

СОГЛАСОВАНО

Главный метролог

ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



В.А. Лапшинов

«15» сентября 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи измерительные НПТ-2Ц

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-927-2025

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные НПТ-2Ц (далее по тексту – преобразователи) и устанавливает методику первичной и периодической поверок прямым методом.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в приложении А.

1.3 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к:

ГЭТ 13-2023 приказом Росстандарта от 28 июля 2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

ГЭТ 4-91 приказом Росстандарта от 01 октября 2018 г. № 2091 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от 1×10^{-16} до 100 А»;

ГЭТ 14-2014 приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»

1.4 Допускается проведение поверки преобразователей для меньшего числа измеряемых величин или для настраиваемого диапазона преобразования (далее – поверка в сокращенном объеме) на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке и отражением в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки.

Наименование операции	Обязательность выполнения операций при		Номер пункта методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10
Оформление результатов поверки	Да	Да	11
Примечание – При получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции поверка прекращается, средство измерений бракуется.			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие нормальные условия измерений:

- температура окружающей среды, °С	от +15 до +25
- относительная влажность окружающей среды, %	от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,0
мм рт.ст.	от 630 до 800

3.2 При проведении поверки должны отсутствовать вибрации, тряски, удары, влияющие на работу средства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте, и изучившие эксплуатационную документацию на поверяемое средство измерений и средства поверки и вспомогательное оборудование, применяемые при поверке.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Сведения о средствах поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
Основные средства поверки		
п.8.1 Контроль условий поверки	Средство измерения температуры окружающей среды от +15 °С до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С; Средство измерений относительной влажности окружающей среды от 30 % до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %; Средство измерений атмосферного давления от 84,0 до 106,0 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	Измеритель влажности, температуры и давления ИВТМ-7 М 5Д, рег.№ 71394-18
п. 8.3 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Источник питания постоянного тока, максимальное напряжение постоянного тока на выходе 42 В, предел допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,005 \cdot U + 2 \text{ е.м.р.})$ В, где U – установленное значение напряжения постоянного тока на выходе, е.м.р. – единица младшего разряда	Источник питания постоянного тока GPR-76030D, рег.№ 55898-13

Окончание таблицы 3

1	2	3
<p>п.10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям</p>	<p>Средство воспроизведения напряжения постоянного тока не ниже 3 разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023 в диапазоне от -10 мВ до 100 мВ, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot U + 3)$ мкВ</p>	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000, рег. № 85582-22</p>
	<p>Средство воспроизведения сопротивления постоянного тока 4 разряда (или выше) в соответствии с приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019, в диапазоне от 6,9 Ом до 6000 Ом, класс точности $0,05/2,5 \cdot 10^{-5}$</p>	<p>Магазин сопротивления Р4830/1, зав.№ 8594, рег.№ 4614-74</p>
	<p>Средство измерений силы постоянного тока 1-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018 в диапазоне от 4 мА до 20 мА</p>	<p>Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000, рег. № 85582-22</p>
		<p>Мультиметр 3458А, рег. № 25900-03</p>
<p>Вспомогательное оборудование</p>		
<p>Пульт программирования ППП-2</p>		
<p>Примечания – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p>		

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении, проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на предприятии;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого преобразователя, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84 и «Правилами устройства электроустановок» (раздел VII).

7 Внешний осмотр

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие преобразователя следующим требованиям:

- соответствие описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- комплектность преобразователя соответствует требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики, а также препятствующие проведению поверки;

- информация на маркировочной табличке соответствует требованиям эксплуатационной документации;

7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если при проведении внешнего осмотра выполняются требования, изложенные выше. При несоответствии преобразователя любому из требований п. 7.2 результат внешнего осмотра считают отрицательным.

8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)

8.1 Средства поверки и преобразователь подготавливают к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- средства измерений и эталоны должны быть выдержаны не менее двух часов в помещении, где проводится поверка.

8.3 Опробование

8.3.1 Собрать одну из схем, приведенных в приложении Б, в соответствии с настроенным диапазоном преобразования, указанным в паспорте на изделие.

8.3.2 Включить преобразователь, подав на него напряжение питания 24 В от источника питания, и выдержать преобразователь в течение 15 минут.

8.3.3 При помощи пульта программирования ПП-2 (далее – пульт ПП-2) проверить установленный режим измерений согласно РЭ, определив тип и диапазон преобразования.

8.3.4 Подключить калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000 (далее – калибратор) в соответствии с приложением Б для соответствующего типа входного сигнала.

8.3.5 Задать значение сигнала, соответствующего 50% настроенного диапазона преобразования.

Примечание – Температура свободных концов должна быть в режиме off.

8.3.6 Измерить выходной сигнал тока. Значение должно находиться в диапазоне от 11,968 мА до 12,032 мА.

8.3.7 Результат опробования считать положительным, если значение выходного тока находится в диапазоне, указанном в п. 8.3.6.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) не предусмотрена. Программное обеспечение является встроенным и установлено в энергонезависимую память преобразователей при их изготовлении. ПО не может быть модифицировано внутри преобразователя или прочитано, изменено и загружено в преобразователь через какой-либо интерфейс потребителем. Определить номер версии прошивки невозможно в виду того, что преобразователи не имеют коммуникационных интерфейсов и дисплея.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала от термопреобразователей сопротивления (ТС)

10.1.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала от ТС проводить в пяти контрольных точках, равномерно распределенных в диапазоне преобразования, для всех типов НСХ при максимальном и минимальном диапазоне номинального сопротивления ТС (R_0 , Ом), при максимальном диапазоне и при минимальной ширине диапазона преобразования с целью проверки максимального и минимального значений электрического сопротивления постоянного тока входного сигнала.

10.1.2 Подключить к преобразователю калибратор в соответствии со схемой, приведенной в приложении Б рисунок Б1.

10.1.3 Подключить пульт ПП-2 и перейти в режим «Настройка» в соответствии с руководством по эксплуатации (пункт Д4 приложение Д).

10.1.4 Установить параметры для проверки первого типа НСХ Pt40 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) (пункт Д5 приложение Д руководства по эксплуатации) для максимального диапазона преобразования.

10.1.5 Выйти из режима «Настройка» и перейти в режим «Измерение».

10.1.6 С помощью калибратора задать значение первой контрольной точки и зафиксировать калибратором значение выходного тока.

10.1.7 Повторить пункт 10.1.6 для всех контрольных точек в максимальном диапазоне преобразования. Пример оформления полученных данных представлен в таблице 4.

Таблица 4 – Форма заполнения данных с максимальным диапазоном преобразования при измерении сопротивления от ТС

Тип НСХ (входной сигнал)	Контрольная точка ($t_z, \text{ } ^\circ\text{C}$)	Заданное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение тока ($I_{\text{вых}}, \text{ мА}$)	Рассчитанное значение температуры ($t_p, \text{ } ^\circ\text{C}$)	Рассчитанная основная приведенная погрешность ($\gamma, \%$)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %
1	2	3	4	5	6	7
Pt40 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-200					±0,2
	+60					
	+325					
	+585					
	+850					

10.1.8 Установить параметры для проверки типа НСХ Pt40 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) (пункт Д5 приложение Д руководства по эксплуатации) с минимальной шириной диапазона преобразования от минимальной границы диапазона преобразования (например, от $-200 \text{ } ^\circ\text{C}$ до $-100 \text{ } ^\circ\text{C}$).

Таблица 5 – Форма заполнения данных с минимальной шириной диапазона преобразования при измерении сопротивления от ТС

Тип НСХ (входной сигнал)	Контрольная точка ($t_z, \text{ } ^\circ\text{C}$)	Заданное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение тока ($I_{\text{вых}}, \text{ мА}$)	Рассчитанное значение температуры ($t_p, \text{ } ^\circ\text{C}$)	Рассчитанная основная приведенная погрешность ($\gamma, \%$)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %
1	2	3	4	5	6	7
Pt40 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-200					±0,2
	-175					
	-150					
	-125					
	-100					

10.1.9 Рассчитать основную приведенную погрешность преобразования для первого типа НСХ Pt40 ($\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) для полученных значений с максимальным диапазоном преобразования и с минимальной шириной диапазона преобразования, используя формулы 1 и 2:

$$\gamma = \frac{t_p - t_3}{t_{\max} - t_{\min}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

где t_3 – заданное значение температуры калибратором, $^\circ\text{C}$;

t_p – значение температуры, соответствующее измеренному аналоговому выходному сигналу, рассчитываемое по формуле 2, $^\circ\text{C}$;

t_{\min}, t_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона преобразования, $^\circ\text{C}$.

$$t_p = \frac{I_{\text{вых}} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot (t_{\max} - t_{\min}) + t_{\min} \quad (2)$$

где $I_{\text{вых}}$ – измеренное значение выходного тока, соответствующее измеряемой температуре, мА;

I_{\min}, I_{\max} – нижний и верхний пределы диапазона выходного тока, мА;

t_{\max}, t_{\min} – нижний и верхний пределы диапазона преобразования, $^\circ\text{C}$.

10.1.10 Повторить операции п.10.1.4 – 10.1.9 для типа НСХ Pt1500 с температурным коэффициентом $\alpha = 0,00385 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

10.1.11 Повторить операции п.10.1.4 – 10.1.9 для платиновых типов НСХ с температурным коэффициентом $\alpha = 0,00391 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$: 40П и 1500П.

10.1.12 Повторить операции п.10.1.4 – 10.1.9 для медных типов НСХ с температурным коэффициентом $\alpha = 0,00426 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$: 40М и 1500М.

10.1.13 Повторить операции п.10.1.4 – 10.1.9 для медных типов НСХ с температурным коэффициентом $\alpha = 0,00428 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$: 40М и 1500М.

10.1.14 Повторить операции п.10.1.4 – 10.1.9 для никелевых типов НСХ с температурным коэффициентом $\alpha = 0,00617 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$: 40Н и 1500Н.

10.2 Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала от термоэлектрических преобразователей (ТП)

10.2.1 Определение основной приведенной погрешности преобразования проводить в пяти контрольных точках, равномерно распределенных в диапазоне преобразования, для всех типов НСХ ТП согласно таблице А3 приложения А.

10.2.2 Подключить к преобразователю калибратор и мультиметр в соответствии со схемой, указанной в приложении Б рисунок Б2.

10.2.3 Подключить пульт ПП-2 и перейти в режим «Настройка» в соответствии с руководством по эксплуатации (пункт Д4 приложение Д).

10.2.4 Установить параметры для проверки первого типа НСХ (А-1 (ТВР)) (пункт Д5 приложение Д руководства по эксплуатации) с максимальным диапазоном преобразования. Отключить функцию компенсации температуры холодного спая (режим off).

Примечание – При отключении питания на преобразователь функция отключения/включения компенсации температуры свободных концов термопары сбрасывается и автоматически переходит режим включения (on).

10.2.5 Выйти из режима «Настройка» и перейти в режим «Измерение».

10.2.6 С помощью калибратора задать значение первой контрольной точки и зафиксировать мультиметром значение выходного тока.

10.2.7 Повторить пункт 10.2.6 для остальных контрольных точек в максимальном диапазоне преобразования. Пример оформления полученных данных представлен в таблице 6.

Таблица 6 – Форма заполнения данных с максимальным диапазоном преобразования при измерении термоэлектродвижущей силы от ТП

Тип НСХ (входной сигнал)	Контрольная точка (tз, °С)	Заданное значение напряжения, мВ	Измеренное значение тока (I _{вых} , мА)	Рассчитанное значение температуры (t _p , °С)	Рассчитанная основная приведенная погрешность (γ, %)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %
1	2	3	4	5	6	7
А-1 (ТВР)	0					±0,2
	+625					
	+1250					
	+1875					
	+2500					

10.2.8 Установить параметры для проверки типа НСХ (А-1 (ТВР)) (пункт Д5 приложение Д руководства по эксплуатации) с минимальной шириной диапазона преобразования от минимальной границы диапазона преобразования (например, от 0 °С до 200 °С).

Примечание – Функция компенсации температуры холодного спая должна быть отключена (режим off).

Таблица 7 – Форма заполнения данных с минимальной шириной диапазона преобразования при измерении термоэлектродвижущей силы от ТП

Тип НСХ (входной сигнал)	Контрольная точка (tз, °С)	Заданное значение напряжения, мВ	Измеренное значение тока (I _{вых} , мА)	Рассчитанное значение температуры (t _p , °С)	Рассчитанная основная приведенная погрешность (γ, %)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %
1	2	3	4	5	6	7
А-1 (ТВР)	0					±0,2
	+50					
	+100					
	+150					
	+200					

10.2.9 Рассчитать основную приведенную погрешность преобразования для первого типа НСХ (А-1 (ТВР)) для полученных значений с максимальным диапазоном преобразования и с минимальной шириной диапазона преобразования, используя формулы 1 и 2.

10.2.10 Повторить операции п.10.2.4 – 10.2.9 для всех остальных типов НСХ согласно таблице А3 приложения А: А-2 (ТВР), А-3 (ТВР), В (ТПР), Е (ТХКн), J (ТЖК), К (ТХА), L (ТХК), М (ТМК), N (ТНН), S (ТПП), R (ТПП), Т (ТМК).

Примечание – Рекомендуемая минимальная ширина диапазона преобразования при измерении термоэлектродвижущей силы от ТП: для А-2 (ТВР), А-3 (ТВР) от 0 °С до +200 °С, В (ТПР) от +600 °С до +800 °С; для Е (ТХКн), L (ТХК), М (ТМК), Т (ТМК) от -200 °С до 0 °С, К (ТХА), N (ТНН) от -250 °С до -50 °С; для S (ТПП), R (ТПП) от -50 °С до +150 °С; для J (ТЖК) от -180 °С до +20 °С.

10.3 Определение абсолютной погрешности компенсации температуры свободных концов ТП

10.3.1 Подключить к преобразователю калибратор и мультиметр в соответствии со схемой, указанной в приложении Б рисунок Б2

10.3.3 При помощи пульта ПП-2 перейти в режим «Настройка» в соответствии с руководством по эксплуатации (пункт Д4 приложение Д), изменить положение десятичной точки для отображения значений с десятыми долями и выбрать в пункте SEnS измерение температуры свободных концов ТП «сJc».

10.3.4 Выйти из режима «Настройка» и перейти в режим «Измерение». На экране пульта ПП-2 будет отображаться измеренное значение температуры свободных концов ТП ($T_{ск}$, °C).

10.3.5 Приложить чувствительный элемент эталонного термометра сопротивления ЛТ-300 ($T_{эт}$, °C) к 3-му входному контакту преобразователя для измерения температуры свободных концов ТП. Для обеспечения лучшего теплового контакта подключить к контакту небольшой одножильный медный провод диаметром 1-2 мм, и приложить эталонный термометр к нему.

10.3.6 Рассчитать абсолютную погрешность температуры свободных концов ТП ($\Delta_{ск}$, °C) по формуле 3:

$$\Delta_{ск} = T_{ск} - T_{эт} \quad (3)$$

где $T_{ск}$ – значение температуры свободных концов ТП, отображаемое на пульте ПП-2 °C;
 $T_{эт}$ – значение температуры, измеренное эталонным термометром сопротивления, °C.

10.4 Результат поверки считают положительным, если полученные погрешности по п.10 не превышают пределов, указанных в таблице А1 приложения А.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в произвольной форме. Пример форм для заполнения результатов поверки приведены в приложении В.

11.2 Сведения о результатах поверки преобразователей передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего их на поверку, положительные результаты поверки, оформляют записью в паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству, с обязательным указанием диапазона и типа НСХ поверенного при сокращенной поверке.

11.4 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, в случае отрицательных результатов поверки, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Ведущий инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

А.О. Семенов

Инженер по метрологии ЛОЕИ
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

А.Е. Нестер

Приложение А
(обязательное)
Метрологические характеристики

Таблица А1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Тип НСХ ТС/ТП, диапазоны преобразования	в таблице А2 и А3
Унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, мА	от 4 до 20
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования, вызванной изменением температуры окружающей среды в пределах условий эксплуатации на каждые 10 °С, %	$\pm 0,2$
<p>Примечания:</p> <p>1 Нормируемым значением для приведенной погрешности преобразования является разность между максимальным и минимальным значениями диапазона преобразования (ширина диапазона преобразования);</p> <p>2 Пределы допускаемой абсолютной погрешности компенсации температуры свободных концов ТП: $\pm 0,5$ °С.</p>	

Таблица А2 – Метрологические характеристики преобразователей при измерении сопротивления от ТС в эквиваленте температуры по ГОСТ 6651-2009

Обозначение типа ТС и температурный коэффициент ТС (α)	Диапазон установки номинального сопротивления ТС (R_0), Ом	Максимальный диапазон преобразования, °С	Минимальная ширина диапазона преобразования, °С
Pt ($\alpha = 0,00385$ °С ⁻¹)	от 40 до 1500	от -200 до +850	100
П ($\alpha = 0,00391$ °С ⁻¹)		от -200 до +850	
М ($\alpha = 0,00426$ °С ⁻¹)		от -50 до + 200	
М ($\alpha = 0,00428$ °С ⁻¹)		от -180 до +200	
Н ($\alpha = 0,00617$ °С ⁻¹)		от -60 до +180	

Таблица А3 – Метрологические характеристики преобразователей при измерении термоэлектродвижущей силы от ТП в эквиваленте температуры по ГОСТ Р 8.585-2001

Обозначение типа ТП	Максимальный диапазон преобразования, °С	Минимальная ширина диапазона преобразования, °С
А-1 (ТВР)	от 0 до +2500	200
А-2 (ТВР)	от 0 до +1800	
А-3 (ТВР)	от 0 до +1800	
В (ТПР)	от 600 до +1800	
Е (ТХКн)	от -200 до +1000	
Ж (ТЖК)	от -180 до +1200	
К (ТХА)	от -250 до +1372	
Л (ТХК)	от -200 до +800	
М (ТМК)	от -200 до +100	

Окончание таблицы А3

Обозначение типа ТП	Максимальный диапазон преобразования, °С	Минимальная ширина диапазона преобразования, °С
N (ТНН)	от -250 до +1300	
S (ТПП)	от -50 до +1768	
R (ТПП)	от -50 до +1768	
T (ТМК)	от -200 до +400	

Приложение Б Схема подключений

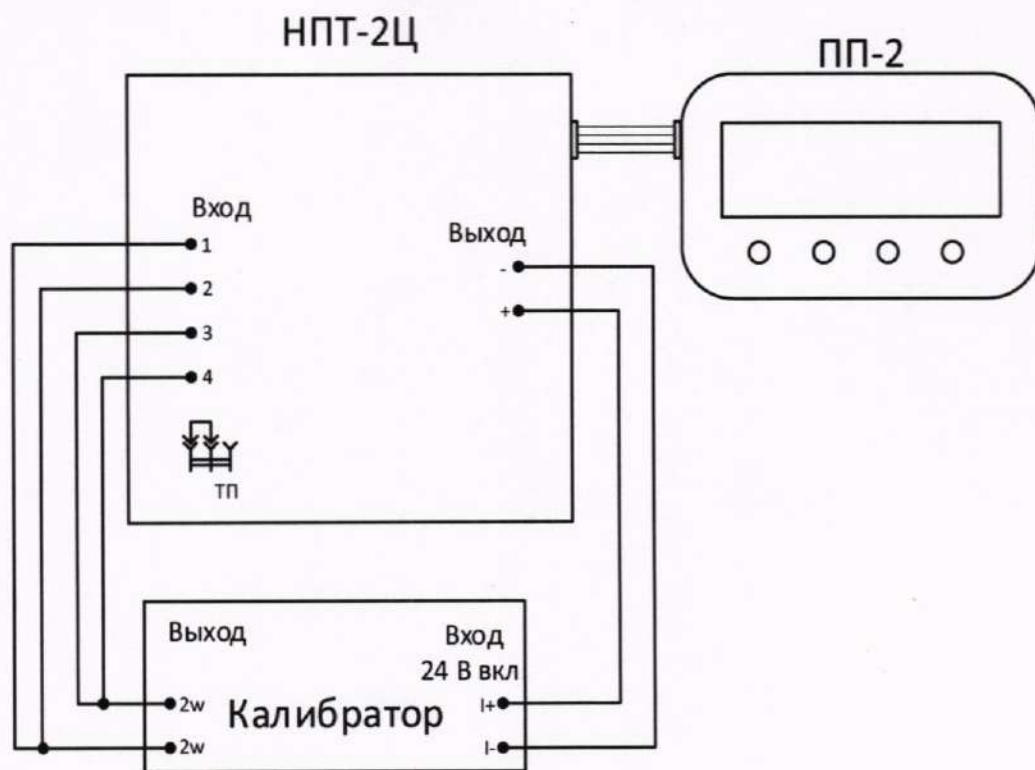


Рисунок Б1. Схема подключений при проверке преобразования входного сигнала от ТС

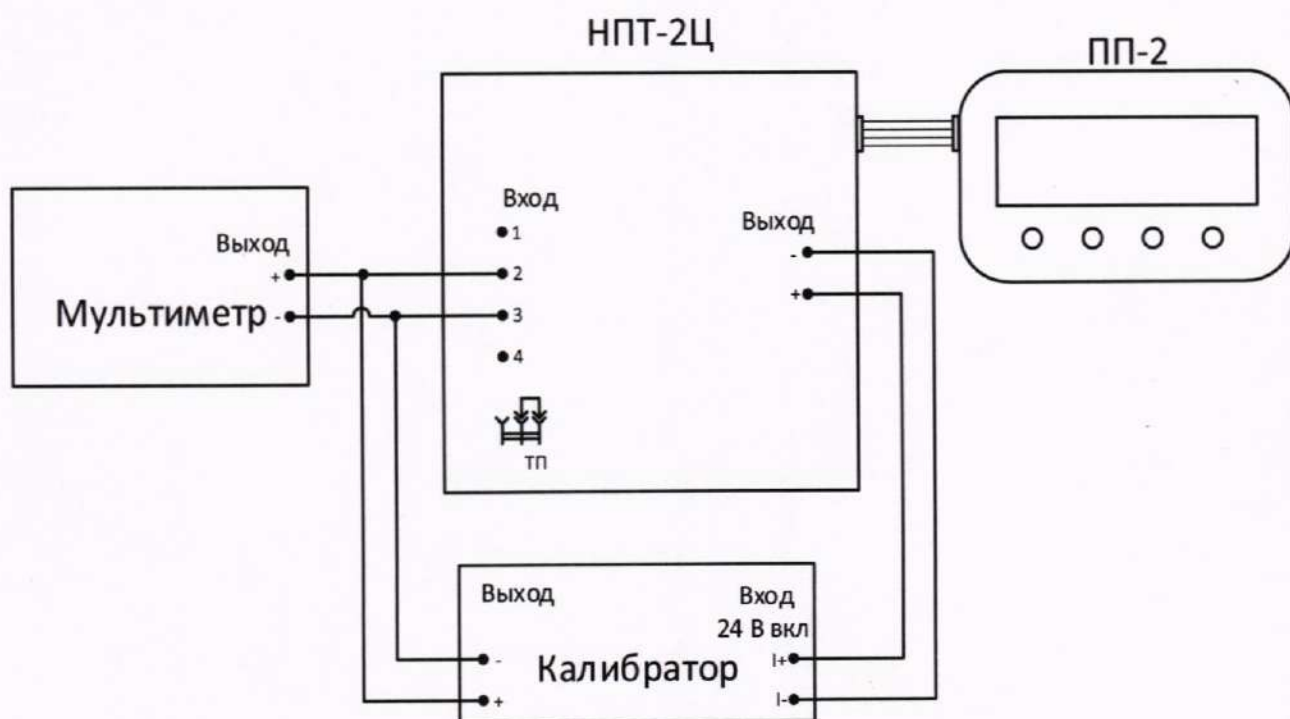


Рисунок Б2. Схема подключений при проверке преобразования входного сигнала от ТП

Приложение В

Форма результатов поверки при определении основной приведенной погрешности преобразования от термопреобразователей сопротивления (ТС) и термоэлектрических преобразователей (ТП)

Таблица В1 – Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала от термопреобразователей сопротивления (ТС)

Тип НСХ (входной сигнал от ТС)	Контрольная точка	Заданное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение тока (I _{вых} , мА)	Рассчитанное значение температуры (t _p , °C)	Рассчитанная основная приведенная погрешность (γ, %)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %	Результат
1	2	3	4	5	6	7	8
Pt40 (α = 0,0038 5 °C ⁻¹)	-200 °C	7,41				±0,2	
	63 °C	49,76					
	325 °C	88,37					
	588 °C	123,94					
	850 °C	156,19					
Pt40 (α = 0,0038 5 °C ⁻¹)	-200 °C	7,41				±0,2	
	-175 °C	11,69					
	-150 °C	15,89					
	-125 °C	20,02					
	-100 °C	24,1					
Pt1500 (α = 0,0038 5 °C ⁻¹)	-200 °C	277,8				±0,2	
	63 °C	1865,9					
	325 °C	3313,8					
	588 °C	4647,62					
	850 °C	5857,22					
Pt1500 (α = 0,0038 5 °C ⁻¹)	-200 °C	277,8				±0,2	
	-175 °C	438,29					
	-150 °C	595,85					
	-125 °C	750,9					
	-100 °C	903,84					
40П (α = 0,0039 1 °C ⁻¹)	-200 °C	6,9				±0,2	
	63 °C	49,91					
	325 °C	89,13					
	588 °C	125,27					
	850 °C	158,07					

Продолжение таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8
40П ($\alpha = 0,0039 \text{ } 1 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-200 °C	6,9				±0,2	
	-175 °C	11,25					
	-150 °C	15,51					
	-125 °C	19,71					
	-100 °C	23,86					
1500П ($\alpha = 0,0039 \text{ } 1 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-200 °C	258,67				±0,2	
	63 °C	1871,59					
	325 °C	3342,34					
	588 °C	4697,73					
1500П ($\alpha = 0,0039 \text{ } 1 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-200 °C	258,67				±0,2	
	-175 °C	421,73					
	-150 °C	581,78					
	-125 °C	739,27					
	-100 °C	894,59					
40М ($\alpha = 0,0042 \text{ } 6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-50 °C	31,48				±0,2	
	13 °C	42,2152					
	75 °C	52,78					
	138 °C	63,5152					
	200 °C	74,08					
40М ($\alpha = 0,0042 \text{ } 6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-50 °C	31,48				±0,2	
	-25 °C	35,74					
	0 °C	40					
	25 °C	44,26					
	50 °C	48,52					
1500М ($\alpha = 0,0042 \text{ } 6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-50 °C	1180,5				±0,2	
	13 °C	1583,07					
	75 °C	1979,25					
	138 °C	2381,82					
	200 °C	2778					
1500М ($\alpha = 0,0042 \text{ } 6 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-50 °C	1180,5				±0,2	
	-25 °C	1340,25					
	0 °C	1500					
	25 °C	1659,75					
	50 °C	1819,5					
40М ($\alpha = 0,0042 \text{ } 8 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-180 °C	8,21				±0,2	
	-85 °C	25,26					
	10 °C	41,71					
	105 °C	57,98					
	200 °C	74,24					

Окончание таблицы В1

1	2	3	4	5	6	7	8
40M ($\alpha = 0,0042 \text{ } 8 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-180 °C	8,21				±0,2	
	-155 °C	12,77					
	-130 °C	17,27					
	-105 °C	21,73					
	-80 °C	26,14					
1500M ($\alpha = 0,0042 \text{ } 8 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-180 °C	307,93				±0,2	
	-85 °C	947,32					
	10 °C	1564,2					
	105 °C	2174,1					
1500M ($\alpha = 0,0042 \text{ } 8 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-180 °C	307,93				±0,2	
	-155 °C	478,75					
	-130 °C	647,68					
	-105 °C	814,82					
	-80 °C	980,29					
40H ($\alpha = 0,0061 \text{ } 7 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-60 °C	27,78				±0,2	
	0 °C	40					
	60 °C	54,16					
	120 °C	70,38					
	180 °C	89,28					
40H ($\alpha = 0,0061 \text{ } 7 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-60 °C	27,78				±0,2	
	-35 °C	32,64					
	-10 °C	37,83					
	15 °C	43,36					
	40 °C	49,23					
1500H ($\alpha = 0,0061 \text{ } 7 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-60 °C	1041,81				±0,2	
	0 °C	1500					
	60 °C	2031,15					
	120 °C	2639,23					
	180 °C	3348,09					
1500H ($\alpha = 0,0061 \text{ } 7 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)	-60	1041,81				±0,2	
	-35	1223,86					
	-10	1418,57					
	15	1625,95					
	40	1845,99					

Таблица В2 – Определение основной приведенной погрешности преобразования входного сигнала от термоэлектрических преобразователей (ТП)

Тип НСХ (входной сигнал)	Контрольная точка (tз, °С)	Заданное значение напряжения, мВ	Измеренное значение тока (I _{вых} , мА)	Рассчитанное значение температуры (tр, °С)	Рассчитанная основная приведенная погрешность (γ, %)	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования, %	Результат
1	2	3	4	5	6	7	8
А-1 (ТВР)	0	0				±0,2	
	+625	10,027					
	+1250	19,875					
	+1875	27,843					
	+2500	33,639					
А-1 (ТВР)	0	0				±0,2	
	+50	0,636					
	+100	1,336					
	+150	2,086					
	+200	2,871					
А-2 (ТВР)	0	0				±0,2	
	450	7,139					
	900	14,697					
	1350	21,478					
	1800	27,232					
А-2 (ТВР)	0	0				±0,2	
	50	0,63					
	100	1,338					
	150	2,101					
	200	2,902					
А-3 (ТВР)	0 °С	0				±0,2	
	450	6,985					
	900	14,412					
	1350	21,1					
	1800	26,774					
А-3 (ТВР)	0	0				±0,2	
	50	0,625					
	100	1,319					
	150	2,063					
	200	2,842					
В (ТПР)	600	1,792				±0,2	
	900	3,957					
	1200	6,786					
	1500	10,099					
	1800	13,591					

Продолжение таблицы В2

1	2	3	4	5	6	7	8
В (ТПР)	600	1,792				±0,2	
	650	2,101					
	700	2,431					
	750	2,782					
	800	3,154					
Е (ТХКн)	-200	-8,825				±0,2	
	100	6,319					
	400	28,946					
	700	53,112					
	1000	76,373					
Е (ТХКн)	-200	-8,825				±0,2	
	-150	-7,279					
	-100	-5,237					
	-50	-2,787					
	0	0					
J (ТЖК)	-180	-7,403				±0,2	
	165	8,839					
	510	27,953					
	855	49,034					
	1200	69,553					
J (ТЖК)	-180	-7,403				±0,2	
	-130	-5,801					
	-80	-3,786					
	-30	-1,482					
	20	1,019					
К (ТХА)	-250	-6,404				±0,2	
	156	6,38					
	561	23,245					
	967	39,984					
	1372	54,886					
К (ТХА)	-250	-6,404				±0,2	
	-200	-5,891					
	-150	-4,913					
	-100	-3,554					
	-50	-1,889					
L (ТХК)	-200	-9,488				±0,2	
	50	3,307					
	300	22,843					
	550	44,709					
	800	66,466					

Продолжение таблицы В2

1	2	3	4	5	6	7	8
L (ТХК)	-200	-9,488				±0,2	
	-150	-7,831					
	-100	-5,641					
	-50	-3,005					
	0	0					
M (ТМК)	-200	-6,154				±0,2	
	-125	-4,455					
	-50	-2					
	25	1,097					
	100	4,722					
M (ТМК)	-200	-6,154				±0,2	
	-150	-5,111					
	-100	-3,715					
	-50	-2					
	0	0					
N (ТНН)	-250	-4,313				±0,2	
	138	3,927					
	525	17,707					
	913	32,878					
	1300	47,513					
N (ТНН)	-250	-4,313				±0,2	
	-200	-3,99					
	-150	-3,336					
	-100	-2,407					
	-50	-1,269					
S (ТШП)	-50	-0,236				±0,2	
	405	3,307					
	859	7,992					
	1314	13,329					
	1768	18,693					
S (ТШП)	-50	-0,236				±0,2	
	0	0					
	50	0,299					
	100	0,646					
	150	1,029					
R (ТШП)	-50	-0,226				±0,2	
	405	3,46					
	859	8,685					
	1314	14,826					
	1768	21,101					

Окончание таблицы В2

1	2	3	4	5	6	7	8
R (ТШП)	-50	-0,226				±0,2	
	0	0					
	50	0,296					
	100	0,647					
	150	1,041					
T (ТМК)	-200	-5,603				±0,2	
	-50	-1,819					
	100	4,279					
	250	12,013					
	400	20,872					
T (ТМК)	-200	-5,603				±0,2	
	-150	-4,648					
	-100	-3,379					
	-50	-1,819					
	0	0					