

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ» (ФГУП «ВНИИМС»)

УТВЕРЖДАЮ



_____, заместитель директора по науке
ФГУП «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин

2018 г.

**Термопреобразователи серий 01СТ, 22СТ, 01DT, 22DT, 01НТ,
22НТ, 22МТ, 01ST, 01UT, 22UT**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 207-026-2018

г. Москва
2018 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на термопреобразователи серий 01СТ, 22СТ, 01DT, 22DT, 01НТ, 22НТ, 22МТ, 01СТ, 01УТ, 22УТ (далее по тексту – термопреобразователи или ТС), изготовленные фирмой «BELIMO Automation AG», Швейцария, завод-изготовитель «Thermokon Sensortechnik GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками: 2 года.

Основные метрологические характеристики ТС приведены в Приложении А настоящей методики.

2 Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта МП	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	Да	Да
2 Проверка электрического сопротивления изоляции ТС (для ТС серий 01СТ, 01DT, 01СТ)	7.2	Да	Да
3 Проверка отклонения от НСХ (для термопреобразователей без ИП)	7.3	Да	Да
4 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)	7.4	Да	Да
5 Определение основной погрешности (для ТС с отрицательным температурным коэффициентом (NTC))	7.5	Да	Да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки применяют основные и вспомогательные средства поверки, перечень которых приведён в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
7.2	Измеритель сопротивления изоляции АРРА 607, диапазон измерения: от 2 МОм до 22 ГОм, пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm(0,015 \cdot R + 5 \text{ е.м.р.})$ (в диапазоне от 2 до 2000 МОм), $\pm(0,1 \cdot R + 3 \text{ е.м.р.})$ (в диапазоне св. 2000 МОм до 22 ГОм) (Регистрационный № 56407-14).

7.3	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15(М) (Регистрационный № 19736-11); Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -35 до +50 °С и нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме ±0,1 °С.</p>
7.4	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10/8.15(М) (Регистрационный № 19736-11); Мультиметр 3458А (Регистрационный № 25900-03); Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (Регистрационный № 52489-13). Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -35 до +50 °С и нестабильность поддержания заданного значения температуры в полезном объеме ±0,15 °С.</p>
7.5	<p>Рабочий эталон 3-го разряда по ГОСТ 8.558-2009 – термометр сопротивления эталонный ЭТС-100/1 (Регистрационный № 19916-10); Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10/8.15(М) (Регистрационный № 19736-11); Мультиметр 3458А (Регистрационный № 25900-03); Термостаты переливные прецизионные ТПП-1 (Регистрационный № 33744-07); Калибраторы температуры JOFRA серий АТС-R и RTC-R (Регистрационный № 46576-11); Термостат с флюидизированной средой FB-08 (Регистрационный № 44370-10); Камера тепла-холода (климатическая) с диапазоном воспроизводимых температур от -35 до +50 °С и нестабильностью поддержания заданного значения температуры в полезном объеме не более 1/5 от предельно допустимой погрешности.</p>
<p>Примечание – Допускается применение средств поверки, не приведённых в таблице, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик приборов с требуемой точностью</p>	

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 Поверка приборов должна выполняться специалистами, аттестованными в качестве поверителей данного вида средств измерений, ознакомленные с руководством по эксплуатации и освоившими работу с прибором.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, установленные в следующих документах:

– ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;

– «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

– «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» ПОТЭУ (2014);

– требования разделов «Указания мер безопасности» эксплуатационной документации на применяемые эталонные средства измерений и средства поверки.

6 Условия поверки и подготовка к поверке

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 до плюс 25 °С;

- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;

- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);

- частота питающей сети – (50±0,5) Гц.

6.2 Электрическое питание термостатов должно осуществляться стабилизированным напряжением, изменение напряжения не должно превышать 2%.

6.3 Все приборы, установки должны быть заземлены, сопротивление заземления – не более 0,1 Ом, сечение проводов заземления – не менее 0,75 мм².

6.4 Средства поверки, оборудование готовят в соответствии с руководствами по их эксплуатации.

6.5 При работе термостатов включают местную вытяжную вентиляцию.

6.6 Поверяемый ТС и используемые средства поверки должны быть защищены от вибраций, тряски, ударов, влияющих на их работу.

6.7 Операции, проводимые со средствами поверки, с поверяемым ТС должны соответствовать указаниям, приведенным в эксплуатационной документации.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида, комплектности прибора технической и эксплуатационной документации;

- наличие и четкость маркировки;

- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

- отсутствие обрывов и нарушения изоляции проводов;

- прочность соединения проводов, отсутствие следов коррозии.

Результат проверки положительный, если выполняются все вышеперечисленные требования. При оперативном устранении недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

7.2 Проверка электрического сопротивления изоляции (для ТС серий 01СТ, 01ДТ, 01СТ)

Для проверки используют мегаомметр с номинальным рабочим напряжением 100 В.

Подключают один из зажимов мегомметра к закороченным между собой выходным контактам ТС, а другой – к металлической защитной арматуре. По истечении 1 мин или через меньшее время, за которое показания средств измерения практически установятся, производят отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции.

Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм.

7.3 Проверка отклонения от НСХ (для термопреобразователей без ИП)

7.3.1 Проверку отклонения от НСХ термопреобразователей без ИП определяют в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения.

Количество контрольных точек зависит от диапазона измерений поверяемого ТС. Для ТС с диапазонами от -35 до +90 °С и от -35 до +100 °С рекомендуется проводить поверку ТС в пяти температурных точках, для ТС с диапазоном от -35 до +50 °С допускается поверять ТС в трех температурных точках.

Поверку проводят в жидкостных или сухоблочных термостатах, криостатах или рабочем объеме климатической камеры (для ТС серий 01НТ, 01УТ) методом сравнения с эталонным ТС.

7.3.2 При поверке ТС в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) проверяемый ТС вместе с эталонным термометром, используя при необходимости металлические выравнивающие блоки.

7.3.3 При поверке ТС в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки. При поверке в калибраторах необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТС.

7.3.4 При поверке ТС в рабочем объеме климатической камеры проверяемый прибор и погружаемую часть эталонного термометра сопротивления помещают в центр рабочего объема климатической камеры.

7.3.5 Отклонение сопротивления ТС или ЧЭ от НСХ (с учетом расширенной неопределенности результата измерений) не должно превышать допуск соответствующего класса по ГОСТ 6651-2009 «ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний» и Приложения Б к настоящей Методике.

7.4 Определение основной погрешности (для термопреобразователей с ИП)

7.4.1 Основную погрешность ТС определяют в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения, методом сравнения с эталонным термометром в криостате, термостате, калибраторе температуры или в рабочем объеме климатической камеры (для ТС серии 22НТ).

По согласованию с пользователем допускается проводить поверку ТС в настроенном диапазоне измерений, установленным путем изменения расположения перемычек на пинах. При этом делают соответствующую запись в паспорте и (или) в свидетельстве о поверке.

Количество контрольных точек зависит от диапазона измерений поверяемого ТС. Для ТС с диапазонами от -15 до +35 °С и от 0 до +50 °С допускается поверять ТС в трех температурных точках, в остальных диапазонах (более широких) рекомендуется проводить поверку ТС в пяти температурных точках.

7.4.2 При поверке ТС в криостате (термостате) погружают на одну глубину в криостат (термостат) проверяемый ТС вместе с эталонным термометром, используя при необходимости металлические выравнивающие блоки.

7.4.3 При поверке ТС в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки. При поверке в калибраторах необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТС.

7.4.4 При поверке ТС в рабочем объеме климатической камеры проверяемый прибор и погружаемую часть эталонного термометра сопротивления помещают в центр рабочего объема климатической камеры.

7.4.5 При поверке ТС серии 22 МТ гибкий измерительный зонд скручивается в бухту и помещается в рабочий объем термостата (криостата) вместе с эталонным термометром.

7.4.6 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на криостате, термостате, калибраторе температуры или климатической камере первую температурную точку.

7.4.7 После установления заданной температуры и установления теплового равновесия между эталонным термометром, ТС и термостатирующей средой (стабилизация показаний эталонного термометра и ТС) снимают не менее 10 показаний (в течение 10 минут) температуры эталонного термометра t_d , индицируемой на дисплее измерительного прибора, и показания поверяемого ТС $t_{изм}$ с помощью калибратора многофункционального и коммуникатора BEAMEX МС6 (-R), подключенного к клеммам выходных аналоговых электрических сигналов.

Значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{изм}$ или $U_{изм}$ рассчитывают по формулам:

$$t_{изм} = t_{ex\ min} + \frac{I_{изм} - I_{вых\ min}}{I_{вых\ max} - I_{вых\ min}} \cdot (t_{ex\ max} - t_{ex\ min}) \quad (1)$$

$$t_{изм} = t_{ex\ min} + \frac{U_{изм} - U_{вых\ min}}{U_{вых\ max} - U_{вых\ min}} \cdot (t_{ex\ max} - t_{ex\ min}) \quad (2)$$

где: $I_{изм}$, – значение измеренного выходного тока в контрольной точке, мА;

$U_{изм}$, – значение измеренного выходного напряжения в контрольной точке, В;

$I_{вых\ min}$, $I_{вых\ max}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного тока, мА;

$U_{вых\ min}$, $U_{вых\ max}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений выходного напряжения, В;

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

Для расчета значений температуры используются усредненные значения измеренных выходных сигналов $I_{изм}$ или $U_{изм}$.

7.4.8 Операции по 7.4.6, 7.4.7 повторить для остальных температурных точек, находящихся в интервале измеряемых температур поверяемого ТС.

7.4.9 Основную абсолютную погрешность ТС вычисляют по формуле (3):

$$\Delta_{абс} = \pm(t_{изм} - t_d), \text{ °С} \quad (3)$$

где: $t_{изм}$ – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу $I_{изм}$ или $U_{изм}$, °С;

t_d – среднее арифметическое значение температуры по показаниям эталонного термометра, °С.

7.4.10 ТС считается выдержавшим испытание, если значение основной погрешности в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в Приложении А настоящей методики.

7.5 Определение основной погрешности ТС с отрицательным температурным коэффициентом (NTC)

7.5.1 Определение погрешности ТС серий 01ST, 01CT, 01DT

7.5.1.1 Определение погрешности поверяемых ТС выполняют методом сравнения с показаниями эталонного термометра сопротивления в жидкостных термостатах (криостатах) или калибраторах температуры.

Погрешность ТС определяют в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения, но не менее чем в пяти температурных точках.

7.5.1.2 В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают в термостате (криостате) или калибраторе температуры первую контрольную точку.

7.5.1.3 Погружаемые части эталонного термометра сопротивления и поверяемого ТС помещают в рабочую зону термостата (криостата) на одну глубину, используя при необходимости металлические выравнивающие блоки, и выдерживают до установления теплового равновесия между эталонным термометром, поверяемым ТС и термостатирующей средой, но не менее 10 мин.

При поверке ТС в сухоблочном калибраторе температуры используют двухканальные металлические блоки. При поверке ТС в калибраторах температуры необходимо не допускать перегрева соединительной головки ТС.

7.5.1.4 Затем снимают показания эталонного термометра и поверяемого ТС (в режиме измерения сопротивления) и заносят их в журнал наблюдений.

Показания поверяемого ТС в температурном эквиваленте получают путем расчета температуры по его измеренному сопротивлению по п. 7.5.3.

7.5.1.5 Операции по п. 7.5.1.3 - 7.5.1.4 повторяют во всех выбранных температурных точках диапазона измерений при повышении температуры до верхнего предела.

7.5.2 Определение погрешности ТС серий 01HT, 01UT

7.5.2.1 Определение погрешности ТС выполняют методом сравнения с показаниями эталонного термометра сопротивления в рабочем объеме климатической камеры в нескольких равномерно расположенных температурных точках рабочего диапазона измерений, включая начальное и конечное значения, но не менее чем в трех температурных точках.

7.5.2.2 Поверяемый ТС и погружаемую часть эталонного термометра сопротивления помещают в центр рабочего объема климатической камеры.

7.5.2.3 В соответствии с документацией устанавливают в рабочем объеме камеры первую контрольную точку.

7.5.2.4 Через 30 минут после выхода камеры на заданный режим выполняют не менее пяти отсчетов (с интервалами не менее 5 минут) показаний эталонного термометра и поверяемого ТС в режиме измерения сопротивления (время между отсчетами следует сохранять одинаковым) и заносят их в журнал наблюдений.

Показания поверяемого ТС в температурном эквиваленте получают путем расчета температуры по его измеренному сопротивлению по п. 7.5.3.

7.5.2.5 Операции по п. 7.5.2.3 – 7.5.2.4 повторяют во всех выбранных температурных точках диапазона измерений в климатической камере при повышении температуры до верхнего предела.

7.5.3 Обработка результатов испытаний

7.5.3.1 Рассчитывают β (коэффициент температурной чувствительности) для поверяемого ТС по формуле (4):

$$\beta = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \cdot \ln \frac{R_1}{R_2} \quad (4)$$

где: T_1, T_2 – значения температур максимально близких к нижнему и верхнему пределам, диапазона измерений температуры, К;

R_1, R_2 – номинальные значения выходного сопротивления, при температурах T_1, T_2 соответственно (приведены в таблице 2), Ом;

Таблица 2

Температура, °С	Выходное сопротивление, Ом
-40	335670
-30	176680
-20	96970
-10	55300
0	32650
+10	19900
+20	12490
+25	10000
+30	8060
+40	5320
+50	3600
+60	2490
+70	1750
+80	1260
+90	920
+100	680

7.5.3.2 Рассчитывают по формуле (5) и заносят в журнал наблюдений температурный эквивалент показаний поверяемого ТС.

$$T = \frac{1}{\frac{1}{T_R} + \frac{1}{\beta} \cdot \ln \frac{R}{R_R}} \quad (5)$$

где: T – значение измеряемой температуры, К;

R – значение выходного сопротивления ТС, Ом;

R_R – номинальное значение сопротивления ТС при температуре 298,15 К (25 °С) (T_R), Ом;

β – коэффициент температурной чувствительности.

7.5.3.3 Переводят полученное значение температуры в градусы по Цельсию по формуле (6).

$$t = T - 273,15 \quad (6)$$

7.5.3.4 Рассчитывают по формуле (7) и заносят в журнал наблюдений абсолютную погрешность ТС.

$$\Delta t_i = t_1 - t_2, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (7)$$

где: t_1 – расчетное значение температуры ТС, $^\circ\text{C}$;
 t_2 – среднее арифметическое значение температуры по показаниям эталонного термометра, $^\circ\text{C}$.

7.5.3.5 Полученные значения погрешности не должны превышать предельно допустимых значений, указанных в Приложении А настоящей методики.

7 Оформление результатов поверки

Приборы, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. На них оформляется свидетельство о поверке в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г. и (или) делают соответствующую запись и ставят знак поверки в паспорт.

При отрицательных результатах поверки, в соответствии с Приказом № 1815 Минпромторга России от 02 июля 2015 г., оформляется извещение о непригодности.

Разработчик настоящей методики:

Заместитель начальника отдела
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»



Е.В. Родионова

Начальник отдела
метрологического обеспечения термометрии
ФГУП «ВНИИМС»



А.А. Игнатов

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Метрологические и технические характеристики ТС приведены в таблицах А1-А5.

Таблица А1 – Метрологические характеристики ТС без ИП

Обозначение исполнения ТС	Условное обозначение типа НСХ ЧЭ ТС	Температурный коэффициент ЧЭ, °С ⁻¹	Диапазон измерений температуры, °С
серия 01СТ - 01СТ-1АН - 01СТ-1ВН - 01СТ-1СН - 01СТ-1ДН - 01СТ-1ЛН	Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2)	0,00385 0,00385 0,00618 0,005 -	от -35 до +100
серия 01ДТ -01ДТ-1АН -01ДТ-1ВН -01ДТ-1СН -01ДТ-1ДН -01ДТ-1ЛН -01ДТ-1АЛ -01ДТ-1ВЛ -01ДТ-1СЛ -01ДТ-1ДЛ -01ДТ-1ЛЛ -01ДТ-1АН -01ДТ-1ВН -01ДТ-1СН -01ДТ-1ДН -01ДТ-1ЛН -01ДТ-1АР -01ДТ-1ВР -01ДТ-1СР -01ДТ-1ДР -01ДТ-1ЛР -01ДТ-1АТ -01ДТ-1ВТ -01ДТ-1СТ -01ДТ-1ДТ -01ДТ-1ЛТ	Pt100 Pt100 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2) Pt100 Pt100 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2) Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2) Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2) Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2) Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2)	0,00385 0,00385 0,00618 0,005 - 0,00385 0,00385 0,00618 0,005 - 0,00385 0,00385 0,00618 0,005 - 0,00385 0,00385 0,00618 0,005 - 0,00385 0,00385 0,00618 0,005 -	от -35 до +90
серия 01УТ - 01УТ-1А - 01УТ-1В	Pt100 Pt1000	0,00385 0,00385	от -35 до +50

Обозначение исполнения ТС	Условное обозначение типа НСХ ЧЭ ТС	Температурный коэффициент ЧЭ, °C ⁻¹	Диапазон измерений температуры, °C
- 01UT-1C - 01UT-1D - 01UT-1L	Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2)	0,00618 0,005 -	
серия 01ST - 01ST-1A3 - 01ST-1B3 - 01ST-1C3 - 01ST-1D3 - 01ST-1L3	Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2)	0,00385 0,00385 0,00618 0,005 -	от -35 до +100
серия 01HT - 01HT-1A - 01HT-1B - 01HT-1C - 01HT-1D - 01HT-1L	Pt100 Pt1000 Ni1000 Ni1000TK5000 NTC10k (10k2)	0,00385 0,00385 0,00618 0,005 -	от -35 до +50

Таблица А2 - Метрологические характеристики ТС без ИП

Условное обозначение типа НСХ ЧЭ ТС**	Класс допуска ЧЭ ТС	Допуск, °C
Pt100	B	$\pm(0,3+0,005 t)^*$
Pt1000	B	$\pm(0,3+0,005 t)^*$
Ni1000	B	$\pm(0,4+0,028 t)^*$ в диапазоне от -35 до 0 °C не вкл., $\pm(0,4+0,007 t)^*$ в диапазоне от 0 до 90 °C
Ni1000TK5000	B	$\pm(0,4+0,028 t)^*$ в диапазоне от -35 до 0 °C не вкл., $\pm(0,4+0,007 t)^*$ в диапазоне от 0 до 90 °C

Примечание:

* - t - это абсолютное значение температуры, °C

** - Зависимость сопротивления ЧЭ ТС от температуры определяется по следующим формулам:

- для Pt100, Pt1000: по формуле, приведенной в стандартах ГОСТ 6651-2009/ МЭК 60751 для $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$;

- для Ni1000TK5000 ($\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$): $R=1000 \cdot (1+At+Bt^2+Ct^3)$, где: $A=4,427 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $B=5,172 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$, $C=5,585 \cdot 10^{-9} \text{ } ^\circ\text{C}^{-3}$;

- для Ni1000 ($\alpha = 0,00618 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$): $R=1000 \cdot (1+At+Bt^2+Ct^4+Dt^6)$, где: $A=5,485 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $B=6,650 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$, $C=2,805 \cdot 10^{-11} \text{ } ^\circ\text{C}^{-4}$, $D=-2,00 \cdot 10^{-17} \text{ } ^\circ\text{C}^{-6}$.

Таблица А3 - Метрологические характеристики ТС с чувствительным элементом NTC10k (10k2) без ИП

Наименование характеристики	Значение
<p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С (в зависимости от поддиапазона измерений):</p> <p>- серия 01НТ</p> <ul style="list-style-type: none"> - св. -35 до -30 °С включ. - св. -30 до -20 °С включ. - св. -20 до -10 °С включ. - св. -10 до 10 °С не включ. - от 10 до +40 °С включ. - св. +40 до +50 °С <p>- серии 01СТ, 01ДТ, 01УТ, 01СТ</p> <ul style="list-style-type: none"> - от -50 до -40 °С включ. - св. -40 до -30 °С включ. - св. -30 до -15 °С включ. - св. -15 до 0 °С не включ. - от 0 до +40 °С включ. - св. +40 до +70 °С включ. - св.+70 до +100 °С включ. - св.+100 до +140 °С включ. - св.+140 до +200 °С включ. - св.+200 до +250 °С 	<ul style="list-style-type: none"> ±0,7 ±0,6 ±0,5 ±0,4 ±0,3 ±0,4 ±0,7 ±0,6 ±0,5 ±0,4 ±0,3 ±0,4 ±0,5 ±0,6 ±0,7 ±0,8

Метрологические и технические характеристики ТС с ИП приведены в таблице А4.

Таблица А4 - Метрологические и технические характеристики ТС с ИП

Обозначение исполнения ТС	Тип выходного сигнала	Условное обозначение типа НСХ ЧЭ ТС	Диапазон измерений температуры*, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (от диапазона измерений)
<p>серия 22СТ</p> <p>- 22СТ-12Н</p> <p>- 22СТ-14Н</p>	<p>от 0 до 5 В/ от 0 до 10 В</p> <p>от 4 до 20 мА</p>	Pt1000	<p>от -50 до +50</p> <p>от -20 до +80</p> <p>от -15 до +35</p> <p>от -10 до +120</p> <p>от 0 до +50</p> <p>от 0 до +100</p> <p>от 0 до +160</p> <p>от 0 до +250</p>	±1,0
<p>серия 22ДТ</p> <p>- 22ДТ-12Н</p> <p>- 22ДТ-12L</p> <p>- 22ДТ-12N</p> <p>- 22ДТ-12P</p>	от 0 до 5 В/ от 0 до 10 В	Pt1000	<p>от -50 до +50</p> <p>от -20 до +80</p> <p>от -15 до +35</p> <p>от -10 до +120</p> <p>от 0 до +50</p>	±1,0

Обозначение исполнения ТС	Тип выходного сигнала	Условное обозначение типа НСХ ЧЭ ТС	Диапазон измерений температуры*, °С	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, % (от диапазона измерений)
- 22DT-12R - 22DT-12T - 22DT-14H - 22DT-14L - 22DT-14N - 22DT-14P - 22DT-14R - 22DT-14T	от 4 до 20 мА		от 0 до +100 от 0 до +160 от 0 до +250	
серия 22UT - 22UT-12 - 22UT-14	от 0 до 5 В/ от 0 до 10 В от 4 до 20 мА	Pt1000	от -15 до +35 от 0 до +50	±1,0
серия 22MT - 22MT-125 - 22MT-145	от 0 до 5 В/ от 0 до 10 В от 4 до 20 мА	Pt1000	от -50 до +50 от -20 до +80 от -15 до +35 от -10 до +120 от 0 до +50 от 0 до +100 от 0 до +160 от 0 до +250	±3,0
серия 22HT - 22HT-12 - 22HT-14	от 0 до 5 В/ от 0 до 10 В от 4 до 20 мА	Pt1000	от -15 до +35 от 0 до +50	±1,0
Примечание: * – может изменяться путем изменения расположения перемычек на пинах.				

Таблица А5 – Метрологические и технические характеристики ТС

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений температуры ТС серий 22СТ, 22DT, 22HT, 22MT, 22UT, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий (от +15 до +25 °С включ.) в диапазоне от -35 до +50 °С, °С/1 °С	±0,005
Сопротивление электрической изоляции при температуре от +15 до +25 °С (при 100 В), МОм, не менее - для 01СТ, 01DT, 01HT, 01ST, 01UT	100

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
НОМИНАЛЬНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ (НСХ)
для ТС с ЧЭ типа Ni1000 ($\alpha = 0,00618 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	695,2									
-50	742,6	737,8	733,0	728,2	723,4	718,7	714,0	709,3	704,6	699,9
-40	791,3	786,4	781,4	776,5	771,6	766,8	761,9	757,0	752,2	747,4
-30	841,5	836,4	831,3	826,3	821,2	816,2	811,2	806,2	801,2	796,3
-20	893,0	887,8	882,6	877,4	872,2	867,0	861,9	856,8	851,7	846,5
-10	945,8	940,5	935,1	929,8	924,5	919,2	913,9	908,7	903,4	898,2
0	1000,0	994,5	989,1	983,6	978,2	972,7	967,3	961,9	956,5	951,2

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,0	1005,5	1011,0	1016,5	1022,0	1027,6	1033,1	1038,7	1044,3	1049,9
10	1055,5	1061,1	1066,8	1072,4	1078,1	1083,8	1089,5	1095,2	1100,9	1106,6
20	1112,4	1118,1	1123,9	1129,7	1135,5	1141,3	1147,1	1153,0	1158,8	1164,7
30	1170,6	1176,5	1182,4	1188,3	1194,2	1200,2	1206,1	1212,1	1218,1	1224,1
40	1230,1	1236,1	1242,2	1248,2	1254,3	1260,4	1266,5	1272,6	1278,8	1284,9
50	1291,1	1297,2	1303,4	1309,6	1315,8	1322,0	1328,3	1334,5	1340,8	1347,1
60	1353,4	1359,7	1366,0	1372,4	1378,7	1385,1	1391,5	1397,9	1404,3	1410,8
70	1417,2	1423,7	1430,1	1436,6	1443,1	1449,7	1456,2	1462,8	1469,3	1475,9
80	1482,5	1489,1	1495,7	1502,4	1509,1	1515,7	1522,4	1529,1	1535,9	1542,6
90	1549,3	1556,1	1562,9	1569,7	1576,5	1583,4	1590,2	1597,1	1604,0	1610,9
100	1617,8	1624,7	1631,7	1638,6	1645,6	1652,6	1659,6	1666,7	1673,7	1680,8
110	1687,9	1695,0	1702,1	1709,3	1716,4	1723,6	1730,8	1738,0	1745,2	1752,5
120	1759,7	1767,0	1774,3	1781,6	1788,9	1796,3	1803,7	1811,1	1818,5	1825,9
130	1833,3	1840,8	1848,3	1855,8	1863,3	1870,9	1878,4	1886,0	1893,6	1901,2
140	1908,9	1916,5	1924,2	1931,9	1939,6	1947,4	1955,1	1962,9	1970,7	1978,5
150	1986,3	1994,2	2002,1	2010,0	2017,9	2025,9	2033,8	2041,8	2049,8	2057,8
160	2065,9	2074,0	2082,1	2090,2	2098,3	2106,5	2114,6	2122,8	2131,1	2139,3
170	2147,6	2155,9	2164,2	2172,5	2180,9	2189,3	2197,7	2206,1	2214,6	2223,0
180	2231,5	2240,0	2248,6	2257,2	2265,8	2274,4	2283,0	2291,7	2300,4	2309,1
190	2317,8	2326,6	2335,4	2344,2	2353,0	2361,9	2370,8	2379,7	2388,6	2397,6
200	2406,6	2415,6	2424,7	2433,7	2442,8	2451,9	2461,1	2470,3	2479,5	2488,7
210	2498,0	2507,2	2516,5	2525,9	2535,2	2544,6	2554,0	2563,5	2573,0	2582,5
220	2592,0	2601,6	2611,1	2620,8	2630,4	2640,1	2649,8	2659,5	2669,3	2679,1
230	2688,9	2698,7	2708,6	2718,5	2728,4	2738,4	2748,4	2758,4	2768,5	2778,6
240	2788,7	2798,8	2809,0	2819,2	2829,5	2839,7	2850,0	2860,4	2870,7	2881,1
250	2891,6									

**НОМИНАЛЬНАЯ СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ (НСХ)
для ТС с ЧЭ типа Ni1000TK5000 ($\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)**

°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-60	751,8									
-50	790,9	786,9	783,0	779,1	775,1	771,2	767,3	763,4	759,5	755,7
-40	830,8	826,8	822,8	818,8	814,7	810,7	806,8	802,8	798,8	794,8
-30	871,7	867,6	863,4	859,3	855,2	851,2	847,1	843,0	838,9	834,9
-20	913,5	909,3	905,0	900,8	896,7	892,5	888,3	884,1	880,0	875,8
-10	956,2	951,9	947,6	943,3	939,0	934,7	930,5	926,2	922,0	917,7
0	1000,0	995,6	991,2	986,8	982,4	978,0	973,6	969,3	964,9	960,6

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1000,0	1004,4	1008,9	1013,3	1017,8	1022,3	1026,7	1031,2	1035,7	1040,3
10	1044,8	1049,3	1053,9	1058,4	1063,0	1067,6	1072,2	1076,8	1081,4	1086,0
20	1090,7	1095,3	1100,0	1104,6	1109,3	1114,0	1118,7	1123,4	1128,1	1132,9
30	1137,6	1142,4	1147,1	1151,9	1156,7	1161,5	1166,3	1171,2	1176,0	1180,9
40	1185,7	1190,6	1195,5	1200,4	1205,3	1210,2	1215,1	1220,1	1225,0	1230,0
50	1235,0	1240,0	1245,0	1250,0	1255,0	1260,1	1265,1	1270,2	1275,3	1280,3
60	1285,4	1290,6	1295,7	1300,8	1306,0	1311,1	1316,3	1321,5	1326,7	1331,9
70	1337,1	1342,4	1347,6	1352,9	1358,2	1363,5	1368,8	1374,1	1379,4	1384,8
80	1390,1	1395,5	1400,9	1406,3	1411,7	1417,1	1422,5	1428,0	1433,4	1438,9
90	1444,4	1449,9	1455,4	1460,9	1466,5	1472,0	1477,6	1483,2	1488,8	1494,4
100	1500,0	1505,6	1511,3	1517,0	1522,6	1528,3	1534,0	1539,7	1545,5	1551,2
110	1557,0	1562,8	1568,5	1574,4	1580,2	1586,0	1591,8	1597,7	1603,6	1609,5
120	1615,4	1621,3	1627,2	1633,2	1639,1	1645,1	1651,1	1657,1	1663,1	1669,1
130	1675,2	1681,2	1687,3	1693,4	1699,5	1705,6	1711,8	1717,9	1724,1	1730,3
140	1736,5	1742,7	1748,9	1755,2	1761,4	1767,7	1774,0	1780,3	1786,6	1792,9
150	1799,3	1805,6	1812,0	1818,4	1824,8	1831,2	1837,7	1844,1	1850,6	1857,1
160	1863,6	1870,1	1876,7	1883,2	1889,8	1896,4	1902,9	1909,6	1916,2	1922,8
170	1929,5	1936,2	1942,9	1949,6	1956,3	1963,0	1969,8	1976,6	1983,4	1990,2
180	1997,0	2003,8	2010,7	2017,6	2024,5	2031,4	2038,3	2045,2	2052,2	2059,2
190	2066,1	2073,2	2080,2	2087,2	2094,3	2101,3	2108,4	2115,5	2122,7	2129,8
200	2137,0	2144,1	2151,3	2158,5	2165,8	2173,0	2180,3	2187,5	2194,8	2202,1
210	2209,5	2216,8	2224,2	2231,6	2239,0	2246,4	2253,8	2261,3	2268,7	2276,2
220	2283,7	2291,3	2298,8	2306,4	2313,9	2321,5	2329,1	2336,8	2344,4	2352,1
230	2359,8	2367,5	2375,2	2382,9	2390,7	2398,5	2406,2	2414,1	2421,9	2429,7
240	2437,6	2445,5	2453,4	2461,3	2469,2	2477,2	2485,2	2493,2	2501,2	2509,2
250	2517,3									