

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора
ФГБУ «ВНИИМС»

Ф.В. Булыгин



06.09.2024 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Преобразователи измерительные СВ
Методика поверки

МП 201/2-024-2024

Москва
2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает требования к проведению первичной и периодической поверок преобразователей измерительных СВ (далее – преобразователи).

Преобразователи предназначены для измерительных преобразований силы постоянного электрического тока, постоянного электрического напряжения, сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления в силу постоянного электрического тока, измерений температуры в точке подключения холодного спая термопар.

Преобразователи соответствуют:

- приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) № 2091 от 01.10.2018 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»;

- приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30.12.2019 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока»;

- приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28.07.2023 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы»;

- приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3253 от 23.12.2022 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений температуры».

Поверка проводится методом прямых измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если экспериментально определенные метрологические характеристики (МХ) по всем каналам преобразования (КП) не превышают пределов, указанных в описании типа. При этом должна быть обеспечена прослеживаемость к национальным государственным эталонам: ГЭТ 4-91 (Государственный первичный эталон единицы силы постоянного электрического тока); ГЭТ 14-2014 (Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления); ГЭТ 13-2023 (Государственный первичный эталон единицы электрического напряжения); ГЭТ 34-2020 (Государственный первичный эталон единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С); ГЭТ 35-2021 (Государственный первичный эталон единицы температуры - кельвина в диапазоне от 0,3 до 273,16 К).

Допускается проведение поверки отдельных диапазонов входного сигнала, а также в ограниченном диапазоне входного сигнала в соответствии с заявлением лица, представившего средство измерений на поверку, с обязательным занесением информации об объеме проведённой поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Перечень операций, которые должны проводиться при поверке преобразователей, приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Раздел настоящей методики	Обязательность проведения операции при поверке	
		первичной	периодической
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Опробование	7.4	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9	Да	Да
Оформление результатов поверки	10	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Определение метрологических характеристик преобразователей выполняют в следующих условиях:

- температура окружающей среды от +21 до +25 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %.

3.2 Климатические условия или иные влияющие факторы на момент поверки преобразователей должны соответствовать требованиям эксплуатационной документации, а также правил содержания и применения эталонов, используемых для поверки, и требованиям эксплуатационных документов применяемых для поверки средств измерений и вспомогательных технических средств.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки преобразователей рекомендуется применять средства поверки (эталон), указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде, рег. №)
п. 7.2 Контроль условий поверки	Диапазон измерений температуры воздуха от +21 до +25 °С. Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 0,5$ °С. Диапазон измерений относительной влажности воздуха от 0 до 80 %. Пределы допускаемой абсолютной погрешности: $\pm 3,0$ %.	Прибор комбинированный Testo 608-H2 (рег. № 53505-13)
п. 9 Определение метрологических характеристик средства измерений	Эталон силы постоянного электрического тока в диапазоне от 0 до 20 мА (измерение и воспроизведение), соответствующий требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 2091 от 01.10.2018. Эталон постоянного электрического напряжения в диапазоне от -100 до +100 мВ (воспроизведение), соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 1520 от 28.07.2023. Эталон электрического сопротивления в диапазоне от 0 до 400 Ом (воспроизведение), соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 3456 от 30.12.2019. Эталон температуры в диапазоне от +20 до +30 °С (измерение), соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Росстандарта № 3253 от 23.12.2022.	Калибратор многофункциональный BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13. Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A, рег. № 25984-14. Термометр лабораторный электронный LTA/Б-Э, рег. № 69551-17.

4.2 Допускается использовать иные средства поверки, соответствующие требованиям таблицы 2, если погрешность средств поверки не более $1/5$ предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки.

4.3 Допускается использовать иные средства поверки, соответствующие требованиям таблицы 2, если погрешность средств поверки не более $1/3$ предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки. При этом для пределов допускаемой погрешности преобразователей должен применяться контрольный допуск, равный 0,8.

4.4 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ). Эталоны единиц величин, должны быть аттестованы в соответствии с Положением об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений». Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При проведении поверки соблюдают требования безопасности, предусмотренные:

- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;
- нормативными документами в области безопасности при эксплуатации электроустановок;
- технической документацией на преобразователи, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют соответствие комплектности преобразователей требованиям эксплуатационной документации.

6.1.2 Проверяют целостность корпуса и отсутствие видимых повреждений преобразователей.

6.1.3 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий связи.

6.2 Результаты проверки считают положительными, если комплектность преобразователей соответствует требованиям эксплуатационной документации, отсутствуют видимые повреждения преобразователей, а также следы коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий связи.

6.3 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке преобразователей прекращают до устранения выявленных несоответствий.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ЕГО ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Перед проведением поверки проверяют наличие и проводят ознакомление со следующими документами:

- руководство по эксплуатации на преобразователи;
- описание типа на преобразователи.

7.2 Выполняют следующие подготовительные работы:

- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационной документацией на них;

- измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха.

7.3 Опробование

Опробование проводится в соответствии с технической документацией на преобразователи. Проверяется работоспособность преобразователей. Допускается совмещать опробование с проведением экспериментальных работ по п. 9 настоящей методики.

8 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Проверяют соответствие наименования сервисного программного обеспечения (при его наличии в комплекте) и номера версии данным, приведённым в описании типа. Результаты проверки считают положительными при совпадении идентификационных данных программного обеспечения с описанием типа.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение погрешности КП, реализующих линейное преобразование силы постоянного электрического тока.

9.1.1 Выбирают пять точек X_i , мА, $i = 1, \dots, 5$, равномерно распределённых по диапазону преобразования.

9.1.2 Подключают ко входу КП калибратор в режиме воспроизведения силы постоянного электрического тока, а к выходу – мультиметр в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

9.1.3 Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- устанавливают на эталоне значение электрического сигнала, соответствующее X_i , и делают 4 отсчета показаний $X_i^{изм}$, $j = 1, 2, 3, 4$;

- за $X_i^{изм}$ принимают значение, наиболее отклоняющееся от X_i ;

- рассчитывают значение приведенной γ_i погрешности по формуле:

$$\gamma_i = \frac{X_i^{изм} - X_i}{R} \cdot 100, \quad (1)$$

где R – верхнее значение диапазона выходного аналогового сигнала, мА.

9.1.4 Результаты проверки КП признают положительным, если в каждой проверяемой точке значение γ_i не превышает пределов, указанных в описании типа, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.2 Определение погрешности КП, реализующих линейное преобразование постоянного электрического напряжения.

9.2.1 Выбирают пять точек X_i , мА, $i = 1, \dots, 5$, равномерно распределённых по диапазону выходного сигнала.

9.2.2 Подключают ко входу КП калибратор в режиме воспроизведения постоянного электрического напряжения, а к выходу – мультиметр в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

9.2.3 Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- определяют значения входного сигнала U_i соответствующие выбранным значениям X_i по формуле:

$$U_i = U_0 + (X_i - X_0) \cdot \frac{U_{max} - U_0}{X_{max} - X_0}, \quad (2)$$

где U_0 – нижняя граница диапазона входного сигнала, мВ;

U_{max} – верхняя граница диапазона входного сигнала, мВ;

X_0 – нижняя граница диапазона силы постоянного тока на выходе преобразователя, мА;

X_{max} – верхняя граница диапазона силы постоянного тока на выходе преобразователя, мА.

- устанавливают на эталоне значение электрического сигнала, соответствующее X_i , и делают 4 отсчета показаний $X_{изм\ ij}$, $j = 1, 2, 3, 4$;

- за $X_{изм\ i}$ принимают значение, наиболее отклоняющееся от X_i ;

- рассчитывают значение приведенной γ_i погрешности по формуле (1).

9.2.4 Результаты проверки КП признают положительным, если в каждой проверяемой точке значение γ_i не превышает пределов, указанных в описании типа, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.3 Определение погрешности КП, реализующих преобразование сигналов от термопреобразователей сопротивления в силу постоянного электрического тока.

9.3.1 Выбирают пять точек X_i , мА, $i = 1, \dots, 5$, равномерно распределенных по диапазону силы постоянного тока на выходе преобразователя.

9.3.2 Подключают ко входу КП калибратор в режиме воспроизведения сигналов от термопреобразователей сопротивления, а к выходу – мультиметр в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

9.3.3 Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- определяют значения температуры T_i соответствующие выбранным значениям X_i по формуле:

$$T_i = T_0 + (X_i - X_0) \cdot \frac{T_{max} - T_0}{X_{max} - X_0}, \quad (3)$$

где T_0 – нижняя граница диапазона температур, указанного в описании типа для проверяемого типа термодатчика, °С;

T_{max} – верхняя граница диапазона температур, указанного в описании типа для проверяемого типа термодатчика, °С.

- устанавливают на калибраторе значение T_i и делают 4 отсчета показаний $X_{изм\ ij}$, $j = 1, 2, 3, 4$;

- за $X_{изм\ i}$ принимают значение, наиболее отклоняющееся от X_i ;

- рассчитывают значение приведенной погрешности по формуле (1).

9.3.4 Результаты проверки КП признают положительным, если в каждой проверяемой точке значение γ_i не превышает пределов, указанных в описании типа, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.4 Определение погрешности КП, реализующих преобразование сигналов от термопар в силу постоянного электрического тока, с отключаемым каналом компенсации температуры холодного спая.

9.4.1 Выбирают пять точек X_i , мА, $i = 1, \dots, 5$, равномерно распределенных по диапазону силы постоянного тока на выходе преобразователя.

9.4.2 Подключают ко входу КП калибратор в режиме воспроизведения сигналов от термопар, а к выходу – мультиметр в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

9.4.3 Программно отключают компенсацию температуры холодного спая, а на калибраторе устанавливают температуру холодного спая равной 0 °С.

9.4.4 Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:

- определяют значения температуры T_i соответствующие выбранным значениям X_i по формуле (3):

- устанавливают на калибраторе значение T_i и делают 4 отсчета показаний $X_{изм\ ij}$, $j = 1, \dots, 4$;

- за $X_{изм\ i}$ принимают значение, наиболее отклоняющееся от X_i ;

- рассчитывают значение приведенной погрешности по формуле (1).

9.4.5 Результаты проверки КП признают положительным, если в каждой проверяемой точке значение γ_i не превышает пределов, указанных в описании типа, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.5 Определение погрешности КП, реализующих преобразование сигналов от термопар в силу постоянного электрического тока, с неотключаемым каналом компенсации температуры холодного спая.

9.5.1 Выбирают пять точек X_i , мА, $i = 1, \dots, 5$, равномерно распределенных по диапазону силы постоянного тока на выходе преобразователя.

9.5.2 Подключают ко входу КП калибратор в режиме воспроизведения сигналов от термопар, а к выходу – мультиметр в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

9.5.3 Эталонным термометром измеряют температуру в точке подключения холодного спая термопары $T_{хс}$, °С. На калибраторе устанавливают температуру холодного спая равной $T_{хс}$.

9.5.4 Для каждой проверяемой точки $i = 1, \dots, 5$ выполняют следующие операции:
- определяют значения температуры T_i соответствующие выбранным значениям X_i по формуле (3):

- устанавливают на калибраторе значение T_i и делают 4 отсчета показаний $X_{изм. ij}$, $j = 1, \dots, 4$;

- за $X_{изм. i}$ принимают значение, наиболее отклоняющееся от X_i ;

- рассчитывают значение приведенной погрешности по формуле (1).

9.5.5 Рассчитывают пределы допускаемой погрешности γ , %, КП с учетом погрешности канала компенсации температуры холодного спая по формуле:

$$\gamma = \gamma_{КП} + \frac{\Delta_{хс}}{T_{max} - T_0} \cdot \frac{X_{max} - X_0}{X_{max}} \cdot 100, \quad (3)$$

где $\gamma_{КП}$ – пределы допускаемой приведенной погрешности КП, указанные в описании типа, %;

где $\Delta_{хс}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности канала компенсации температуры холодного спая, указанные в описании типа, °С.

9.5.6 Результаты проверки КП признают положительным, если в каждой проверяемой точке значение γ_i не превышает пределов, рассчитанных в п. 9.5.5, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.6 Определение погрешности измерений температуры в точке подключения холодного спая термопар.

9.6.1 Определение погрешности проводят в одной точке, соответствующей сложившейся на момент поверки температуре в точке подключения холодного спая термопар.

9.6.2 Эталонным термометром измеряют температуру $T_{эт}$, °С, на входных клеммах.

9.6.3 В программном обеспечении снимают показания температуры холодного спая $T_{хс}$, °С.

9.6.4 Рассчитывают значение абсолютной Δ_i , °С, погрешности по формуле:

$$\Delta_i = T_{хс} - T_{эт} \quad (3)$$

9.4.5 Результаты проверки признают положительным, если значение Δ_i не превышает пределов, указанных в описании типа, с учетом контрольного допуска, вводимого в случае, предусмотренном п. 4.3 настоящей методики.

9.4.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.

Средство измерений считают соответствующим метрологическим требованиям, если:

- результаты внешнего осмотра положительные;
- преобразователь признан работоспособным по результатам опробования;
- проверка программного обеспечения проведена с положительным результатом;
- экспериментально определенные МХ преобразователей не превышают нормированных значений.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты поверки (положительные или отрицательные) оформляют в соответствии с действующими нормативными правовыми документами.

Зам. начальника Центра 201 ФГБУ «ВНИИМС»



Ю.А. Шатохина

Зам. начальника отдела 201/2 ФГБУ «ВНИИМС»



Е.И. Кириллова

Инженер 1 кат. отдела 201/2 ФГБУ «ВНИИМС»



С.О. Штовба