

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

2024 г.

Заместитель генерального директора

Е. П. Кривцов

доверенность № 54/2021

от 24.12.2021

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи температуры ДТЛ

Методика поверки

МП 2411-0212- 2024

Заместитель руководителя
лаборатории термометрии

В.М. Фуксов

Санкт-Петербург

2024

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на преобразователи температуры ДТЛ исполнений ДТЛ, ДТЛ-01, ДТЛ-02, ДТЛ-03, ДТЛ-04, ДТЛ-05 (далее – преобразователи), изготавливаемые АО «Концерн «НПО «Аврора», г. Санкт-Петербург, и устанавливает объем и порядок их первичной и периодической поверок.

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

- единицы температуры в диапазоне от 0 °С до плюс 3200 °С – ГЭТ 34-2020;

- единицы температуры – кельвина в диапазоне от 0,3 К до 273,16 К – ГЭТ 35-2021, в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры (ГПС для 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 преобразователя с эталонными СИ температуры.

1.4 Проведение поверки в сокращенном объеме настоящей методикой не предусмотрено.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки преобразователей 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	Да	Да	9
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 преобразователи 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 применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки*
п. 8 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 80 % с погрешностью не более 2 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа Средства измерений сопротивления изоляции до 500 МОм с погрешностью не более 1,5 %	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, рег. № 46434-11. Диапазон измерений температуры от -20 °С до +60 °С, погрешность измерений $\pm 0,3$ °С. Диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, погрешность измерений относительной влажности при (+23,0) °С: - от 0 % до 90 % ± 2 %; - от 90 % до 98 % ± 3 %. Диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность измерений $\pm 2,5$ гПа. Мегаомметр Ф4101, рег. № 4542-7403, диапазон измерений от 0,005 до 500 МОм, предел допускаемой относительной погрешности $\pm 1,5$ %
п.9 Определение метрологических характеристик	Эталоны единицы температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГПС для СИ температуры (п.1.2 данной методики), в диапазоне значений температуры от -50 °С до +100 °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. № 70903-18; Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.10, рег. № 19736-11; Термостат переливной прецизионный ТПП-1.0, диапазон воспроизводимой температуры от +35 °С до +300 °С, рег. № 33744-07; Термостат жидкостный 814, рег. № 18211-99, диапазон температуры от -80 °С до 0 °С: нестабильность поддержания температуры $\pm 0,02$ °С, перепад температуры по вертикали не более 0,02 °С; Термостат жидкостный серии 7000, мод. 7012, рег. № 40415-15, диапазон температуры от +10 °С до +95 °С, нестабильность $\pm 0,003$ °С; Калибратор процессов документирующий Fluke 754, рег. № 49876-12, диапазон измерений от 0,1 до 22,0 мА, погрешность $\pm (0,01\% \cdot I_{\text{изм}} + 3 \text{ мкА})^{**}$ или при подключении с внешним источником питания и нагрузочным сопротивлением (рисунок 3): - источник питания постоянного тока Б5-71/3М, рег. № 44658-10, напряжение от 0,01 до 75 В, ток от 0,1 до 10 А, нестабильность выходного напряжения $\pm (0,001 \cdot U_{\text{макс}} + 0,02)$, пульсации ± 7 мВ; - магазин сопротивлений ПрофКИП Р33, рег.

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки*
		№ 80016-20, диапазон воспроизведения электрического сопротивления от 0,1 до 99999,9 Ом, кл. точности 0,1 по ГОСТ 23737 (допускается использование оборудования, обеспечивающее задание сопротивления (250 ± 13) Ом); - мультиметр цифровой Fluke 289, рег. № 56476-14, диапазон измерений от 0 до 50 мА, погрешность $\pm(0,0005 \cdot I_{изм} + 10 \text{ мкА})$

Примечания: *) - допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений;

**) - питание преобразователя осуществляется от токовой петли по двухпроводной схеме подключения. При подключении по схеме, указанной на рисунке 2 используются встроенные источник питания токовой петли и нагрузочное сопротивление калибратора.

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 Во время проведения поверки при высокой температуре преобразователь следует извлекать из термостата медленно, соблюдая особую осторожность во избежание получения ожогов.

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 преобразователя (отсутствии трещин или вмятин на корпусе);

- наличии эксплуатационного документа (паспорт).

7.2 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются вышеуказанные требования. При наличии дефектов преобразователь 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 Проверить электрическое сопротивление изоляции с помощью мегомметра при напряжении 48 В.

Электрическое сопротивление изоляции между выводами и корпусом преобразователя должно быть не менее 10 МОм.

8.4 Подготовить к работе средства измерений и поверяемый преобразователь согласно эксплуатационным документам на них и подключить в соответствии с выбранной схемой подключения, протереть погружаемую часть преобразователя этанолом.

8.4.1 При подключении преобразователя в соответствии со схемой, показанной на рисунке 2 выполнить следующие операции:

- контакты калибратора, условно обозначенные «1» и «2» на рисунке 1а, в режиме измерений силы тока, соединить, соблюдая полярность, с контактами преобразователя «+» и «-» (см. рисунок 1б) в соответствии со схемой, показанной на рисунке 2;

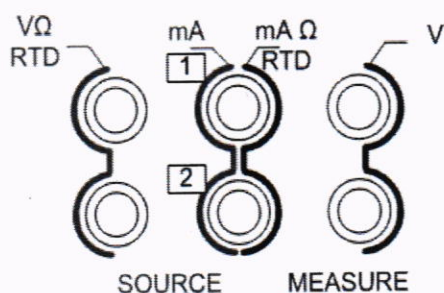


Рисунок 1а – Условное обозначение контактов калибратора.



Рисунок 1б – Маркировка контактов преобразователя.

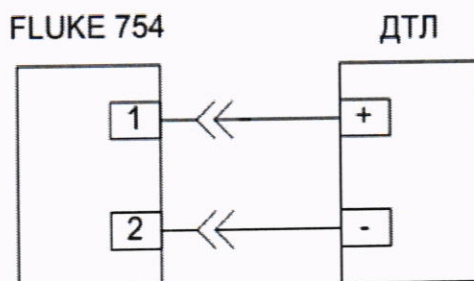


Рисунок 2 – Схема подключения преобразователя.

- провести опробование поверяемого преобразователя, нажав клавишу HART калибратора, затем выбрав режим LOOP POWER (включение встроенного источника питания 24 В и подключение встроенного сопротивления 250 Ом), надпись «no HART device found» на экране калибратора – игнорировать;

- наблюдать значение выходного сигнала преобразователя в верхнем правом углу экрана калибратора в строке «Measure».

8.4.2 При подключении преобразователя в соответствии со схемой, показанной на рисунке 3 выполнить следующие операции:

- подключить преобразователь к средствам измерений в соответствии со схемой подключения;

- установить на источнике питания напряжение 24 В;
- установить на магазине сопротивлений Р33 сопротивление 250 Ом;
- включить источник питания и провести опробование поверяемого преобразователя;
- наблюдать значение выходного сигнала на экране калибратора.

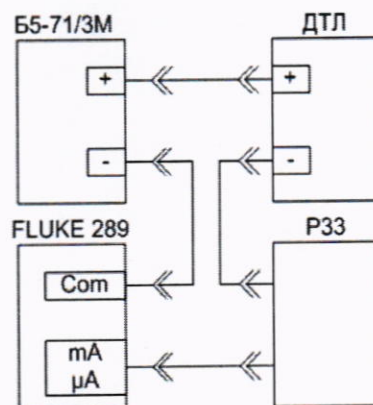


Рисунок 3 – Схема подключения преобразователя.

8.5 Результат опробования считают положительным, если измеренные значения выходного токового 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

9.1.1 Определение основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры, проводят сличением преобразователя с эталонным термометром в трех равномерно распределенных точках диапазона измерений температуры (включая предельные) в термостате.

Зонд преобразователя вместе с эталонным термометром помещают на одну глубину в термостат, и после стабилизации показаний в контрольной точке температуры проводят измерения.

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

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

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

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

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

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

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

$$T_{изм} = \frac{(I_{изм} - 4)}{16} (T_B - T_H) + T_H, \quad 2)$$

где $I_{изм}$ – значение выходного сигнала силы постоянного тока в проверяемой точке диапазона измерений температуры, измеренное калибратором в режиме измерений мА.

9.1.3 Результат поверки считают положительным, если основная погрешность, приведенная к диапазону измерений, не превышает пределов $\pm 0,5$ %.

9.2 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.2.1 Для подтверждения соответствия преобразователей температуры ДТЛ метрологическим требованиям используют значения основной погрешности, приведенной к диапазону измерений температуры, определенные в соответствии пп. 9.1.1, 9.1.2, настоящей методики.

9.2.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам преобразователей температуры ДТЛ, установленным в п. 9.1.3.

9.2.3 Если значения основной погрешности измерений во всех контрольных точках, определенные в соответствии с пп. 9.1.1, 9.1.2, удовлетворяют требованию пп. 9.2.1 и 9.2.2, выполнены требования разделов 4, 7, 8 настоящей методики, то принимают решение о соответствии преобразователей температуры ДТЛ метрологическим требованиям.

9.2.4 Если хотя бы одно из значений основной погрешности измерений, полученное в соответствии с пп. 9.1.1, 9.1.2, не удовлетворяет 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 преобразователей температуры ДТЛ метрологическим требованиям. Выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

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

По заявлению владельца преобразователей температуры ДТЛ 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.

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

Форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ
поверки преобразователей температуры ДТЛ
№ _____ от «___» _____ 20__ г.

1. Заказ зав. № _____.

2. Преобразователь температуры ДТЛ, 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	Наличие маркировки
(указать при наличии)	(соответствует/не соответствует ТУ)

6.2 Проверка метрологических характеристик.

Действительное значение температуры в контрольной точке по эталонному термометру, °С	Измеренные значения преобразователя		Значение основной погрешности, δT , %
	$I_{изм}$, мА	$T_{изм}$, °С	

7. Выводы:

Преобразователь температуры ДТЛ, 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)