

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

СОГЛАСОВАНО



Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи термоэлектрические НТ

Методика поверки

МП 2411 - 0215 - 2026

Руководитель отделения
температурных и теплофизических измерений
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

В. М. Фуксов В.М. Фуксов

Санкт-Петербург
2026

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи термоэлектрические НТ (далее – термопреобразователи), изготавливаемые корпорацией «Delta Controls Corporation», США, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость термопреобразователей к Государственным первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С - ГЭТ 34-2020 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, ч. 2, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.01.2026 г. № 147.

1.3 Метод поверки основан на непосредственном сличении показаний термопреобразователей с показаниями СИ, применяемыми в качестве эталонов.

1.4 Проведение поверки в сокращенном объеме настоящей методикой не предусмотрено.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1.

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки при подготовке к поверке	Да	Да	8.1
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9
Проверка электрического сопротивления изоляции	Да	Да	9.1
Проверка нестабильности	Да	нет	9.2
Определение отклонений значений ТЭДС от НСХ, указанной в ГОСТ Р 8.585-2001, при заданных значениях температуры	Да	Да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9.4

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 до +35
- относительная влажность, %, не более 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

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

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

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют средства измерений, указанные в таблице 2

Таблица 2

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 от +15 °С до +35 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с погрешностью не более 3 % Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Термогигрометр Testo 622, регистрационный № 44744-10, диапазон измерений температуры от +15 °С до +35 °С с абсолютной погрешностью не более ±1 °С; диапазон измерений относительной влажности воздуха от 45 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±2 %; диапазон измерений атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа, с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа
п.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 электроустановок SE MultiTester MI 2094, регистрационный № 36055-07
п.9.2 Проверка нестабильности	Вторичный измерительный прибор для измерений ТЭДС рабочих термопреобразователей, рабочий эталон 3-го разряда по ГПС (п.1.2 настоящей методики) с верхним пределом измерений напряжения не ниже 100 мВ с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более ±0,05 °С; Термостаты и/или калибраторы температуры в диапазоне измерений температуры от -40 °С и +400 °С с абсолютной погрешностью не более ±0,6 °С	Измерители температуры многоканальные прецизионные МИТ 8 модификация МИТ 8.15, регистрационный № 19736-11; Высокотемпературный излучатель «черное тело» АЧТ 30/900/2500, диапазон температуры от +900 °С до +2500 °С;
п. 9.3 Определение отклонений значений ТЭДС от НСХ, указанной в ГОСТ Р 8.585-2001, при заданных значениях температуры	Эталон единицы измерений температуры и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по ГПС (п.1.2 настоящей методики) в диапазоне температуры от 0 °С до +1800 °С	Термометр сопротивления эталонный ЭТС-100М 3-го разряда, регистрационный номер 70903-18, диапазон измерений выше 0 °С; Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, регистрационный № 45379-10; Термометры ртутные стеклянные лабораторные ГЛ-4, регистрационный № 303-91; Измерители температуры многока-

<p>Операции поверки, требующие применение средств поверки</p>	<p>Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки</p>	<p>Перечень рекомендуемых средств поверки</p> <p>нальные прецизионные МИТ 8 модификация МИТ 8.15, регистрационный № 19736-11;</p> <p>Преобразователи термоэлектрические платинородий-платиновые эталонные ППО, регистрационный № 1442-00;</p> <p>Термостаты переливные прецизионные ТПП, модификации ТПП-1.0, ТПП-1.3, рег. № 33744-07;</p> <p>Калибраторы температуры серии ТР, модификация ТР17450, регистрационный № 49388-12;</p> <p>Печь высокотемпературная лабораторная, диапазон температуры от +300 °С до +1200 °С, градиент температуры в рабочей зоне не более 1 °С/см;</p> <p>Высокотемпературный излучатель «черное тело» АЧТ 30/900/2500, диапазон температуры от +900 °С до +2500 °С;</p> <p>сосуд Дьюара с водо-ледяной смесью</p>
---	---	--

5.2 Допускается применение средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы температуры 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 в Федеральном информационном фонде обеспечения единства измерений (ФИФ ОЕИ).

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» (⊥) 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 поступивший на поверку термопреобразователь подвергается внешнему осмотру. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие 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, названия 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 платиноводородный-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 поступивших на поверку термопреобразователей, имеющих длину монтажной части менее 100 мм, к свободным концам, соблюдая полярность, подсоединяют удлиняющие провода (обязательно учитывать тип ЧЭ) путем плотной скрутки. 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.

8.2.6 Если в качестве эталона температуры (далее - эталон), используют преобразователь термоэлектрический платинородий-платиновый эталонный ППО, то его обязательно помещают в защитную кварцевую пробирку и устанавливают рядом с поверяемым термопреобразователем на такую же глубину.

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

9.1 Проверка электрического сопротивления изоляции

9.1.1 Проверку электрического сопротивления изоляции термопреобразователей проводят перед проведением операций 8.2.5.

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 выше 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 воспроизводящем температуру СИ при максимальном значении диапазона измерений температуры, порядок проведения измерений по п.9.3.4.1.

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

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

9.3 Определение отклонений значений ТЭДС от НСХ, указанной в ГОСТ Р 8.585-2001, при заданных значениях температуры

9.3.1 Определяют ТЭДС термопреобразователей при нескольких заданных значениях температуры. Полученные результаты измерений сравнивают с данными НСХ соответствующего типа термопреобразователей при тех же значениях температуры, указанными в ГОСТ Р 8.585-2001 «ГСИ. Термопары. Номинальные статические характеристики преобразования».

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

9.3.3 ТЭДС термопреобразователей определяют при трех значениях температуры в пределах рабочего диапазона измерений. Рекомендованные значения температуры приведены в таблице 3.

Таблица 3

Тип термопары (буквенное обозначение НСХ)	Диапазон измерений температуры, °С	Задание температура при поверке, °С
S, R	от 0 до +1600	(0)*, +100, (+500)*, +1000, +1600
B	от 600 до +1800	(+600)*, +800, +1200, +1800
*- в обоснованных Заказчиком случаях дополнительно определяют ТЭДС термопреобразователей при значениях температуры, указанных в скобках		

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

9.3.4.1 Устанавливают термопреобразователь и эталон (термометр ЛТ-300 или преобразователь ППО) в рабочее пространство воспроизводящего температуру СИ (таблица 2 настоящей методики) на одинаковую глубину при максимальном заданном значении температуры. Подключают поверяемый термопреобразователь и эталон к вторичному измерительному прибору, обязательно соблюдая полярность.

9.3.4.2 После стабилизации температуры в рабочем пространстве воспроизводящем температуру СИ, осуществляют цикл измерений непрерывным отсчетом показаний эталона 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.

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

9.3.4.4 Результаты определения отклонений измеренных значений ТЭДС поверяемых термопреобразователей от НСХ считают положительными, если значения находятся в пределах, указанных в Приложении В.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.4.1 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик термопреобразователей метрологическим требованиям используют значения отклонений ТЭДС от НСХ, определенные в соответствии с пунктами 9.3-9.3.4.4.

9.4.2 Критерием подтверждения соответствия считают выполнение требований к метрологическим характеристикам термопреобразователей, установленным в Приложении В.

9.4.3 Если значения отклонений ТЭДС от НСХ во всех контрольных точках температуры, определенные в соответствии с пунктами 9.3-9.3.4.4, удовлетворяют требованию пунктов 9.4.1 и 9.4.2, выполнены требования разделов 4, 7 и 8 настоящей методики, то принимают решение о соответствии термопреобразователей метрологическим требованиям, результаты поверки признают положительными.

9.4.4 Если хотя бы одно из значений погрешности измерений, полученные в соответствии с пунктами 9.3-9.3.4.4, не удовлетворяют требованиям пунктов 9.4.1 и 9.4.2 и/или требования разделов 4, 7 и 8 настоящей методики не выполнены, то принимают решение о несоответствии термопреобразователей метрологическим требованиям. Выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

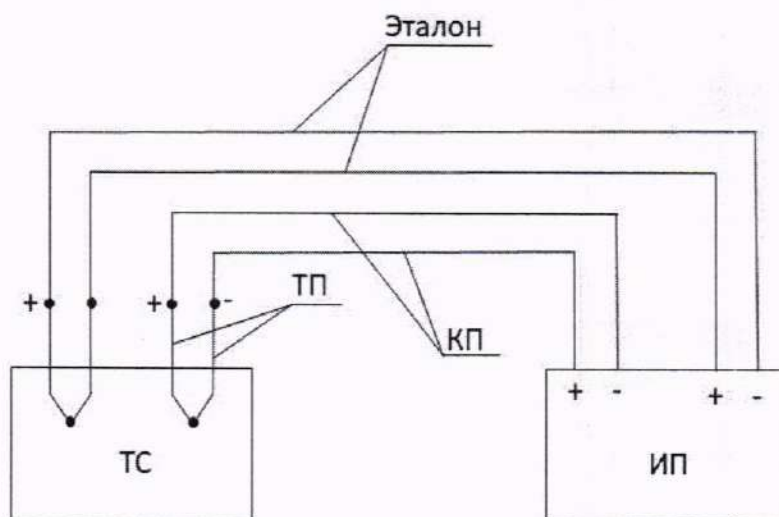
Результаты поверки публикуются в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

По заявлению владельца термопреобразователей 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).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Электрическая схема подключения термопреобразователей к поверочной установке при непосредственном сличении с эталоном



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

Стандартное расположение в термопреобразователях моделей НТХ, НТС, НТВ:

Т/С 1: Блок термопары Т/С 1 обычно тип “R”, “S” или “B” платино-родиевая.

Т/С 2: Блок термопары Т/С 2 такая же, как и термопара Т/С 1.

Т/С 3: Блок термопары Т/С 3 поставляется как опция в некоторых моделях.

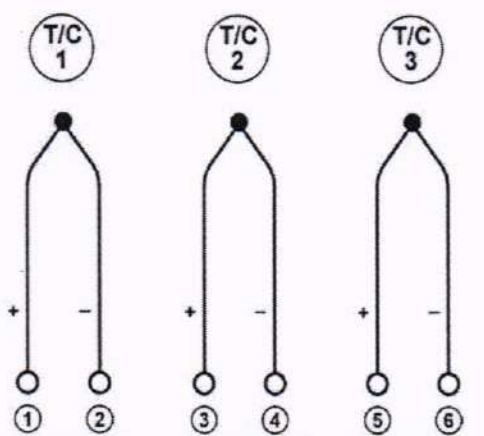


РИСУНОК А2 - СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ

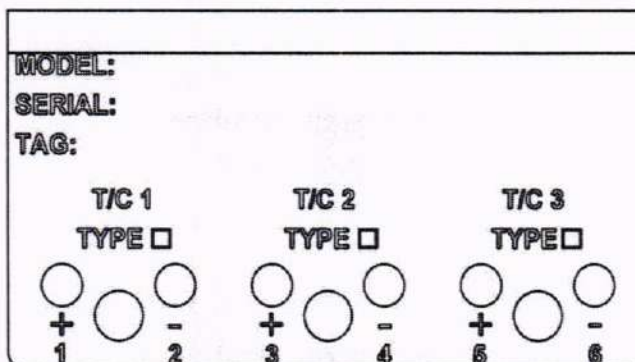


РИСУНОК А3 - СХЕМА КЛЕММНОЙ КОЛОДКИ

ПРОТОКОЛ №
периодической поверки

Термопреобразователь _____ № _____,
представленный _____.

Место проведения поверки _____

Метод поверки: МП 2411-0215-2026 «Преобразователи термоэлектрические НТ». Методика поверки».

Значения влияющих факторов:

Температура окружающей среды __ °С

Относительная влажность __ %

Атмосферное давление __ кПа

Поверка проведена с применением эталонов:

Результаты внешнего осмотра: _____

Сопротивление изоляции: _____

Таблицы результатов поверки:

Таблица 1

<i>Значение температуры, °С</i>	<i>Значения ТЭДС ТП типа R по ГОСТ Р 8.585-2001, мВ</i>	<i>ТЭДС_{изм}, мВ</i>	<i>T_{изм}, °С</i>	<i>Δ, °С</i>
0	0,000			
100	0,647			
500	4,471			
1000	10,506			
1600	18,849			

Таблица 2

<i>Значение температуры, °С</i>	<i>Значения ТЭДС ТП типа S по ГОСТ Р 8.585-2001, мВ</i>	<i>ТЭДС_{изм}, мВ</i>	<i>T_{изм}, °С</i>	<i>Δ, °С</i>
0	0,000			
100	0,646			
500	4,233			
1000	9,587			
1600	16,777			

Таблица 3

<i>Значение температуры, °С</i>	<i>Значения ТЭДС ТП типа В по ГОСТ Р 8.585-2001, мВ</i>	<i>ТЭДС_{изм}, мВ</i>	<i>T_{изм}, °С</i>	<i>Δ, °С</i>
600	1,792			
800	3,154			
1200	6,786			
1800	13,591			

Вывод: Преобразователь термоэлектрический НТ, модель _____, зав. № _____ на основании результатов первичной (периодической) поверки признан _____
(годен/не годен, в случае непригодности к применению указать причину)

Должность, подпись, И. О. Фамилия лица,
проводившего поверку _____

Дата проведения поверки « ___ » _____ 202_ г.

Таблица В.1 — Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Тип термопары по ГОСТ Р 8.585-2001	R, S, B
Класс по ГОСТ 6616-94	для типов R, S - классы 1, 2 для типа B - классы 2, 3
Диапазон измерений температуры, °С тип R, S тип B	от 0 до +1600 от +600 до +1800
Пределы допускаемых отклонений значений ТЭДС от НСХ (ГОСТ Р 8.585-2001) в темпера- турном эквиваленте, °С тип R, S класс 1 в диапазоне от 0 °С до 1100 °С св. 1100 °С до 1600 °С тип R, S класс 2 от 0 °С до 600 °С св. 600 °С до 1600 °С тип B класс 2 от 600 °С до 1800 °С тип B класс 3 от 600 °С до 800 °С св. 800 °С до 1800 °С	±1,0 ±(1,0 + 0,003·(t-1100)) ±1,5 ±0,025·t ±0,025·t ±4,0 ±0,005·t