



Федеральное государственное
бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
институт метрологической службы»

119361, г. Москва, вн. тер. г. муниципальный
округ Очаково-Матвеевское, ул. Озерная, д. 46

Тел.: (495) 437 55 77
E-mail: Office@vniims.ru

Факс: (495) 437 56 66
www.vniims.ru

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»


А.Е. Коломин
М.П. «17» 10 2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи измерительные

ИП233

Методика поверки

МП 207-040-2023

г. Москва
2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр	6
7 Подготовка к поверке и опробование	7
8 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям	7
9 Оформление результатов поверки	10

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика предназначена для проведения первичной и периодической поверок преобразователей измерительных ИП233 (далее по тексту – ИП233 или преобразователи).

Настоящая методика устанавливает объем, условия поверки, методы и средства поверки и порядок оформления результатов поверки.

Методика распространяется на вновь изготавливаемые, выпускаемые из ремонта и находящиеся в эксплуатации преобразователи.

1.2 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в описании типа.

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод косвенных измерений для определения погрешности измерений сигналов от термопреобразователей сопротивления и термоэлектрических преобразователей и метод непосредственного сличения при определении погрешности компенсации холодного спая.

1.4 Поверяемые приборы должны иметь прослеживаемость к следующим Государственным первичным эталонам:

- Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления (ГЭТ 14-2014) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 №3456 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения (ГЭТ 13-23) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- Преобразователи модификации ИП233-М2 должны прослеживаться к одному из вышеуказанных Государственных первичных эталонов в зависимости от предустановленного типа НСХ;

- Преобразователи модификаций ИП233-М2 и ИП233-М4 также должны прослеживаться к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091.

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки преобразователей должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1. Внешний осмотр	Да	Да	6
2. Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	7
3. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям	Да	Да	8
4. Оформление результатов поверки	Да	Да	9
Примечания:			

Наименование операции	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1) при получении отрицательных результатов в процессе проведения той или иной операции, поверка прекращается;			
2) допускается возможность проведения поверки для меньшего числа поддиапазонов измерений с обязательным указанием объема проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.			

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки преобразователей должны соблюдаться условия, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Условия проведения поверки

Температура окружающего воздуха, °С	от +15 до +25
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства измерений и вспомогательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
Основные средства поверки		
7, 9	<p>Эталон единицы постоянного электрического напряжения 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520;</p> <p>Диапазон воспроизведения сигналов электрического напряжения постоянного тока: от -4 до 55 мВ (в зависимости от установленного на ИП233 типа НСХ и поддиапазона измерений);</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_{\text{ИП}}/\Delta_{\text{Эт}} = 3$, где: $\Delta_{\text{ИП}}$ и $\Delta_{\text{Эт}}$ – см. примечания.</p>	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
7,9	<p>Эталон единицы электрического сопротивления 4-го разряда (и выше) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456,</p> <p>Воспроизведение электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений от 1 до 300 Ом (в зависимости от установленного на ИП233 типа НСХ и поддиапазона измерений);</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности в температурном эквиваленте выбираются из соотношения: $\Delta_{\text{ИП}}/\Delta_{\text{Эт}} = 3$, где: $\Delta_{\text{ИП}}$ и $\Delta_{\text{Эт}}$ – см. примечания</p>	Мера электрического сопротивления многозначная MC3071 (Рег. № 66932-17) и др.

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Рекомендуемые типы средств поверки
	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091 Диапазон измерений силы постоянного тока: от 4 до 20 мА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) (регистрационный № 52489-13) и др.
	Источник питания постоянного тока Воспроизведение номинального напряжения 24 В, допускаемое отклонение от номинального значения напряжения $\pm 10\%$; Допускается использовать источник питания, совмещенный с эталонным измерителем силы постоянного тока.	Источник питания постоянного тока импульсный АКИП-1103 (Пер. №37469-08) и др.
Вспомогательные средства поверки (оборудование)		
3, 7	Измеритель комбинированный температуры и влажности окружающего воздуха. Диапазон измерения температуры окружающей среды: от $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$, ($\Delta = \pm 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (не более)); Диапазон измерений относительной влажности воздуха: от 30% до 80% , $\Delta = \pm 3\%$ (не более).	Приборы комбинированные Testo 608-H1, Testo 608-H2, Testo 610, Testo 622, Testo 623 (Регистрационный № 53505-13) и др.
3, 7	Измеритель атмосферного давления. Диапазон измерений атмосферного давления: от 86 кПа до 106,7 кПа, $\Delta = \pm 5\text{ гПа}$ (не более).	Измерители давления Testo 511 (Регистрационный № 53431-13) и др.
9	Средство измерений температуры Диапазон измерения температуры: от $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\Delta = \pm 0,05\text{ }^{\circ}\text{C}$	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (Пер. № 61806-15)
	Удлиняющие провода (при необходимости) ГОСТ 1790-77, ГОСТ 1791-67 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002)	-
	Сосуд Дьюара с льдо-водной смесью или нулевой термостат (при необходимости)	-
7, 8, 9	Персональный компьютер (кроме ИП233-M2), Операционная система Windows XP или выше. Наличие свободного USB-разъема	-
7, 8, 9	Адаптер USB/RS485 (кроме ИП233-M2)	-

П р и м е ч а н и я:

1. Эталоны единиц величин, используемые при поверке, должны быть аттестованы в установленном порядке; применяемые средства измерений должны быть поверены;
2. Допускается применение аналогичных средств поверки, разрешенных к применению в Российской Федерации, и обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью;
3. $\Delta_{\text{ип}}$ и $\Delta_{\text{эт}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности поверяемого ИП233 и эталона соответственно (для выбранного типа НСХ и поддиапазона измерений).

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При поверке преобразователей должны быть соблюдены требования безопасности ГОСТ 12.3.019, ГОСТ 22261, «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭУ)» (Приказ Минтруда РФ от 15.12.2020 г. № 903Н), а также меры безопасности, изложенные в документе КПЛШ.411531.126 ПС Паспорт.

6. Внешний осмотр

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- комплектность соответствует эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида преобразователей приведенному в описании типа;
- отсутствие механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих проведению поверки;
- наличие и четкость заводского номера и маркировки преобразователей.

7. Подготовка к поверке и опробование

7.1 Выдерживают преобразователи в условиях окружающей среды, указанных в таблице 2, не менее 2-х ч, в случае, если они находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в таблице 2.

7.2 Подготовить к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией.

7.3 ИП233 в зависимости от предустановленного типа НСХ подключить к калибратору многофункциональному и коммуникатору BEAMEX MC6 (-R) (далее – калибратор) или мере сопротивления многозначной (далее – магазин сопротивления) и источнику питания постоянного тока 24 В, преобразователи модификаций ИП233-RS и ИП233-RS-L подключить также к персональному компьютеру через адаптер USB/RS485.

7.4 Задают с калибратора или магазина сопротивлений значение напряжения или сопротивления (в зависимости от сконфигурированного типа НСХ), соответствующее середине рабочего диапазона измерений температуры поверяемого ИП233 или настраивают калибратор на режим имитации сигналов от термопреобразователей, выбирают нужный тип НСХ (в зависимости от сконфигурированного типа НСХ), задают значение температуры, соответствующее середине рабочего диапазона измерений температуры поверяемого ИП233. Для модификаций ИП233-M2, ИП233-M4 измеряют калибратором значение выходного сигнала оно должно быть в диапазоне $(12,0 \pm 1,0)$ мА. Для ИП233-RS. ИП233-RS-L производят считывание показаний цифрового сигнала по данным на персональном компьютере (для ИП233-RS-L считывание показаний также можно проводить по дисплею на корпусе), измеренное значение температуры должно быть в пределах ± 10 % от заданного значения.

7.5 Процедуру опробования допускается проводить совместно с определением метрологических характеристик преобразователей.

8. Проверка программного обеспечения

8.1 Информация о версии ПО преобразователей модификаций ИП233-M4 нанесена на этикетку на боковой поверхности преобразователей.

8.2 Информация о версии ПО преобразователей модификаций ИП233-RS и ИП233-RS-L отображается в разделе «Сведения о приборе» приложения «Конфигуратор ТПУ».

8.3 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если номер версии ПО соответствует сведениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные метрологически значимой части ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение (в зависимости от модификации)
-------------------------------------	---

	ИП233-М4	ИП233-RS, ИП233-RS-L
Идентификационное наименование ПО	IP233M4	IP233RS
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	1.00	1.00
Цифровой индикатор ПО	-	-

9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям

9.1 Определение допускаемой основной приведенной погрешности ИП233 проводится на пяти значениях измеряемой температуры (контрольных точках): на краях рабочего диапазона измерений, а также в точках 25 %, 50 %, 75 % рабочего диапазона измерений. В случае необходимости допускается выбирать иные точки диапазона, но не отличающиеся от рекомендуемых, более чем на 5 %.

Примечание: по требованию заказчика допускается также определять погрешность в дополнительных контрольных точках отличных от рекомендуемых, но лежащих внутри рабочего диапазона измерений.

9.2 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям при работе с термопреобразователями сопротивления.

9.2.1 Поверяемый ИП233 подключить к магазину сопротивления и источнику питания постоянного тока 24 В, преобразователи модификаций ИП233-RS и ИП233-RS-L подключить также к персональному компьютеру через адаптер USB/RS485.

9.2.2 На поверяемом ИП233 установить тип НСХ «100П» и диапазон измерений от минус 200 °С до плюс 500 °С в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ и поддиапазон измерений. При поверке ИП233-М2 предустановленный тип НСХ и поддиапазон измерения изменению не подлежит.

9.2.3 С магазина сопротивлений воспроизводят значение нормированного сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ 6651-2009 (МЭК 60751)).

9.2.4 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (для ИП233-М2 и ИП233-М4), дисплея ПК (для ИП233-RS и ИП233-RS-L).

9.2.5 Операции по п.п. 9.2.3-9.2.4 повторяют для остальных контрольных точек.

9.2.6 Рассчитывают значение измеряемой температуры t_i для ИП233-М2, ИП233-М4 исходя из величин $I_{\text{вых},i}$, по формуле (1):

$$t_i = \frac{(I_{\text{вых},i} - I_{\text{н}})}{(I_{\text{в}} - I_{\text{н}})} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{н}}) + t_{\text{н}} \quad (1),$$

где: $I_{\text{вых},i}$ – измеренное значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемой температуре t_i , мА;

$I_{\text{н}}, I_{\text{в}}$ – нижний и верхний пределы диапазона унифицированного выходного сигнала, мА;

$t_{\text{в}}, t_{\text{н}}$ – нижний и верхний пределы диапазона измерений температуры, °С.

Примечание: данный расчет допускается не проводить, если измеритель силы тока оснащен функцией «масштабирования», позволяющей получить искомую измеряемую величину напрямую.

9.2.7 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности для всех контрольных точек по формуле (2):

$$\gamma = \frac{(t_i - t_3)}{(t_B - t_H)} \cdot 100\% \quad (2),$$

где: t_i – значение температуры, измеренное поверяемым ИП233 и (или) рассчитанное по формуле (1), °С;

t_3 – значение температуры, заданное магазином сопротивления, °С;

t_B, t_H – верхний и нижний пределы диапазона измерений температуры (одного из поддиапазона измерений в соответствии с описанием типа, °С.

9.2.8 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в описании типа на преобразователи.

9.3 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям при работе с термоэлектрическими преобразователями.

9.3.1 Поверяемый ИП233 подключить к калибратору и источнику питания постоянного тока 24 В, преобразователи модификаций ИП233-RS и ИП233-RS-L подключить также к персональному компьютеру через адаптер USB/RS485. Для преобразователей модификации ИП233-M2 собрать схему в соответствии с Рисунком 1.

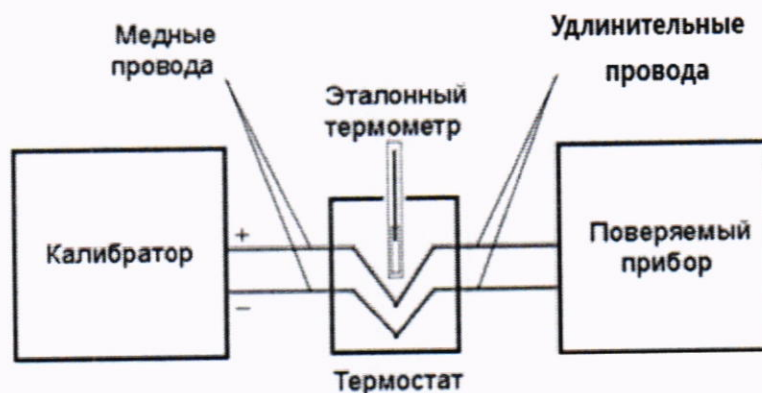


Рисунок 1 – Схема подключения

а) К поверяемому прибору подключают удлинительные (компенсационные) провода по ГОСТ 1790-2016 или ГОСТ 1791-2014 (в соответствии с требованиями по ГОСТ 8.338-2002). Тип удлинительных проводов должен соответствовать установленному типу НСХ преобразователя по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013. Концы удлинительных проводов соединяют с медными проводами, скрутки проводов помещают в пробирки, заполненные трансформаторным маслом или диоксидом алюминия, а затем пробирки помещают в нулевой термостат (или сосуд Дьюара, заполненный льдо-водяной смесью). Температуру в сосуде Дьюара контролируют термометром с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

б) Подключают медные провода к калибратору.

9.3.2 На поверяемом ИП233 установить тип НСХ «ТХА (К)» и диапазон измерений от минус 50 °С до плюс 1200 °С в случае поверки преобразователя в полном объеме. При поверке в сокращенном объеме оставляют предустановленный или устанавливают необходимый тип НСХ и поддиапазон измерений. При поверке ИП233-M2 предустановленный тип НСХ и поддиапазон измерения изменению не подлежит.

9.3.3 При помощи конфигуратора настраивают компенсатор холодного спая в режим «Имитируемый» и задают температуру компенсатора холодного спая равной 0 °С (кроме преобразователей модификации ИП233-M2).

9.3.4 С эталона воспроизводят значение нормируемого сигнала, соответствующее первой контрольной точке (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013).

9.3.5 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (для ИП233-М2 и ИП233-М4), дисплея ПК (для ИП233-RS и ИП233-RS-L).

9.3.6 Операции по п.п. 9.3.4-9.2.5 повторяют для остальных контрольных точек.

9.3.7 Рассчитывают значение измеряемой температуры t_i , для ИП233-М2, ИП233-М4 исходя из величин $I_{\text{вых},i}$, по формуле (1).

Примечание: данный расчет допускается не проводить, если измеритель силы тока оснащен функцией «масштабирования», позволяющей получить искомую измеряемую величину напрямую.

9.3.8 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности для всех контрольных точек по формуле (2).

9.3.9 При помощи конфигуратора настраивают компенсатор холодного спая в режим «Автоматический» (кроме преобразователей модификации ИП233-М2), преобразователи модификации ИП233-М2 подключают к калибратору по аналогии с преобразователями других модификаций.

9.3.10 В непосредственной близости от преобразователя размещают чувствительный элемент термометра с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,05$ °С.

9.3.11 С калибратора подают значение, соответствующее температуре 0 °С (в соответствии с типом НСХ по ГОСТ Р 8.585-2001/МЭК 60584-1:2013).

9.3.12 После стабилизации показаний поверяемого преобразователя снимают их с измерителя силы постоянного тока (для ИП233-М2 и ИП233-М4), дисплея ПК (для ИП233-RS и ИП233-RS-L).

9.3.13 Рассчитывают значение измеряемой температуры t_i , для ИП233-М2, ИП233-М4 исходя из величин $I_{\text{вых},i}$, по формуле (1).

Примечание: данный расчет допускается не проводить, если измеритель силы тока оснащен функцией «масштабирования», позволяющей получить искомую измеряемую величину напрямую.

9.3.14 Рассчитывают значение абсолютной погрешности компенсации холодного спая по формуле (3):

$$\Delta_{\text{КХС}} = t_{\text{КХС}} - t_{\text{ТЕРМ}} \quad (3),$$

где: $t_{\text{КХС}}$ – значение температуры, измеренное поверяемым ИП233 и (или) рассчитанное по формуле (1), °С;

$t_{\text{ТЕРМ}}$ – значение температуры, измеренное термометром, °С

9.3.15 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если значение γ в каждой контрольной точке не превышает нормированного значения, указанного в описании типа на преобразователи, а значение $\Delta_{\text{КХС}}$ не превышает ± 1 °С.

10. Оформление результатов поверки

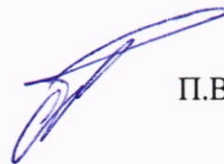
9.1 Сведения о результатах поверки преобразователей в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений РФ передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

9.2 Преобразователи, прошедшие поверку с положительным результатом, признаются годными и допускаются к применению. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений выдается свидетельство о поверке или вносится запись о проведенной поверке в паспорт, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

9.3 При отрицательных результатах поверки на средство измерений по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, оформляется извещение о непригодности к применению.

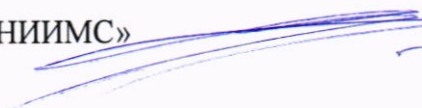
Разработали:

Ведущий инженер отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»



П.В. Сухов

Начальник отдела 207 ФГБУ «ВНИИМС»



А.А. Игнатов