

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

  
А.Н.Пронин

«12» декабря 2025 г.



Вместитель генерального директора  
финансам и управлению имуществом  
Е.Ю. Климова  
Доверенность № 3/2025 от 30.12.2024

Государственная система обеспечения единства измерений

Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом УТТ  
Методика поверки  
МП 2411-0204- 2025

Заместитель руководителя  
лаборатории термометрии



В.М. Фуксов

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом УТТ (далее – термопреобразователи), изготавливаемые ООО «Валком», г. Санкт-Петербург и устанавливает объем и порядок их первичной и периодической поверок.

1.2 Методика поверки должна обеспечивать прослеживаемость термопреобразователей к следующим государственным первичным эталонам:

- единицы температуры в диапазоне от 0 °С до 3200 °С - ГЭТ 34 – 2020 и единицы температуры- кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К - ГЭТ 35-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой (ГПС) для средств измерений (СИ) температуры, ч.1, 2, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19.11.2024 г. № 2712

1.3 Методы поверки основаны на непосредственном сличении поверяемого термопреобразователя с эталонными СИ температуры.

1.4 Проведение поверки в сокращенном объеме настоящей методикой не предусмотрено.

## 2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки термопреобразователей должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Опробование	Да	Да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям Проверка диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.2

2.2 При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

## 3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| - температура окружающего воздуха, °С  | от +15 °С до +25 °С |
| - относительная влажность, %, не более | 80                  |
| - атмосферное давление, кПа            | от 84,0 до 106,7    |

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на термопреобразователи и средства поверки, имеющие необходимую квалификацию в области тепловых измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

#### 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 5.1

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений отн. влажности воздуха в диапазоне от 0 % до 80 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный № 46434-11, диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, температуры от -20 °С до +60 °С, атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; погрешность измерений относительной влажности при (+23,0)°С, от 0 % до 90 % ±2 %, от 90 % до 98 % ±3 %, температуры ±0,3 °С, атмосферного давления ±2,5 гПа
п.9.1 Проверка диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для СИ температуры, в диапазоне значений температуры от -200 °С до +700 °С  Амперметр, соответствующий требованиям 2-го разряда по ГПС для СИ силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1·10 <sup>-16</sup> до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3-го разряда, рег. номер 70903-18; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег.номер 19736-11; Сосуд Дьюара с жидким азотом; Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, модификации ТПП-1,0, ТПП-1,3, рег. номер 33744-07, диапазон воспроизводимой температуры ТПП-1,0 от 35 до 300 °С, ТПП-1,3 от -75 до 100 °С, Калибратор температуры КТ-2М, рег.№ 28811-12, диапазон воспроизводимой температуры от 40 до 500 °С, Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-260, рег. № 35062-07 или Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, регистрационный номер 69742-17, диапазон от 1 мкВ до 1000 В, погрешность ±0,004 % + 20 мкВ, Катушка электрического сопротивления Р331 100 Ом, погрешность ±0,01 %, регистрационный номер 1162-58; Источник напряжения и тока стабилизированный Б5-724.4 Пределы изменений напряжения от 0 до 40 В, ПГ ±2 %

#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на термопреобразователи и средства поверки, имеющие необходимую квалификацию в области теплофизических измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

#### 5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 5.1

Таблица 5.1

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений отн. влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный № 46434-11, диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, температуры от -20 °С до +60 °С, атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; погрешность измерений относительной влажности при (+23,0)°С, от 0 % до 90 % ±2 %, от 90 % до 98 % ±3 %, температуры ±0,3 °С, атмосферного давления ±2,5 гПа
п.9.1 Проверка диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для СИ температуры, в диапазоне значений температуры от -200 °С до +700 °С  Амперметр, соответствующий требованиям 2-го разряда по ГПС для СИ силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 в диапазоне от 4 до 20 мА	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3-го разряда, рег. номер 70903-18; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег.номер 19736-11; Сосуд Дьюара с жидким азотом; Термостаты переливные прецизионные ТПП-1, модификации ТПП-1,0, ТПП-1,3, рег. номер 33744-07, диапазон воспроизводимой температуры ТПП-1,0 от 35 до 300 °С, ТПП-1,3 от -75 до 100 °С, Калибратор температуры КТ-2М, рег. № 28811-12, диапазон воспроизводимой температуры от 40 до 500 °С, Калибратор-измеритель унифицированных сигналов ИКСУ-260, рег. № 35062-07 или Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, регистрационный номер 69742-17, диапазон от 1 мкВ до 1000 В, погрешность ±0,004 % + 20 мкВ, Катушка электрического сопротивления Р331 100 Ом, погрешность ±0,01 %, регистрационный номер 1162-58; Источник напряжения и тока стабилизированный Б5-724.4 Пределы изменений напряжения от 0 до 40 В, ПГ ±2 %

5.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5.3 Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.

5.4 Указанные средства поверки должны иметь актуальные сведения о положительных результатах поверки или аттестации в Федеральном информационном фонде обеспечения единства измерений (ФИФ ОЕИ).

## 6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок» ПОТ РМ-016-2001;

- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведенные в руководстве эксплуатации поверяемых СИ.

6.2 Средства поверки, вспомогательные средства поверки и оборудование должны соответствовать требованиям безопасности, изложенным в их эксплуатационной документации.

6.3 Сосуды Дьюара, предназначенные для работы с жидкими газами, должны быть чистыми и сухими. Необходимо беречь сосуды Дьюара от попадания в них органических веществ.

6.4 Во время проведения поверки при высокой температуре термопреобразователь следует извлекать из печи медленно, соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов. После извлечения из печи запрещается трогать термопреобразователь руками и класть его на легковоспламеняющуюся поверхность.

## 7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра необходимо убедиться в:

- соответствии внешнего вида описанию типа,
- соответствии комплектности, упаковки, маркировки и габаритных размеров требованиям нормативной документации,

- целостности термопреобразователя (отсутствии трещин или вмятин на корпусе);

- наличии эксплуатационного документа (паспорт).

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. При наличии дефектов термопреобразователь подлежит ремонту или бракуется.

## 8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Проверить наличие всех средств измерений, необходимых для поверки, согласно разделу 5 и нормативным документам, устанавливающим методику их эксплуатации.

8.2 Подтвердить соответствие условий поверки требованиям раздела 3.

8.3 Подготовить к работе средства измерений и поверяемый термопреобразователь согласно эксплуатационным документам на них:

- протереть погружаемую часть термопреобразователя этанолом;

- термопреобразователь подключить к источнику питания и измерителю силы тока в соответствии со схемой, приведенной в эксплуатационной документации.

8.4 Провести опробование поверяемого термопреобразователя при подаче напряжения питания 24 В.

Результат опробования считают положительным, если измеренные значения выходного аналогового сигнала находятся в пределах от 4 до 20 мА.

## 9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Проверка диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры

9.1.1 Определение погрешности проводят сравнением термопреобразователя с эталонным термометром в трех точках  $(0 \pm 10) \%$ ,  $(50 \pm 10) \%$ ,  $(100 \pm 10) \%$  диапазона измерений температуры.

Зонд термопреобразователя вместе с эталонным термометром помещают на одну глубину в воспроизводящее температуру СИ, и после стабилизации показаний в контрольной точке температуры, проводят измерения.

Результаты измерений заносят в протокол, эталонного СИ ( $T_{эт}$ ) и выходного сигнала силы постоянного тока ( $I_{изм}$ ) поверяемого термопреобразователя.

9.1.2 Основную погрешность, приведенную к диапазону измерений температуры термопреобразователя определяют по формуле 1:

$$\delta T = \frac{(T_{изм} - T_{эт})}{(T_B - T_H)} \cdot 100, \quad 1)$$

где  $\delta T$  – основная погрешность, приведенная к диапазону измерений температуры, %;

$T_{эт}$  – значение температуры по показаниям эталонного СИ, °С;

$T_{изм}$  – значение температуры по показаниям поверяемого термопреобразователя, которое определяют по формуле 2:

$$T_{изм} = \frac{(I_{изм} - I_H)}{(I_B - I_H)} (T_B - T_H) + T_H \quad 2)$$

где  $I_{изм}$  – значение выходного сигнала силы постоянного тока в проверяемой точке диапазона измерений температуры, измеренное калибратором в режиме измерений мА или расчетное значение при измерении падения напряжения на катушке сопротивления вольтметром, мА;

$I_B - I_H$  – разность верхнего и нижнего пределов диапазона выходного сигнала постоянного тока, мА;

$T_B - T_H$  – разность верхнего и нижнего пределов настроенного диапазона измерений температуры, °С.

9.1.3 Результат поверки считают положительным, если диапазон и основная погрешность не превышают пределов, указанных в приложении 2 данной методики и соответствуют маркировке на корпусе термопреобразователя.

## 9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.2.1 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ метрологическим требованиям используют значения основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры, определенные в соответствии с разделом 9 настоящей методики.

9.2.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ, указанным в приложении 2 данной методики.

9.2.3 Если значения основной погрешности измерений во всех контрольных точках, определенные в соответствии с п. 9.1, удовлетворяют требованию пунктов 9.2.1 и 9.2.2, выполнены требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики, то принимают решение о соответствии термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ метрологическим

требованиям.

9.2.4 Если хотя бы одно из значений основной погрешности измерений, полученные в соответствии с п. 9.1, не удовлетворяют требованиям пунктов 9.2.1 и 9.2.2 и/или требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики не выполнены, то принимают решение о несоответствии термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ метрологическим требованиям. Выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

## 10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Ведение протокола поверки осуществляется в соответствии с действующими нормативными документами и системой менеджмента качества организации поверителя, рекомендуемая форма протокола приведена в приложении 1.

Результаты поверки публикуются в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ или лица, представившего их на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной формы; при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления) или в паспорт.

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ

поверки термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ

№ \_\_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

1. Заказ зав. № \_\_\_\_\_.

2. Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом УТТ, исполнение \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_.

3. Диапазон измерений: от \_\_\_\_\_ °С до \_\_\_\_\_ °С.

4. Условия поверки

Температура окружающего воздуха, °С	
Относительная влажность воздуха, %	
Атмосферное давление, кПа	

5. Средства поверки

Наименование, тип	Заводской номер	Номер в ФИФЕОИ	№ и дата свидетельства о поверке, кем выдано

6. Результаты поверки

6.1 Внешний осмотр

Замечания по внешнему осмотру (указать при наличии)	Наличие маркировки (соответствует/не соответствует ТУ)

6.2 Проверка метрологических характеристик

Действительное значение температуры в контрольной точке по эталонному термометру, °С	Измеренные значения термопреобразователя			Значение основной погрешности, $\delta T$ , %	
	$I_{изм}$ , мА	$I_{изм} = U/R$ , мА	$T_{изм}$ , °С		

7. Выводы:

Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом УТТ, исп. \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_ на основании результатов первичной (периодической) поверки признан

\_\_\_\_\_ (годен/не годен, в случае непригодности к применению указать причину)

Поверка выполнена \_\_\_\_\_  
(знак поверки) (подпись) (Фамилия И.О.) (дата)

**Метрологические характеристики**

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений температуры <sup>1)</sup> , °С	от -200 до +700
Диапазон выходного сигнала постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой основной погрешности выходного сигнала, приведенной к диапазону измерений температуры, $\delta T$ , % <sup>2)</sup> при ширине диапазона (от $T_{MIN}$ до $T_{MAX}$ ) менее 100 °С	$\pm 0,25$ ; $\pm 0,5$ $\pm [\delta T \cdot 100 / (T_{MAX} - T_{MIN})]$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности выходного сигнала, приведенной к диапазону измерений температуры, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от нормальных условий измерений, на каждые 10 °С, %/°С	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности выходного сигнала, приведенной к диапазону измерений температуры, вызванной изменением напряжения питания от 24 В до 18 В и до 31,2 В, %	$\pm (0,5 \cdot \delta T)$
Нормальные условия измерений: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность окружающего воздуха, % - атмосферное давление, кПа	от +15 до +25 от 30 до 80 от 84,0 до 106,7
<p>1) Приведен полный диапазон измерений; по требованию заказчика возможно исполнение термопреобразователей с диапазоном, находящимся в границах полного диапазона;</p> <p>2) Класс точности (основная погрешность) указан в маркировке термопреобразователя, при ширине диапазона измерений менее 100 °С пределы допускаемого значения основной погрешности увеличиваются пропорционально уменьшения диапазона измерений, где <math>(T_{MAX} - T_{MIN})</math> - разность верхнего и нижнего пределов диапазона измерений; при диапазоне измерений менее 30 °С устанавливаются по согласованию.</p>	