

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

СОГЛАСОВАНО



И. о. генерального директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
А. Н. Пронин
_____ 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи термоэлектрические ТЕ

Методика поверки

МП 2411-0192-2021

Зам. руководителя лаборатории эталонов
и научных исследований в области
термометрии
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
_____ *В. М. Фуксов* В. М. Фуксов

Ведущий инженер лаборатории эталонов
и научных исследований в области
термометрии
_____ *С. А. Первалова* С. А. Первалова

г. Санкт-Петербург
2021 г.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи термоэлектрические ТЕ (далее термопреобразователи), выпускаемые фирмой «Dittmer Temperaturfühler GmbH & Co.KG», Германия, с металлическими термопарами в качестве чувствительных элементов (далее ЧЭ), с номинальными статическими характеристиками (далее НСХ) по ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования», с длиной рабочей части от 25 до 5000 мм, предназначенных для измерения температуры в диапазоне от минус 40 °С до плюс 400 °С и устанавливает порядок проведения их первичной и периодической поверки.

1.2 Термопреобразователи с длиной погружаемой части 250 мм и более поверяют по ГОСТ 8.338 – 2002 «ГСИ. Преобразователи термоэлектрические. Методика поверки». Поверку термопреобразователей с длиной погружаемой части менее 250 мм проводят по ниже изложенной методике.

1.3 Результаты поверки по методике МП 2411-0192-2021 прослеживаются к ГЭТ 35-2010 Государственному первичному эталону единицы температуры-Кельвина в диапазоне от 0,3 до 27316 К и к ГЭТ 34-2020 Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С, возможности которых подтверждены международными ключевыми сличениями, а также удовлетворяют требованиям ГОСТ 8.558-2009 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры», утвержденному Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 декабря 2010 г. № 1146.

При определении метрологических характеристик термопреобразователей в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы температуры рабочим средствам измерений от рабочих эталонов в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемой ГОСТ 8.558-2009. При определении метрологических характеристик передача единицы температуры осуществляется непосредственным сличением в термостате или калибраторе в статическом режиме путем погружения внутрь рабочего объема термостата или калибратора объекта измерений.

1.4 Методикой поверки МП 2411-0192-2021 не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

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

Таблица 1

Наименование характеристики	Значение		
1	2		
Модификация	TE-4,68,**,**	TE-4,69,**,**	TE-Exia,B(J, D, V),**,**
Тип термопары по ГОСТ Р 8.585-2001	K, N, T, E, J, S, R		
Диапазоны измерений температуры, °С для термопар типа K, N, E, J: для термопар типа T: для термопар типа S, R:	от -40 до +200; от -40 до +200; от 0 до +200	от -40 до +200; от -40 до +200; от 0 до +200	от -40 до +400; от -40 до +350; от 0 до +400
Класс по ГОСТ 6616-94:	1		

Продолжение таблицы 1

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности по ГОСТ 6616-94, °С* для термопары типа К, N: от -40 °С до +200 (+375) °С св. +375 °С до +400 °С для термопары типа Т: от -40 °С до +125 °С св. +125 °С до +350 °С для термопары типа Е: от -40 °С до +200 (+375) °С св. +375 °С до +400 °С для термопары типа J: от -40 °С до +200 (+375) °С св. +375 °С до +400 °С для термопары типа S, R: от 0 °С до +400 °С	±1,5 ±0,004t ±0,5 ±0,004t ±1,5 ±0,004t ±1,5 ±0,004t ±1,0
*-для модификации TE-Exia, B(J, D, V), **, ** пределы допускаемой абсолютной погрешности приводятся в диапазоне измерений температуры до +400 °С, кроме термопар типа Т.	

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняются операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется методика поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки при подготовке к поверке	да	да	8.1
Проверка электрического сопротивления изоляции	да	да	9.1
Проверка нестабильности	да	нет	9.2
Определение ТЭДС при заданных значениях температуры	да	да	9.3
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	да	да	10

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие влияющие факторы:

- температура окружающего воздуха (25±10) °С;
- относительная влажность не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

- изменение температуры воздуха в помещении во время проведения поверочных работ не должно быть более $\pm 0,5$ °С в течение 1 часа.

3.2 В помещении не должно быть пыли, дыма, газов и паров, вызывающих коррозию деталей поверочной установки или загрязняющих термопреобразователи, должно быть отсутствие вибрации.

3.3 Электроизмерительная часть поверочной установки должна быть удалена не менее, чем на 1 м от окон, дверей, радиаторов отопления и других устройств, выделяющих тепло, а также защищена от воздействия прямых солнечных лучей. Не допускается наличие сквозняков.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 При выполнении измерений должны быть соблюдены требования эксплуатационных документов на поверочное оборудование, ГОСТ 12.2.007.9-93 «Безопасность электротермического оборудования. Часть 1. Общие требования», ГОСТ 12.3.019-80 «ССБТ. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

4.2 К проведению поверки допускают только сотрудников, прошедших обучение в соответствии с требованиями ГОСТ 12.0.004-90 «ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения», а также имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже III при работе с установками напряжением до 1000 В.

4.3 К проведению измерений допускают только сотрудников, аттестованных в качестве поверителей в установленном порядке, обученным обращению с термостатами, калибраторами, печами и электрооборудованием, и изучившие настоящую методику поверки.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 В таблице 3 приведены средства поверки, их метрологические и технические характеристики.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1, Контроль условий поверки при подготовке к поверке	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений (25 ± 10) °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С; Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 90 % с погрешностью не более 3 %; Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа	Приборы комбинированные Testo 622, регистрационный № 53505-13

Продолжение таблицы 3

1	2	3
9.1, Проверка электрического сопротивления изоляции	Измеритель электрического сопротивления изоляции в диапазоне измерений сопротивления от 0 до 200 МОм с относительной погрешностью не более 6 %	Измеритель параметров электробезопасности электроустановок CE MultiTester MI 2094, регистрационный № 36055-07
9.2, Проверка нестабильности	Вторичный измерительный прибор для измерения ТЭДС рабочих термопреобразователей, рабочий эталон 3-го разряда с верхним пределом измерений напряжения не ниже 100 мВ с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С; Термостаты и/или калибраторы температуры в диапазоне измерений температуры от -40 °С и +400 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,6$ °С;	Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 модификация МИТ 8.15, регистрационный № 19736-11; Термостаты переливные прецизионные ТПП, модификация ТПП-1.0, регистрационный № 33744-07; Калибраторы температуры серии ТР, модификация ТР17450, регистрационный № 49388-12
9.3, Определение ТЭДС при заданных значениях температуры	Эталон единицы измерений температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда, по ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне значений единицы температуры от -40 °С до +400 °С	Термометры сопротивления эталонные ЭТС-100 исполнение ЭТС-100/2, регистрационный № 19916-10; Преобразователи термоэлектрические платиновые эталонные ППО, регистрационный № 1442-00 Термостаты переливные прецизионные ТПП, модификация ТПП-1.0, регистрационный № 33744-07; Термостаты жидкостные 814 регистрационный № 18211-99; Калибраторы температуры серии ТР, модификация ТР17450, регистрационный № 49388-12; Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, регистрационный № 45379-10; Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4, регистрационный № 303-91;
<i>Примечание: Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Электрооборудование, применяемое при поверке термопреобразователей, должно обеспечивать безопасность обслуживающего персонала и условия, предотвращающие возможность возникновения пожара или взрыва в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.9-93 раздел 3.2.

6.2 Части поверочной установки, снабженные зажимом «Земля» (\perp) должны быть подключены к контуру заземления в соответствии с требованием ГОСТ 12.2.007.9-93 раздел 3.6. Сопротивление заземления должно быть не более 4 Ом.

6.3 При работе с термостатами, калибраторами и печами необходимо выполнять требования ГОСТ 12.2.007.9-93 раздел 3.11. Корпуса термостатов, калибраторов, печей, наружные стенки которых нагреваются при работе до температуры свыше плюс 70 °С, должны быть ограждены, например, жесткой сеткой из проволоки.

6.4 Вблизи высокотемпературного оборудования (свыше плюс 70 °С) не должны находиться горючие легковоспламеняющиеся материалы.

6.5 Поверочная лаборатория должна быть обеспечена жаропрочным столом (с кафельной или металлической столешницей) или подвесным устройством, для расположения на них термопреобразователей, извлеченных из термостатов, калибраторов, печей при температуре свыше плюс 70 °С.

6.6 Жидкостные термостаты должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей требования п.3.2 данной методики.

6.7 Стекланные сосуды Дьюара должны иметь защитные охранные кожухи.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Перед началом проведения поверки каждый термопреобразователь подвергается внешнему осмотру. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие термопреобразователей следующим требованиям:

- отсутствие повреждений внешних поверхностей;
- отсутствие разрушения выводов, защитной арматуры и соединительной головы, при ее наличии;
- отсутствие загрязнений, влаги и частиц промышленной пыли внутри соединительной головы;
- наличие обозначения маркировки полярности в соответствии с требованиями технической документации.

7.2 На каждом поступившем на поверку термопреобразователе должно быть визуально проверено наличие маркировки с обязательным указанием заводского номера, типа НСХ, года выпуска, диапазона измерений, класса допуска, название фирмы-изготовителя. Должна быть подтверждена маркировка взрывозащиты.

7.3 По результатам внешнего осмотра делают вывод о возможности проведения дальнейшей поверки термопреобразователей. Если термопреобразователь не удовлетворяет одному из выше перечисленных требований, то его бракуют и к дальнейшей поверке не допускают. Результаты внешнего осмотра вносят в протокол поверки.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки при подготовке к поверке.

8.1.1 Перед началом проведения процедуры поверки необходимо провести контроль условий окружающей среды – определить температуру, влажность окружающей среды, а также атмосферное давление в помещении, где будет проходить поверка термопреобразователей. Если поверка занимает длительное время, то монитор температуры окружающей среды проводят каждый час, чтобы соблюсти требование 3.1 данной методики поверки.

8.1.2 Результаты контроля окружающей среды заносят в специальный журнал с последующим отражением в протоколе поверки.

8.2 Подготовка основных и вспомогательных средств поверки.

8.2.1 Средства поверки, входящие в состав поверочной установки, готовят к работе в соответствии с имеющейся на них нормативно-технической документацией (далее НД).

8.2.2 Перед началом поверки оборудование включают в электросеть и выводят на заданный температурный режим.

Для контроля температуры в диапазоне до плюс 300 °С используют термометр лабораторный электронный ЛТ-300, для контроля температуры свыше плюс 300 °С используют преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО.

Измерительные приборы прогреваются в течение времени, указанного в руководстве по эксплуатации (далее РЭ). Проверяют ТЭДС помех в измерительной линии поверочной установки, которая не должна превышать 2 мкВ.

8.2.3 У поверяемых термопреобразователей, имеющих длину монтажной части менее 100 мм, к свободным концам, соблюдая полярность, подсоединяют удлиняющие провода (обязательно учитывать тип ЧЭ) путем плотной скруткой. Свободные концы удлинительных проводов скручивают с медными проводами, места скрутки помещают в стеклянные пробирки, пробирки помещают в сосуд Дьюара заполненный льдо-водяной смесью или водой комнатной температуры.

8.2.4 Контроль температуры в сосуде Дьюара осуществляют с помощью ртутного стеклянного термометра. Глубина погружения стеклянных пробирок должна быть не менее 120 мм, расстояние между пробирками - не менее 10 мм. Свободные концы медных проводов подключают к измерительному прибору, обязательно соблюдая полярность.

8.2.5 Термопреобразователи с глубиной погружения менее 250 мм погружают в рабочее пространство термостата или печи на максимальную глубину, для модификаций ТЕ-4,68,**,** и ТЕ-4,69,**,** возможно погружение вместе с измерительным кабелем, если кабель может выдержать максимально допустимую температуру диапазона измерений.

8.2.6 Если в качестве эталонного средство измерения температуры (далее эталонное СИ), используют преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО, то его обязательно помещают в защитную кварцевую пробирку и устанавливают рядом с поверяемым ТП на такую же глубину.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

9.1.1 Проверку электрического сопротивления изоляции термопреобразователей проводят перед проведением операций 8.1.5.

9.1.2 Перед проверкой необходимо закоротить выводы термопреобразователей. Выводы мегаомметра подключить к металлической части защитной арматуры и к закороченным выводам термопреобразователей. Электрическое сопротивление изоляции должно быть не менее 100 МОм при температуре (25 ± 10) °С и относительной влажности не более 80 %.

9.1.3 Термопреобразователи считаются выдержавшим испытания, если электрическое сопротивление изоляции соответствует указанным требованиям.

9.1.4 Результаты измерений вносят в протокол поверки.

9.2 Проверка нестабильности

9.2.1 Проверку нестабильности термопреобразователей с термопарами всех типов проводят только при первичной поверке при максимальной температуре длительного применения, установленной в НД на поверяемые термопреобразователи.

9.2.2 Проверку нестабильности термопреобразователей проводят путем определения значения ТЭДС до и после двухчасового выдерживания в термостате (калибраторе) при максимальном значении диапазона измерений температуры, порядок проведения измерений по п.9.3.5.1.

9.2.3 Изменение значений ТЭДС поверяемых термопреобразователей до и после выдерживания при максимальном значении температуры не должно превышать 0,5 значений допускаемых отклонений, приведенных в ГОСТ Р 8.585-2001 Приложение В.

9.2.4 Полученные значения ТЭДС термопреобразователей после выдерживания в течение 2 ч можно защитить, как первое поверочное значение ТЭДС при проверке.

9.3 Определение ТЭДС при заданных значениях температуры.

9.3.1 НСХ преобразования поверяемых термопреобразователей должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования».

9.3.2 При проверке этого требования определяют ТЭДС термопреобразователей при нескольких заданных значениях температуры. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ соответствующего типа термопреобразователей при тех же значениях температуры.

9.3.3 Электрическая схема подключения термопреобразователей к поверочной установке при методе прямых измерений приведена в приложении А.

9.3.4 ТЭДС термопреобразователей определяют при трех значениях температуры в пределах рабочего диапазона измерений. Рекомендованные значения температуры приведены в таблице 4.

Таблица 4

Тип термопары (буквенное обозначение НСХ)	Диапазон измерений температуры, °С	Задание температура при проверке, °С
J, K, N, T, E, J	от -40 до +200	-40, (0, +50)*, +100, +200
J, K, N, T, E, J	от -40 до +400 (+350)	-40, (0, +50)*, +100, +300
S, R	от 0 до +400	(0)*, +100, (+200)*, +300, +400

*-в обоснованных Заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС термопреобразователей при значениях температуры, указанных в скобках

9.3.5 ТЭДС термопреобразователей при заданных значениях температуры определяют в следующей последовательности:

9.3.5.1 Устанавливают термопреобразователь и эталонное СИ в рабочее пространство поверочной установки на одинаковую глубину при максимальном заданном значении температуры. Подключают поверяемый термопреобразователь и эталонное СИ к вторичному измерительному прибору, обязательно соблюдая полярность.

9.3.5.2 После стабилизации температуры в рабочем пространстве поверочной установки, осуществляют цикл измерений непрерывным отсчетом показаний эталонного СИ и поверяемого термопреобразователя. Одновременно фиксируют показания ртутного стеклянного термометра, расположенного в сосуде Дьюара.

Интервалы времени между отсчетами показаний во всем измерительном цикле должны быть примерно одинаковыми.

9.3.5.3 В выше указанной последовательности проводят измерения при других значениях температуры, от более высокого значения к более низкому.

10. ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Обработку результатов измерений ТЭДС при поверке термопреобразователей проводят в соответствии с требованиями ГОСТ 8.338-2002 раздел 10.

10.2 Результаты измерений вносят в протокол поверки. Протокол оформляется в произвольной форме и выдается только по предварительно обоснованному заявлению владельца термопреобразователей, представляющего их на поверку. Пример формы протокола поверки приведена в ГОСТ 8.338-2002 приложении Д.

10.3 При получении отрицательных результатов поверки хотя бы по одному пункту таблицы 2 термопреобразователь бракуется.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

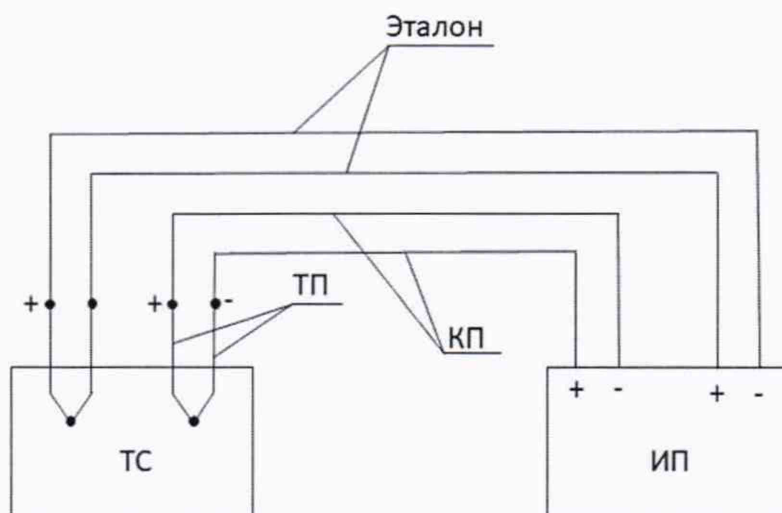
11.1 Полученные результаты поверки термопреобразователей заносятся в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При положительных результатах поверки по заявлению Заказчика выдается свидетельство о поверке установленной формы на территории РФ. Конструкция термопреобразователей не предусматривает нанесения знака поверки на корпус прибора, поэтому знак поверки наносится в виде оттиска поверительного клейма на свидетельство о поверке в случае его оформления или в паспорт на термопреобразователь в раздел 7.

11.3 При отрицательных результатах поверки, термопреобразователь к выпуску в обращение и к применению не допускается. Оттиск клейма о предыдущей поверке в паспорте на прибор гасится и выдается извещение о непригодности к дальнейшему применению с указанием причины непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Электрическая схема подключения термопреобразователей к поверочной установке при методе прямых измерений



ТС – термостат/калибратор

ТП – поверяемый термопреобразователь

КП – компенсационные провода при их наличии

ИП – измерительный прибор с функцией компенсации холодных концов

Рисунок А.1 – Электрическая схема подключения термопреобразователей к поверочной установке при методе прямых измерений