

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»



В.Н. Яншин
12 2013г.

Преобразователи температуры измерительные серии ТТ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

Москва
2013 г.

Настоящая методика распространяется на преобразователи температуры измерительные серии ТТ (далее – приборы или ИП) изготавливаемых следующих моделей: ТТ301, ТТ302, ТТ303, ТТ383, ТТ400, ТТ411, ТТ421, ТТ481, ТТ1.0, фирмы "SMAR Equipamentos Ind. Ltda.", Бразилия и фирмы "Springfield Research Corporation", США и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал – 2 года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п.5.1);
- определение основной погрешности прибора (п.5.2);

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки приборов применяют следующие средства:

- компаратор напряжений Р3003, кл.0,0005;
- мера электрического сопротивления многозначная Р3026-1, кл. 0,002;
- калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 (Гр № 35062-07);
- цифровой прецизионный сопротивления DTI-1000, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры в диапазоне от –50 до +400 °С: $\pm 0,031$ °С;
- программно-аппаратный комплекс с поддержкой протоколов HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, WirelessHART, позволяющий визуализировать измеренные значения;
- источник питания Б5-45А.

2.2 При поверке могут применяться и другие средства поверки с метрологическими характеристиками, удовлетворяющими следующему критерию:

$\Delta_{\text{э}} / \Delta_{\text{п}} \leq 1/3$, где: $\Delta_{\text{э}}$ – погрешность эталонных СИ, $\Delta_{\text{п}}$ – погрешность поверяемого прибора.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

3.1 При проведении поверки соблюдают общие правила выполнения работ в соответствии с технической документацией по требованиям безопасности, действующий на данном предприятии.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- | | |
|--|-------------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5 ; |
| - относительная влажность окружающего воздуха, % | 45 - 80; |
| - атмосферное давление, кПа | 84,0 - 106,7; |
| - напряжение питания, В | $220^{+10\%}_{-15\%}$; |
| - частота питающей сети, Гц | 50 ± 2 . |

4.2 Средства поверки должны быть защищены от вибраций и ударов, от внешних магнитных и электрических полей.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

5.1.1. При внешнем осмотре устанавливают отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу приборов и на качество поверки.

5.2 Определение основной погрешности прибора

Погрешность определяют при пяти значениях выходного сигнала, соответствующих 0, 25, 50, 75 и 100 % диапазона изменения выходного сигнала. В зависимости от того, с чем работает совместно измерительный преобразователь – с термопреобразователем сопротивления или термоэлектрическим преобразователем, операции поверки проводят соотв. по п.5.2.1 или по п.5.2.2, принимая во внимание тип НСХ первичного термопреобразователя.

5.2.1 Определение основной погрешности прибора в режиме работы с термопреобразователями сопротивления (ТС). ()*

5.2.1.1 Преобразователи моделей, поддерживающих протоколы HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, WirelessHART, при помощи программно-аппаратного комплекса устанавливают в режим работы с термопреобразователями сопротивления (устанавливают тип НСХ, диапазон (интервал) измерений).

Подключают многозначную меру электрического сопротивления Р3026-1 (далее – КС) и калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 к соответствующим клеммам прибора (в зависимости от схемы подключения), подают значение сопротивления с Р3026-1, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с НСХ по МЭК 60751 / ГОСТ 6651-2009).

После установления значения выходного сигнала, измеряют при помощи ИКСУ-260 значение выходного аналогового сигнала поверяемого ИП.

5.2.1.2 Повторяют операции по 5.2.1.1 для остальных контрольных точек.

5.2.1.3 Основную погрешность (Δ_t) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta_t = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_n} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке;

I_n – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА);

$I_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующие значению сопротивления в контрольной точке $t_{\text{расч}}$ согласно типу НСХ по МЭК 60751/ ГОСТ 6651-2009;

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{t_{\text{расч}} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 16 \quad (2)$$

$t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений, °С.

Значения Δ_t в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей Методике.

5.2.2 Определение основной погрешности приборов в режиме работы с термоэлектрическими преобразователями (ТП). ()*

5.2.2.1 Преобразователи моделей, поддерживающих протоколы HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, WirelessHART, при помощи программно-аппаратного комплекса устанавливают в режим работы с термоэлектрическими преобразователями (устанавливают тип НСХ, диапазон измерений) и устанавливают температуру компенсации свободных (холодных) концов термодпары, равной 0 °С.

5.2.2.2 Подключают компаратор напряжений Р3003 и калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 к соответствующим клеммам прибора с помощью медных проводов, подают с Р3003 значение ТЭДС, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типами НСХ по МЭК 60584-1 / ГОСТ Р 8.585-2001).

После установления значения выходного сигнала, измеряют значение выходного аналогового сигнала поверяемого ИП.

5.2.2.3 Операции по п.5.2.2.2 повторяют в остальных контрольных точках.

5.2.2.4 Основную погрешность (Δ_I) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке;

$I_{\text{н}}$ – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА);

$I_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующие значению напряжения в контрольной точке $t_{\text{расч}}$ согласно типу НСХ по МЭК 60584-1/ ГОСТ Р 8.585-2001.

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{t_{\text{расч}} - t_{\text{min}}}{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}} \cdot 16 \quad (4)$$

$t_{\text{min}}, t_{\text{max}}$ – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений, °С.

Значения Δ_I в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей Методике.

5.2.3 Определение основной погрешности в режиме работы с омическими устройствами постоянного тока. ()*

5.2.3.1 Преобразователи моделей, поддерживающих протоколы HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, WirelessHART, при помощи программно-аппаратного комплекса устанавливают в режим работы с омическими устройствами.

5.2.3.2 Подключают многозначную меру электрического сопротивления Р3026-1 и калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 к соответствующим клеммам прибора (в зависимости от схемы подключения), подают значение сопротивления, соответствующее первой контрольной точке.

После установления значения выходного сигнала снимают показания.

5.2.3.3 Повторяют операции по п.5.2.3.2 для остальных контрольных точек.

5.2.3.4 Основную погрешность (Δ_R) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta_R = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_{\text{н}}} \cdot 100\% \quad (5)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке;

$I_{\text{н}}$ – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА);

$I_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующие значению сопротивления в контрольной точке (R);

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{R - R_{\text{min}}}{R_{\text{max}} - R_{\text{min}}} \cdot 16 \quad (6)$$

$R_{\text{min}}, R_{\text{max}}$ – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений, Ом.

Значения Δ_R в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей Методике.

5.2.4 *Определение основной погрешности в режиме работы с милливольтовыми устройствами постоянного тока.* (*)

5.2.4.1 Преобразователи моделей, поддерживающих протоколы HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA, WirelessHART, при помощи программно-аппаратного комплекса устанавливают в режим работы с милливольтовыми устройствами постоянного тока.

5.2.4.2 Подключают компаратор напряжений Р3003 и калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-260 к соответствующим клеммам прибора, подают с него значение милливольтового сигнала, соответствующее первой контрольной точке.

После установления значения выходного сигнала снимают показания.

5.2.4.3 Повторяют операции по п.5.2.5.2 для остальных контрольных точек.

5.2.4.4 Основную погрешность (Δ_U) по аналоговому выходному сигналу ИП вычисляют по формуле:

$$\Delta_U = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{I_n} \cdot 100\% \quad (7)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение измеренного выходного тока в поверяемой точке;

I_n – нормируемое значение выходного сигнала (16 мА).

$I_{\text{расч}}$ – расчетное значение выходного токового сигнала (в мА), соответствующие значению напряжения в контрольной точке (U);

$$I_{\text{расч}} = 4 + \frac{U - U_{\min}}{U_{\max} - U_{\min}} \cdot 16 \quad (8)$$

U_{\min} , U_{\max} – соответственно нижний и верхний пределы диапазона измерений, мВ.

Значения Δ_U в контрольных точках не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей Методике.

Примечание к п.п. 5.2.1-5.2.4:

(*) Для преобразователей, допускается определять основную погрешность по формуле:

$$\Delta = \pm(\gamma_x - \gamma_{\text{нсх}}) \quad (9)$$

где γ_x – показание прибора, считываемое с экрана встроенного дисплея, программно-аппаратного комплекса или монитора;

$\gamma_{\text{нсх}}$ – значение сопротивления или милливольтового сигнала, подаваемого с Р3026-1 или Р3003, или же значение сопротивления или ТЭДС (в температурном эквиваленте) в контрольной точке согласно типу НСХ по МЭК 60751/ГОСТ 6651-2009 или по МЭК 60584-1 / ГОСТ Р 8.585-2001.

5.2.5 *Определение погрешности компенсации ТЭДС свободных (холодных) концов термопары (при первичной поверке).*

Погрешность компенсации ТЭДС свободных (холодных) концов термопары определяют при помощи прецизионного термометра сопротивления DTI-1000 и компаратора напряжений Р3003.

5.2.5.1 При помощи программно-аппаратного комплекса прибор устанавливают в режим измерений температуры термоэлектрическими преобразователями, устанавливают тип НСХ (например, «К»; диапазон измерений) с автоматической (внутренней) схемой компенсации свободных концов ТП.

5.2.5.2 Подключают компаратор напряжений с помощью медных проводов к соответствующим клеммам преобразователя и помещают вместе первичным преобразователем температуры прецизионного термометра DTI-1000 в пассивный термостат.

5.2.5.3 Подают с компаратора значение ТЭДС, соответствующее 0 °С в температурном эквиваленте (в соответствии с типом НСХ «К» по МЭК 60584-1 / ГОСТ Р 8.585-2001).

5.2.5.4 Снимают показание температуры, которое индицируется на экране встроенного дисплея, программно-аппаратного комплекса или монитора.

5.2.5.5 Основную абсолютную погрешность компенсации свободных (холодных) концов термопары ($\Delta_{\text{компенс}}$) вычисляют по формуле:

$$\Delta_{\text{компенс}} = \pm(t_n - t_3) \quad (10)$$

где t_n – показание прибора, °C;
 t_3 – показание DTI-1000, °C

Значения $\Delta_{\text{компенс}}$ не должны превышать значений, указанных в Приложении 1 к настоящей Методике.

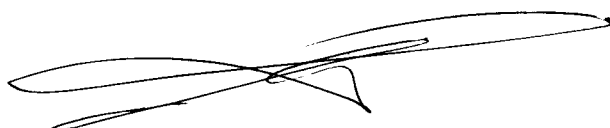
6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки на преобразователь выдают свидетельство о поверке в соответствии с ПР 50.2.006.

6.2 При отрицательных результатах поверки преобразователи к применению не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006.

Разработал:
Инженер лаборатории МО термометрии
ФГУП «ВНИИМС»

 Л.Д. Маркин



ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКОВ

Основные метрологические и технические характеристики преобразователей представлены в таблице 1:

Таблица 1

Модели ТТ301, ТТ302, ТТ303					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Pt50 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,25 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt100 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt500 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
Pt1000 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Ј	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
К	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	± 0,6 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ

Модели ТТ301, ТТ302, ТТ303					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
N	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	± 0,15 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	± 0,35 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	± 0,002 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	± 0,01 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	± 0,05 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,05 мВ
Ом (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соед.)	от 0 до 100 Ом	1 Ом	± 0,01 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,01 Ом
	от 0 до 400 Ом	4 Ом	± 0,04 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом

Модели ТТ301, ТТ302, ТТ303					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
	от 0 до 2000 Ом	20 Ом	± 0,20 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом

Примечания к таблице 1:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса HART, FOUNDATION Fieldbus, PROFIBUS PA равна погрешности АЦП;
- погрешность ИП с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

Таблица 2

Модель ТТ383				
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	
Pt50 (2-х, 3-х пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	$\pm 0,32$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,04$ Ом
Pt100 (2-х, 3-х пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,04$ Ом
Pt500 (2-х, 3-х пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,2$ Ом
Pt1000 (2-х, 3-х пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,2$ Ом
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	$\pm 1,5$ °С	$\pm 0,03$ % от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,002$ мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	$\pm 0,3$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
Ј	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	$\pm 0,4$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
К	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	$\pm 0,7$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
Н	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	$\pm 0,6$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	$\pm 0,8$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,002$ мВ
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	$\pm 1,0$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,002$ мВ

Модель ТТ383				
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности	Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	$\pm 0,35$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,002$ мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	$\pm 0,4$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	$\pm 0,5$ °С	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	$\pm 0,002$ мВ	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,002$ мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	$\pm 0,01$ мВ	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	$\pm 0,05$ мВ	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,05$ мВ
Ом (2-х, 3-х пр. схема соед.)	от 0 до 100 Ом	1 Ом	$\pm 0,05$ Ом	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,01$ Ом
	от 0 до 400 Ом	4 Ом	$\pm 0,08$ Ом	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,04$ Ом
	от 0 до 2000 Ом	20 Ом	$\pm 0,20$ Ом	$\pm 0,03$ % (от входного мВ-сигнала) или $\pm 0,2$ Ом

Примечание к таблице 2:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса PROFIBUS PA равна погрешности АЦП.

Таблица 3

Модель ТТ400					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Pt50 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,25 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt100 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt500 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
Pt1000 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Ј	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	± 0,3 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
К	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	± 0,6 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Н	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ

Модель ТТ400					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	± 0,15 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	± 0,35°С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	± 0,002 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	± 0,01 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	± 0,05 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,05 мВ
Ом (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соед.)	от 0 до 100 Ом	3 Ом	± 0,01 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,01 Ом
	от 0 до 400 Ом	12 Ом	± 0,04 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
	от 0 до 2000 Ом	60 Ом	± 0,20 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом

Примечание к таблице 3:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса HART, WirelessHART равна погрешности АЦП;
- погрешность ИП с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

Таблица 4

Модели ТТ411, ТТ421					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Pt50 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt100 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt500 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
Pt1000 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	± 0,25 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	± 0,2 °С	± 0,03 %	± 0,03 % от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Ј	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
К	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	± 0,6 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Н	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ

Модели ТТ411, ТТ421					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	± 0,15 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	± 0,35 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	± 0,002 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	± 0,01 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	± 0,05 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,05 мВ
Ом (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соед.)	от 0 до 100 Ом	1 Ом	± 0,01 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,01 Ом
	от 0 до 400 Ом	4 Ом	± 0,04 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
	от 0 до 2000 Ом	20 Ом	± 0,20 Ом	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом

Примечания к таблице 4:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса HART равна погрешности АЦП;
- погрешность ИП с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

Таблица 5

Модель ТТ481					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Pt50 (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,25 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt100 (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt500 (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
Pt1000 (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
50П (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
100П (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
50М (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 50 до плюс 200 °С	10 °С	± 0,15 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
100М (2-х, 3-х, пр. схема соед.)	от минус 50 до плюс 200 °С	10 °С	± 0,15 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	± 0,2 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ

Модель ТТ481					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
J	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	± 0,3 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
K	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	± 0,6 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
N	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,4 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	± 0,15 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	± 0,35 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	± 0,002 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	± 0,01 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	± 0,05 мВ	± 0,02 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,05 мВ

Модель ТТ481					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Ом (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соед.)	от 0 до 100 Ом	3 Ом	$\pm 0,01$ Ом	$\pm 0,02$ %	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,01$ Ом
	от 0 до 400 Ом	12 Ом	$\pm 0,04$ Ом	$\pm 0,02$ %	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,04$ Ом
	от 0 до 2000 Ом	60 Ом	$\pm 0,20$ Ом	$\pm 0,02$ %	$\pm 0,03$ % (от входного сопротивления) или $\pm 0,2$ Ом

Примечания к таблице 5:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса WirelessHART равна погрешности АЦП;
- погрешность ИП с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

Таблица 6

Модель ТТ1.0					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
Pt50 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,32 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt100 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,32 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
Pt500 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 450 °С	10 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
Pt1000 (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 300 °С	10 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом
50П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,32 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
100П (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 200 до плюс 850 °С	10 °С	± 0,32 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
50М (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 50 до плюс 200 °С	10 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
100М (2-х, 3-х, 4-х пр. схема со- ед.)	от минус 50 до плюс 200 °С	10 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом

Модель ТТ1.0					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интер- вала изме- рений)	
В	от плюс 100 до плюс 1800 °С	50 °С	± 1,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
Е	от минус 100 до плюс 1000 °С	20 °С	± 0,3 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Ј	от минус 150 до плюс 750 °С	30 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
К	от минус 200 до плюс 1350 °С	60 °С	± 0,7 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
Н	от минус 100 до плюс 1300 °С	50 °С	± 0,6 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
R	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 0,8 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
S	от 0 до плюс 1750 °С	40 °С	± 1,0 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
T	от минус 200 до плюс 400 °С	15 °С	± 0,35 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
L	от минус 200 до плюс 900 °С	35 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
L (ГОСТ Р 8.585- 01)	от минус 200 до плюс 800 °С	60 °С	± 0,4 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
U	от минус 200 до плюс 600 °С	50 °С	± 0,5 °С	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ

Модель ТТ1.0					
Тип НСХ, входные сигналы	Диапазон измерений	Минимальный интервал измерений	Пределы допускаемой основной погрешности		Дополнительная погрешность / 10 °С (берут большее из значений)
			АЦП	ЦАП (от интервала измерений)	
мВ	от минус 6 до плюс 22 мВ	0,40 мВ	± 0,002 мВ	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,002 мВ
	от минус 10 до плюс 100 мВ	2,00 мВ	± 0,01 мВ	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,01 мВ
	от минус 50 до плюс 500 мВ	10,00 мВ	± 0,05 мВ	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного мВ-сигнала) или ± 0,05 мВ
Ом (2-х, 3-х, 4-х пр. схема соедин.)	от 0 до 100 Ом	1 Ом	± 0,05 Ом	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,01 Ом
	от 0 до 400 Ом	4 Ом	± 0,08 Ом	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,04 Ом
	от 0 до 2000 Ом	20 Ом	± 0,20 Ом	± 0,03 %	± 0,03 % (от входного сопротивления) или ± 0,2 Ом

Примечания к таблице 6:

- погрешность ИП с цифровым выходом интерфейса HART равна погрешности АЦП;
- погрешность ИП с выходом 4-20 мА/HART равна сумме погрешности АЦП и ЦАП.

Пределы допускаемой дополнительной погрешности, обусловленные нестабильностью ИП за период 24 месяца (от начала эксплуатации), в зависимости от типа входного сигнала:

- для ТС.....±0,1 % (от интервала измерений) или ±0,1 °С;
- для ТП..... ±0,2 % (от интервала измерений) или ±0,2 °С

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности компенсации холодного спая (при температуре окружающей среды 20±5 °С), °С:.....±0,3

Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности компенсации холодного спая (вне диапазона температуры окружающей среды 20±5°С), °С:

- для моделей ТТ1.0, ТТ400 исп. WH.....±0,75;
- для моделей ТТ301, ТТ302, ТТ303, ТТ411, ТТ421, ТТ400 исп. SIS, ТТ383, ТТ481.....±0,25

Напряжение питания, В:

- для модели ТТ301,12÷45
- для моделей ТТ302, ТТ303.....9÷32
- для модели ТТ383.....9÷32
- для модели ТТ400.....12÷45

- для моделей TT411, TT421.....	12÷45
- для модели TT481.....	7,2
- для модели TT1.0.....	12÷45
Максимальное потребление тока, менее, мА:	
- для модели TT301.....	3,9
- для моделей TT302, TT303.....	12
- для модели TT383.....	14
- для модели TT400.....	3,9
- для моделей TT411, TT421.....	3,9
- для модели TT481.....	0,65
- для модели TT1.0.....	3,9
Пределы допускаемой дополнительной погрешности от изменения номинального напряжения питания (24 В):	
	$\pm 0,005 \%$ (от интервала измерений) / 1В
Частота передачи WirelessHART, ГГц.....	
	2,4
Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254-96 (МЭК 60529):	
- для моделей TT301, TT302, TT303, TT400 исполнения SIS.....	IP66/ IP67/ IP68
- для модели TT383.....	IP20
- для модели TT400 исп. WH.....	IP68
- для модели TT411.....	IP20
- для модели TT421.....	IP66
- для модели TT481.....	IP66
- для модели TT1.0.....	IP67
Габаритные размеры, мм:	
- для моделей TT301, TT302, TT303,	Ø 83×113
- для модели TT383.....	107 × 77,0 × 61,7
- для модели TT400 исп. SIS.....	Ø 83×125
- для модели TT400 исп. WH (с учетом антенны).....	217,3×125× 83
- для модели TT411.....	22,5 × 75,0 × 105,0
- для модели TT421.....	Ø 44×24,5
- для модели TT481 (с учетом антенны).....	360 × 180 × 70
- для модели TT1.0.....	55 × 55× 93,6
Масса, не более, г:	
- для моделей TT301, TT302, TT303:	
- без дисплея.....	800
- с дисплеем.....	930
- для модели TT383.....	300
- для модели TT400.....	930
- для модели TT411.....	250
- для модели TT421.....	120
- для модели TT481.....	2000
- для модели TT1.0.....	600
Рабочие условия эксплуатации:	
Температура окружающей среды, °С:	
- для моделей TT301, TT302, TT303.....	от минус 40 до плюс 85
- для модели TT383.....	от 0 до плюс 75
- для модели TT400.....	от минус 40 до плюс 85
- для модели TT411.....	от минус 40 до плюс 75
- для модели TT421.....	от минус 40 до плюс 75
- для модели TT481.....	от 0 до плюс 75
- для модели TT1.0.....	от минус 40 до плюс 85

Относительная влажность окружающего воздуха, %:

- для моделей TT301, TT302, TT303..... от 0 до 100
- для модели TT383..... от 0 до 75
- для модели TT400.....от 0 до 80
- для модели TT411..... от 10 до 100
- для модели TT421..... от 10 до 100
- для модели TT1.0..... от 0 до 80