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

Тип НСХ [1] ПП	Диапазон измерений температуры [2], °С	Пределы допускаемой основной приведённой (к диапазону измерений) погрешности [3], %	
		Класс А [4]	Класс В [4]
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		

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 3, 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 холодного спая, при этом предельно допускаемая абсолютная погрешность компенсации равна ± 1 °С;
[4] – Классы точности – в соответствии с КПЛШ.411611.001ТУ.

Таблица 4 – Основные технические характеристики ТПУ-9201-АС

Наименование характеристики	Значение
Выходной сигнал: - ТПУ-9201-АС-М2, ТПУ-9201-АС-М4 - ТПУ-9201-АС-М3 - ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-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-АС-М2, ТПУ-9201-АС-М3, ТПУ-9201-АС-М4 - для ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-RS-L	 от 12 до 36 от 18 до 36

Наименование характеристики	Значение
-для ТПУ-9201-АС-Ех	от 15 до 24
Количество чувствительных элементов, шт.	1
Длина монтажной части [(2)], мм,	от 60 до 3150 [(3)]
Длина наружной части [(2)], мм	от 60 до 3000 [(3)]
Диаметр монтажной части, мм	от 3 до 20 [(3)]
Масса (в зависимости от конструктивного исполнения), кг, не более	10
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %	 от -50 до +70 (по специальному заказу – от -60 до +80) до 98 при температуре +35 °С (по специальному заказу – до 100)
Средняя наработка на отказ, ч, не менее: - для ПП с НСХ типов «Pt100», «100П», «L» во всем диапазоне измерений; - для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации в диапазоне измерений от -50 °С до +600 °С; - для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации в диапазоне измерений от -50 °С до +150 °С; - для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации в диапазоне измерений от 0 °С до +1100 °С - для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +600 °С; - для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +150 °С; - для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +1100 °С	 250000 150000
Средний срок службы, лет, не менее: - для ПП с НСХ типов «Pt100», «100П», «L» во всем диапазоне измерений; - для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации в диапазоне измерений от -50 °С до +600 °С; - для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации в диапазоне измерений от -50 °С до +150 °С; - для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации в диапазоне измерений от 0 °С до +1100 °С - для ПП с НСХ типа «К» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +600 °С; - для ПП с НСХ типа «100М» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +150 °С;	 15 10

Наименование характеристики	Значение
- для ПП с НСХ типа «S» при эксплуатации с верхним пределом диапазона измерений свыше +1100 °С	
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
Примечания: [1)] Совмещённый с питанием («токовая петля»); [2)] Для модификации М2 суммарная длина монтажной и наружной части не превышает 1500 мм, если в качестве чувствительного элемента используется термопреобразователь сопротивления; [3)] Может быть и более, определяется конкретным заказом.	

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-АС	-	1 шт.	Исполнение в соответствии с заказом
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-АС-М4	-	1 шт.	Идёт в комплекте только с ТПУ-9201-АС-М4
Компенсатор холодного спая для ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-RS-L	-	1 шт.	Идёт в комплекте только с ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-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-АС-М3, ТПУ-9201-АС-М4, ТПУ-9201-АС-RS, ТПУ-9201-АС-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 30232-94 Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом. Общие технические требования.

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.

ГОСТ Р 52931-2008 Приборы контроля и регулирования технологических процессов. Общие технические условия.

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 ноября 2024 г. № 3253 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

КПЛШ.411611.001ТУ Термопреобразователи универсальные ТПУ-9201-АС. 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.