

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог



В.А. Лапшинов

«13» марта 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи термоэлектрические NiCrSi-NiSi

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

МП-787-2025

Москва  
2025

## 1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи термоэлектрические NiCrSi-NiSi (далее по тексту – термопреобразователи или ТП) и устанавливает методику их первичной и периодической поверки (далее – поверка).

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические характеристики (требования)

Наименование характеристики	Значение
Условное обозначение НСХ ЧЭ ТП по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013)	N
Класс допуска ТП по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013)	1
Диапазон измерений температуры, °C	от -40 до +1000
Номинальная температура применения, °C	+750
Пределы допускаемых отклонений ТЭДС ТП от НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001 (МЭК 60584-1:2013), °C: от -40 °C до +375 °C включ. св. +375 °C до +1000 °C	$\pm 1,5$ $\pm 0,004 \cdot t^1$

<sup>1)</sup> t – значение измеряемой температуры, °C.

При подтверждении метрологических требований термопреобразователей в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 19.11.2024 № 2712, подтверждающая прослеживаемость к государственным первичным эталонам ГЭТ 35-2021 и ГЭТ 34-2020.

В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательное выполнение операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

### 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25
  - относительная влажность воздуха, % от 30 до 80

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Проверка СИ должна выполняться специалистами организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющими необходимую квалификацию, ознакомленными с эксплуатационной документацией и освоившими работу с техническими средствами, используемыми при поверке.

## 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от <math>+15^{\circ}\text{C}</math> до <math>+25^{\circ}\text{C}</math> с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 1^{\circ}\text{C}</math></p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более <math>\pm 3\%</math></p>	Измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18
п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Измерители сопротивления изоляции с диапазоном измерений сопротивления изоляции от 4 МОм и номинальным рабочим напряжением 100 В	Тераомметр МИ 3210, рег. № 57165-14; Измеритель сопротивления изоляции APPA 605, рег. № 56407-14
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений	<p>Термометры сопротивления (платиновые) эталонные, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712</p> <p>Преобразователи термоэлектрические эталонные, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 19 ноября 2024 г. № 2712</p>	<p>Термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ 9-2, рег. № 65421-16</p> <p>Преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО-1-1000-00, рег. № 1442-00</p>

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
метрологическим требованиям	Измерители электрического сопротивления, соответствующие требованиям к эталонам 4 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. №19736-11
	Измерители напряжения постоянного тока, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, рег. №19736-11; Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13; Вольтметр универсальный GDM-7906, рег.№ 76322-19
	Средства воспроизведения и поддержания температуры с нестабильностью поддержания заданного значения температуры не более 1/5 от предельно допустимой погрешности поверяемого СИ	Термостат переливной прецизионный ТПП-1.3, рег. № 33744-07; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0, рег. № 33744-07; Калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-1100К, рег.№ 75073-19
	Термометр с допускаемой погрешностью измерений температуры $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
	Средства измерений длины в диапазоне измерений от 0 до 150 мм	Штангенциркуль серии 500 мод. AOS ABSOLUTE Digimatic, рег.№ 72366-18
	-	Сосуд Дьюара, заполненный льдоводяной смесью

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

## 6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть выполнены все требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на поверяемый ТП и средства поверки.

## 7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре устанавливают наличие серийного номера, соответствие внешнего вида, маркировки, комплектности ТП описанию типа, а также отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу ТП и на качество поверки.

Результат проверки считается положительным, если выполняются все вышеперечисленные требования. При возможности оперативного устранения недостатков, замеченных при внешнем осмотре, поверка продолжается по следующим операциям.

## 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 8.1 Контроль условий поверки

Условия поверки должны соответствовать указанным в п. 3 настоящей методики поверки.

Поверяемый ТП и средства поверки выдерживают в лаборатории, где проводится поверка, не менее 2 часов.

### 8.2 Опробование

Опробование проводят путем проверки электрического сопротивления изоляции ТП.

Для проверки электрического сопротивления изоляции ТП используют измеритель сопротивления изоляции с установленным рабочим напряжением 100 В.

Подключить измеритель сопротивления изоляции между цепью чувствительного элемента и металлической частью защитной арматуры ТП.

Запустить процесс измерения электрического сопротивления изоляции ТП.

Результат опробования считается положительным, если полученное значение электрического сопротивления изоляции термопреобразователя не менее 100 МОм.

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

### 9.1 Определение метрологических характеристик средства измерений

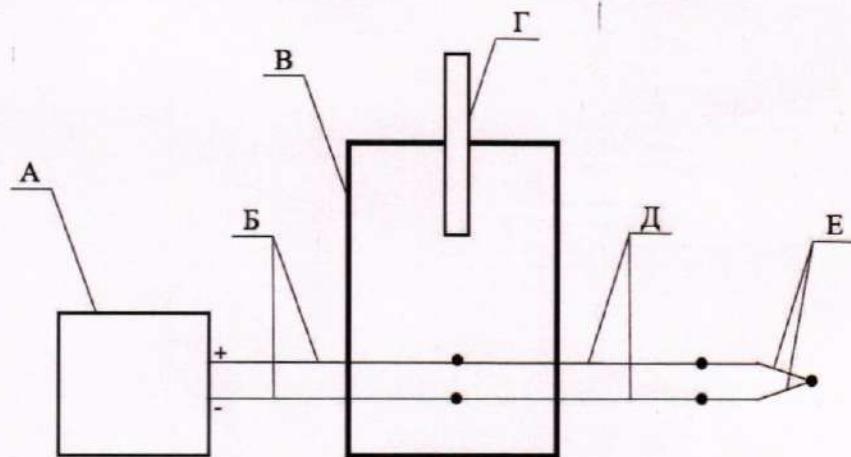
Определение метрологических характеристик заключается в определении отклонения термоэлектродвижущей силы (далее - ТЭДС) от НСХ с последующим преобразованием ТЭДС в температурный эквивалент.

Определение ТЭДС ЧЭ для ТП проводится не менее, чем в пяти температурных точках, равномерно расположенных в диапазоне измерений от нижнего предела диапазона измерений ТП до номинальной температуры применения методом сравнения с эталонным термометром в средстве воспроизведения и поддержания температуры.

Погружают поверяемый ТП вместе с эталонным термометром (эталонным ТП) в средство воспроизведения и поддержания температуры.

При использовании эталонного термометра сопротивления подключают его к измерителю электрического сопротивления.

При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического подключают его к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 1.

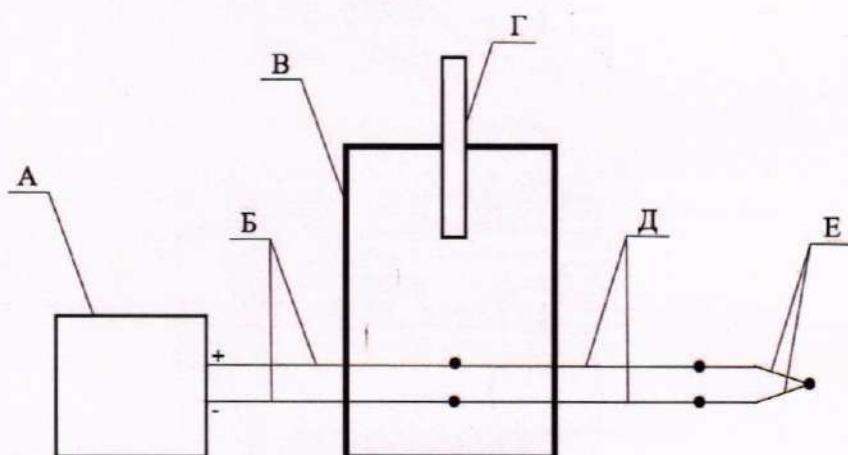


А – измерительный прибор; Б – медные провода; В – сосуд Дьюара (или нулевой термостат);  
 Г – контрольный термометр; Д – удлиняющие (компенсационные) провода;  
 Е – эталонный ТП.

Рисунок 1 – Схема подключения эталонного ТП

К термоэлектродам эталонного ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016, ГОСТ 1791-2014, ГОСТ 10821-2007 (в соответствии с требованиями ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ эталонного ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, подключенными к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные мелкодисперсным порошком или трансформаторным маслом, а затем пробирки помещают в сосуд Дьюара, заполненный льдоводяной смесью (или нулевой термостат). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$   $^{\circ}\text{C}$ .

Поверяемый ТП подключают к измерительному прибору (измерителю напряжения постоянного тока) с автоматической компенсацией холодного спая (при необходимости, с помощью кабеля со встроенной компенсацией холодного спая) или собрав схему согласно рисунку 2.

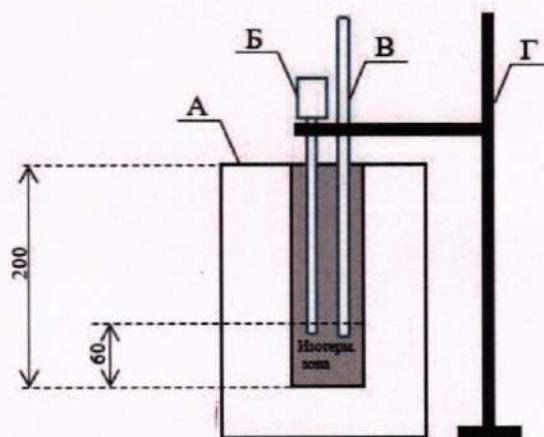


А – измерительный прибор; Б – медные провода; В – сосуд Дьюара (или нулевой термостат);  
 Г - контрольный термометр; Д – удлиняющие (компенсационные) провода;  
 Е – поверяемый ТП.

Рисунок 2 – Схема подключения поверяемого ТП

К термоэлектродам поверяемого ТП подключают удлиняющие (компенсационные) провода по ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями ГОСТ 8.338-2002). Тип компенсационных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ поверяемого ТП по ГОСТ Р 8.585-2001. Концы удлиняющих проводов соединяют с медными проводами, подключенных к измерительному прибору, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные мелкодисперсным порошком или трансформаторным маслом, а затем пробирки помещают в сосуд Дьюара, заполненный льдоводяной смесью (или нулевой термостат). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более  $\pm 0,05$  °С.

Примечание – Перед проведением измерений в калибраторе температуры на термометрической гильзе (ЧЭ ТП) поверяемого ТП и эталонного ТП отмерить штангенциркулем 150 мм от рабочего конца ТП и сделать отметку маркером. С помощью штатива закрепить поверяемый и эталонный ТП, погрузив их в калибратор температуры на глубину до отметки (рисунок 3). В данном случае поверяемый ТП и эталонный ТП будут располагаться на одном уровне в изотермической зоне калибратора температуры и на достаточном расстоянии от контактной площадки блока сравнения калибратора для исключения перегрева разъема поверяемого ТП.



А – калибратор температуры ЭЛЕМЕР-КТ-1100К; Б – поверяемый ТП; В – эталонный ТП;  
Г - штатив. Размеры указаны в мм.

Рисунок 3 – Размещение поверяемого ТП и эталонного ТП в калибраторе температуры ЭЛЕМЕР-КТ-1100К

В соответствии с эксплуатационной документацией устанавливают на средство воспроизведения и поддержания температуры требуемую температурную точку.

После установления заданной температуры и установления теплового равновесия (стабилизация показаний) между эталонным термометром сопротивления (эталонным ТП), поверяемым ТП и термостатирующей средой, снимают значения показаний эталона и поверяемого ТП, индицируемые на дисплее измерительного прибора.

Произвести измерения для остальных температурных точек.

## 9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

При использовании эталонного преобразователя термоэлектрического рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте ( $\Delta$ , °С) для каждой точки по формуле 1.

$$\Delta = \left( \left( t_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{TP}}^{\text{изм}} - E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}}{\left( \frac{\Delta E_{\text{TP}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - \left( \left( t_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}} - E_{\text{ЭТ}}^{\text{прот}}}{\left( \frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКЭТ}} \right), \quad (1)$$

где  $t_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$  – значение температуры, соответствующее приведенному значению  $E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$ , °C;  
 $E_{\text{TP}}^{\text{изм}}$  – измеренное значение ТЭДС поверяемого ТП, мВ;  
 $E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$  – приведенное значение ТЭДС поверяемого ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001, ближайшее к  $E_{\text{TP}}^{\text{изм}}$ , мВ;  
 $\left( \frac{\Delta E_{\text{TP}}}{\Delta t} \right)_t$  – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°C;  
 $t_{\text{СКТП}}$  – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °C;  
 $t_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}}$  – значение температуры, соответствующее приведенному значению  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{ГОСТ}}$ , °C;  
 $E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}}$  – измеренное значение ТЭДС эталонного ТП, мВ;  
 $E_{\text{ЭТ}}^{\text{прот}}$  – приведенное значение ТЭДС эталона, взятое из протокола поверки (калибровки) на эталонный ТП, ближайшее к  $E_{\text{ЭТ}}^{\text{изм}}$ , мВ;  
 $\left( \frac{\Delta E_{\text{ЭТ}}}{\Delta t} \right)_t$  – чувствительность эталона соответствующей градуировки при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°C;  
 $t_{\text{СКЭТ}}$  – значение температуры свободных концов эталона при температуре, измеренной контрольным термометром, °C.

Примечание – При использовании средств измерений с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 2.

$$\Delta = (t_{\text{TP}} + t_{\text{СКТП}}) - (t_{\text{ЭТ}} + t_{\text{СКЭТ}}), \quad (2)$$

где  $t_{\text{TP}}$  – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °C;  
 $t_{\text{СКТП}}$  – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °C), °C;  
 $t_{\text{ЭТ}}$  – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное эталонным ТП, °C;  
 $t_{\text{СКЭТ}}$  – значение температуры свободных концов эталона при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации холодного спая значение параметра равно 0 °C), °C.

При использовании эталонного термометра рассчитывают значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте ( $\Delta$ , °C) для каждой точки по формуле 3.

$$\Delta = \left( \left( t_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}} + \frac{E_{\text{TP}}^{\text{изм}} - E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}}{\left( \frac{\Delta E_{\text{TP}}}{\Delta t} \right)_t} \right) + t_{\text{СКТП}} \right) - t_{\text{ЭТ}}, \quad (3)$$

где  $t_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$  – значение температуры, соответствующее приведенному значению  $E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$ , °C;  
 $E_{\text{TP}}^{\text{изм}}$  – измеренное значение ТЭДС поверяемого ТП, мВ;  
 $E_{\text{TP}}^{\text{ГОСТ}}$  – приведенное значение ТЭДС поверяемого ТП в соответствии с ГОСТ Р 8.585-2001, ближайшее к  $E_{\text{TP}}^{\text{изм}}$ , мВ;

$\left(\frac{\Delta E_{\text{TP}}}{\Delta t}\right)_t$  – чувствительность поверяемого ТП соответствующей градуировке при измеряемой температуре на единицу температуры, мВ/°C;

$t_{\text{СКТП}}$  – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром, °C;

$t_{\text{ЭТ}}$  – значение температуры, измеренное эталонным термометром сопротивления, °C.

Примечание – При использовании средств измерений с автоматическим пересчетом ТЭДС в значения температуры и (или) с автоматической компенсацией холодного спая расчет значения отклонения ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте рассчитывается по формуле 4.

$$\Delta = (t_{\text{TP}} + t_{\text{СКТП}}) - t_{\text{ЭТ}}, \quad (4)$$

где  $t_{\text{TP}}$  – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное поверяемым ТП, °C;

$t_{\text{СКТП}}$  – значение температуры свободных концов поверяемого ТП при температуре, измеренной контрольным термометром (для автоматической компенсации температуры холодного спая значение параметра равно 0 °C), °C;

$t_{\text{ЭТ}}$  – значение ТЭДС в температурном эквиваленте, измеренное эталонным ТП, °C.

Результаты поверки считаются положительными, если значения отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте для каждой температурной точки не превышают значений, указанных в таблице 1.

Если хотя бы одно из полученных значений отклонений ТЭДС поверяемого ТП в температурном эквиваленте превышает предельно допустимые значения, указанные в таблице 1, поверяемый ТП бракуют.

## 10 Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки термопреобразователь признается пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в объеме проведенной поверки и на термопреобразователь по заявлению владельца или лица, предоставившего на поверку, выдается свидетельство о поверке в соответствии с действующим порядком проведения поверки.

При отрицательных результатах поверки термопреобразователь признается непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений, и на термопреобразователь по заявлению владельца или лица, предоставившего на поверку, выдается извещение о непригодности с указанием основных причин в соответствии с действующим законодательством.

Результаты поверки оформляют протоколами произвольной формы.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Г.С. Володарская

Инженер по метрологии ЛОЕИ  
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

Ю.О. Соколова