

**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
А.Н.Пронин

«10» мая 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Термопреобразователи с унифицированным выходным сигналом УТТ
Методика поверки
МП 2411-0204- 2023

Заместитель руководителя
лаборатории термометрии

В.М. Фуксов

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 23.12.2022 г. № 3253.

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: Проверка диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры	Да	Да	9
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

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 теплофизических измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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 относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 90 % с погрешностью не более 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 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 Определение метрологических характеристик	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.	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100М 3-го разряда, регистрационный номер 70903-18, диапазон измерений от -196 °С до +660 °С; Преобразователь термоэлектрический платиновый-платиновый эталонный ППО, 1-ый разряд, диапазон измерений от +300 °С до +1200 °С; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег. № 19736-11; Сосуд Дьюара с жидким азотом; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0. Диапазон воспроизводимой температуры от +35 °С до +300 °С, рег.номер 33744-07; Термостат жидкостный 814, диапазон температуры от -80 °С до 0 °С, нестабильность поддержания температуры ±0,02 °С, перепад температуры по вертикали не более 0,02 °С, рег. № 18211-99; термостат жидкостный серии 7000, мод. 7012, диапазон температуры от +10 °С до +95 °С, нестабильность ±0,003 °С,

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
		рег. № 40415-15; Калибратор температуры КТ-2М, диапазон воспроизводимой температуры от +40 °С до +500 °С, погрешность $\pm(0,03 + 0,0003 \cdot t)$, рег. № 28811-12; Печь для отжига, рабочая температура от +100 °С до +1100 °С, абсолютная погрешность поддержания температуры ± 2 °С, градиент температуры в рабочем пространстве печи не более 5 °С/м; Калибратор многофункциональный серии СЕ модификации СЕД7000, рег. № 57455-14, измерение силы постоянного тока от 0 до 50 мА, ПГ $\pm(0,0001 \cdot I + 1$ мкА) или Вольтметр цифровой универсальный В7-78/1, регистрационный номер 69742-17, диапазон от 1 мкВ до 1000 В, погрешность $\pm 0,004 \% + 20$ мкВ, Катушка электрического сопротивления Р331 100 Ом, погрешность $\pm 0,01$ %, регистрационный номер 1162-58; Источник напряжения и тока стабилизированный Б5-724.4 Пределы изменения напряжения от 0 до 40В, погрешность ± 2 %;
Примечание – допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

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

5.3 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 Проверить 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

9.1 Проверку диапазона и определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры, проводят сличением термопреобразователя с эталонным термометром в пяти равномерно распределенных точках диапазона измерений температуры (включая крайние) в воспроизводящих температуру СИ. 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 ($T_{э\text{т}}$) и выходного сигнала силы постоянного тока ($I_{изм}$) поверяемого термопреобразователя.

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

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

где δT – основная погрешность, приведенная к диапазону измерений температуры, %,

$T_{э\text{т}}$ – значение температуры по показаниям эталонного СИ, °С;

$T_{изм}$ – значение температуры по показаниям поверяемого термопреобразователя, которое

определяют по формуле 2:

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

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.

9.3 Результат поверки считают положительным, если диапазон и основная погрешность не превышают пределов, указанных в описании типа и соответствуют маркировке на корпусе термопреобразователя.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 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.

10.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ, установленным в описании типа.

10.3 Если значения основной погрешности измерений во всех контрольных точках, определенные в соответствии с разделом 9, удовлетворяют требованию пунктов 10.1 и 10.2, выполнены требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики, то принимают решение о соответствии термопреобразователей с унифицированным выходным сигналом УТТ метрологическим требованиям.

10.4 Если хотя бы одно из значений основной погрешности измерений, полученные в соответствии с разделом 9, не удовлетворяют требованиям пунктов 10.1 и 10.2 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.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А).

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 и (или) в паспорт вносится запись о проведенной поверке, удостоверенная оттиском поверительного клейма; при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению, при наличии сведений о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (в случае его оформления) и (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, δT , %	
	$I_{изм}$, 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)