

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колонин

«30» марта 2023г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи измерительные многофункциональные РН

Методика поверки

МП 201-009-2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные многофункциональные РН (далее – преобразователи) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Преобразователи измерительные многофункциональные РН (далее- преобразователи) предназначены для измерительных преобразований аналоговых сигналов силы, напряжения постоянного электрического тока и электрического сопротивления (в том числе сигналов от термопар и термопреобразователей сопротивления) в унифицированные аналоговые сигналы силы, напряжения постоянного электрического тока и электрического сопротивления, а также для питания пассивных датчиков сопротивления и датчиков с выходным сигналом силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА.

Производство серийное.

Первичная поверка проводится до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта.

Периодическая поверка проводится в процессе эксплуатации и хранения.

Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, величин и диапазонов преобразований, в соответствии с заявлением владельца преобразователя с обязательным указанием информации об объёме проведённой поверки.

Преобразователи измерительные многофункциональные РН прослеживаются к Государственным первичным эталонам, указанным в таблице 1.

Таблица 1 - Государственные первичные эталоны, к которым прослеживаются преобразователи измерительные многофункциональные РН

Номер по реестру	Наименование эталона
ГЭТ 4-91	ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока
ГЭТ 13-01	ГПЭ единицы электрического напряжения
ГЭТ 14-2014	ГПЭ единицы электрического сопротивления
ГЭТ 34-2020	ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Наименование операции поверки	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения	
		при первичной поверке	при периодической поверке
Подготовка к поверке и опробование	7	Да	Да
Внешний осмотр	8	Да	Да
Определение основной погрешности преобразователей тока, напряжения, электрического сопротивления	9.1	Да	Да
Определение основной погрешности преобразователей сигналов от термопар	9.2	Да	Да
Определение основной погрешности преобразователей сигналов от термопреобразователей сопротивления	9.3	Да	Да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	9.4	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик преобразователей выполняют в нормальных условиях измерений, соответствующих условиям эксплуатации преобразователей:

- температура окружающей среды от +18 до +22 °С;
- относительная влажность от 10 до 95%
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7.

3.2 Контроль климатических условий проводится непосредственно перед проведением экспериментальных работ и в процессе их выполнения. Заносят измеренные значения в протокол и проверяют их соответствие условиям, указанным в п.3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки рекомендуется применять средства поверки, приведённые в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1	Задатчик (калибратор) сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного электрического тока от $\Delta = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1 \text{ мкА})$ до $\Delta = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 2 \text{ мкА})$ в диапазоне от 0 до 55 мА.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор Beatech MC6-R, рег. № 52489-13
9.1, 9.2	Задатчик (калибратор) сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до +10 В Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного электрического тока $\Delta = \pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,1 \text{ мВ})$ в диапазоне от -3 до 24 В.	
9.3	Задатчик (калибратор) сигналов электрического сопротивления в диапазоне от 0 до 4000 Ом Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения электрического сопротивления от $\Delta = \pm 20 \text{ мОм}$ до $\Delta = \pm(1,5 \cdot 10^{-4} \cdot R + 20 \text{ мОм})$	
9.1, 9.2	Средство измерений сигналов силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока $\Delta = \pm(1 \cdot 10^{-4} \cdot I + 1 \text{ мкА})$ в диапазоне от -100 до +100 мА.	
9.1, 9.2, 9.3	Средство измерений сигналов напряжения постоянного тока в диапазоне от -10 до +10 В Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений и воспроизведения напряжения постоянного электрического тока $\Delta = \pm(7 \cdot 10^{-5} \cdot U + 4 \text{ мкВ})$ в диапазоне от -1 до +1 В. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения постоянного электрического тока $\Delta = \pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,25 \text{ мВ})$ в диапазоне от 1 до 60 В.	
9.2	Средство измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне от +5 до +30 °С, погрешность не более $\pm 0,05 \text{ °С}$	Термометр лабораторный электронный ЛТА/Б-Э, рег. № 69551-17
3.1	Средство измерений температуры окружающего воздуха, погрешность не более $\pm 0,5 \text{ °С}$	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
	Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха, погрешность не более $\pm 3\%$	
	Средство измерений абсолютного давления, пределы погрешности не более 5 гПа	

4.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, при соблюдении следующих условий: погрешность средств поверки, используемых для экспериментальных проверок погрешности, не должна быть более $1/5$ предела контролируемого значения погрешности в условиях поверки;

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

4.4 Средства поверки должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 2 часа до начала поверки.

5. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Поверитель должен иметь действующее удостоверение на право работы в электроустановках с напряжением до 1000 В с квалификационной группой по электробезопасности не ниже III.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80, «Правилами техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правилами безопасности) при эксплуатации электроустановок». Должны быть соблюдены также требования безопасности, изложенные в эксплуатационных документах на преобразователи и применяемые средства поверки.

6.2 Средства поверки, которые подлежат заземлению, должны быть надежно заземлены. Подсоединение зажимов защитного заземления к контуру заземления должно производиться ранее других соединений, а отсоединение – после всех отсоединений.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

7.1 Подготовка к поверке и опробование преобразователей проводится в соответствии с руководством по эксплуатации. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки погрешности.

7.2 Преобразователи должны быть внесены в рабочее помещение не менее чем за 2 часа до начала поверки.

7.3 Прогрев преобразователей после включения составляет 2 минуты.

8. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

8.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- наличие руководства по эксплуатации;
- соответствие комплектности преобразователя эксплуатационной документации;
- соответствие маркировки преобразователя;
- отсутствие повреждений, влияющих на работу преобразователя;
- наличие свидетельства о предыдущей поверке (при периодической поверке).

Не допускают к дальнейшей проверке преобразователи, у которых обнаружено:

- неудовлетворительное крепление разъемов;
- грубые механические повреждения наружных частей, органов регулирования и управления и прочие повреждения.

9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

9.1 Определение основной погрешности преобразователей тока и напряжения.

Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется в описанной ниже последовательности с использованием таблиц, составленных по форме таблицы 4.

Таблица 4

Диапазон изменений входного сигнала, мА (В, мВ) $A_{вх н}, A_{вх в}$; Диапазон изменений выходного сигнала, мА (В, мВ) $A_{вых н}, A_{вых в}$; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя, приведенной к выходу, мА (В, мВ) $\Delta_{вых.допуск} = 0,001 \cdot A_{вых в}$					
Проверяемая точка		$A_{вых расч i},$ мА (В, мВ)	$A_{вых i},$ мА (В, мВ)	$\Delta_{вых.i},$ мА (мВ, В)	Заключение
$p_i, \%$	$A_{вх i},$ мА (В, мВ)				
0					
25					
50					
75					
100					

Примечание:

p_i - процент от диапазона входного сигнала;

$A_{вх н}, A_{вх в}$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала;

$A_{вых н}, A_{вых в}$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения выходного сигнала;

$A_{вх i}$ - значение подаваемого входного сигнала;

$A_{вых i}$ - действительное значение выходного сигнала в проверяемой точке, измеренное эталонным средством измерений;

$A_{вых расч i}$ - значение выходного сигнала проверяемого преобразователя, соответствующее значению подаваемого входного сигнала $A_{вх i}$; рассчитанное по формуле:

$$A_{вых расч i} = A_{вых н} + (A_{вых в} - A_{вых н}) \cdot p_i;$$

$\Delta_{вых.i}$ - абсолютная погрешность преобразования, рассчитанное по формуле:

$$\Delta_{вых.i} = A_{вых i} - A_{вых расч i}.$$

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

- устанавливают на входе поверяемого канала значение входного сигнала $A_{вх i}$;
- считывают значение выходного сигнала $A_{вых i}$ по эталонному средству измерений;
- рассчитывают $A_{вых расч i}$ и записывают его в таблицу 4.
- рассчитывают значение $\Delta_{вых.i}$ для каждой проверяемой точки и записывают в таблицу

4.

Если хотя бы в одной строке таблицы $|\Delta_{вых.i}| \geq |\Delta_{вых.допуск}|$, преобразователь считают не прошедшим поверку, в противном случае результаты поверки положительные.

9.2 Проверка основной погрешности преобразователей сигналов от термодатчиков.

Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется в описанной ниже последовательности с использованием таблиц, составленных по форме таблицы 5.

Таблица 5

Тип термопары _____ Диапазон изменений входного сигнала, °С (мВ): $T_H(U_H) =$, $T_B(U_B) =$; Температура холодного спая $T_{ХС}$, °С: Диапазон изменений выходного сигнала, мА (В): $A_{ВЫХ Н} =$, $A_{ВЫХ В} =$; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя, приведенной к выходу, мА (мВ): $\Delta_{ВЫХ.ДОПУСК} =$.						
Проверяемая точка			$A_{ВЫХ РАСЧ I}$, мА (В, мВ)	$A_{ВЫХ I}$, мА (В, мВ)	$\Delta_{ВЫХ. I}$, мА (В, мВ)	Заключение
p_i , %	T_i , °С	U_{Xi} , мВ				
0						
20						
40						
60						
80						
100						

Примечание:

p_i - процент от диапазона входного сигнала;

$T_H(U_H)$, $T_B(U_B)$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала термопары в °С (мВ);

$A_{ВЫХ Н}$, $A_{ВЫХ В}$, - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения выходного сигнала;

T_i - значение температуры i , соответствующее ей U_{Xi} (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001 для данного типа термопары), значение подаваемого входного сигнала;

$A_{ВЫХ I}$ - действительное значение выходного сигнала в проверяемой точке, измеренное эталонным средством измерений;

$A_{ВЫХ РАСЧ I}$ - значение выходного сигнала проверяемого преобразователя в мА (В), соответствующее значению подаваемого входного сигнала U_{Xi} , рассчитанное по формуле:

$$A_{ВЫХ РАСЧ I} = A_{ВЫХ Н} + (A_{ВЫХ В} - A_{ВЫХ Н}) \cdot p_i;$$

$\Delta_{ВЫХ. I}$ - абсолютная погрешность преобразования, рассчитанная по формуле:

$$\Delta_{ВЫХ. I} = A_{ВЫХ I} - A_{ВЫХ РАСЧ I}.$$

В режиме измерения сигналов от термопар с компенсацией температуры холодного спая проверку погрешности проводят в следующей последовательности:

- записывают для каждой проверяемой точки в столбец « T_i » значение температуры в «°С» (для данного типа термопары);

- рассчитывают входной сигнал U_{Xi} в «мВ» для каждой проверяемой точки с учетом температуры холодного спая (температура холодного спая отображается в ПО, либо замеряется эталонным термометром в непосредственной близости к входным клеммам преобразователя);

$U_{Xi} = U_i - U_{ТХ.С.}$, где $U_{ТХ.С.}$ - напряжение, соответствующее температуре холодного спая (по таблицам ГОСТ Р 8.585-2001);

- устанавливают на входе проверяемого канала значение U_{Xi} напряжения постоянного тока от калибратора напряжения;

- считывают с эталонного средства измерений значение выходного сигнала $A_{ВЫХ I}$, и записывают его в таблицу 5.

- рассчитывают значение $\Delta_{\text{вых},i}$ для каждой проверяемой точки и записывают в таблицу 5;

Если хотя бы в одной строке таблицы $|\Delta_{\text{вых},i}| \geq |\Delta_{\text{вых.допуск}}|$, преобразователь считают не прошедшим испытания, в противном случае - прошедшим.

9.3 Проверка основной погрешности преобразователей сигналов от термопреобразователей сопротивления.

Проверка основной погрешности по данному пункту выполняется в описанной ниже последовательности с использованием таблиц, составленных по форме таблицы 6.

Таблица 6

Диапазон изменений входного сигнала, °C/Ом: $T_n (R_n) =$, $T_v (R_v) =$; Диапазон изменений выходного сигнала, мА (В, мВ): $A_{\text{вых н}} =$, $A_{\text{вых в}} =$; Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности преобразователя, приведенной к выходу, мА (В, мВ): $\Delta_{\text{вых.допуск}} =$						
Проверяемая точка						
$p_i, \%$	$T_i, ^\circ\text{C}$	$X_i, \text{Ом}$	$A_{\text{вых расч } i},$ мА (В, мВ)	$A_{\text{вых } i}, \text{ мА}$ (В, мВ)	$\Delta_{\text{вых},i}, \text{ мА}$ (В, мВ)	Заключение
0						
20						
40						
60						
80						
100						

Примечание:

p_i - процент от диапазона входного сигнала;

$T_n (R_n), T_v (R_v)$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения входного сигнала °C (Ом);

$A_{\text{вых н}}, A_{\text{вых в}}$ - соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения выходного сигнала;

T_i - значение температуры и, соответствующее ей X_i (по таблицам ГОСТ 6651-2009) для данного типа термопреобразователя сопротивления), значение подаваемого входного сигнала;

$A_{\text{вых } i}$ - действительное значение выходного сигнала в проверяемой точке, измеренное эталонным средством измерений;

$A_{\text{вых расч } i}$ - значение выходного сигнала проверяемого преобразователя, соответствующее значению подаваемого входного сигнала X_i , рассчитанное по формуле:

$$A_{\text{вых расч } i} = A_{\text{вых н}} + (A_{\text{вых в}} - A_{\text{вых н}}) \cdot p_i;$$

$\Delta_{\text{вых},i}$ - абсолютная погрешность преобразования, рассчитанное по формуле:

$$\Delta_{\text{вых},i} = A_{\text{вых } i} - A_{\text{вых расч } i}.$$

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

- устанавливают на входе проверяемого канала значение входного сигнала X_i - сопротивления от магазина сопротивления;

- считывают с эталонного средства измерений значение выходного сигнала $A_{\text{вых } i}$ и записывают его в таблицу 6;

- рассчитывают значение $\Delta_{\text{вых},i}$ для каждой проверяемой точки и записывают в таблицу 6.

Если хотя бы в одной строке таблицы $|\Delta_{\text{вых},i}| \geq |\Delta_{\text{вых.допуск}}|$, преобразователь считают не прошедшим испытания, в противном - прошедшим.

9.4 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

Результаты поверки преобразователя считают положительными, если проверки по пунктам 9.1-9.3 пройдены с положительным результатом.

Если при прохождении проверки преобразователя по пунктам 9.1-9.3 были выявлены отрицательные результаты, то данный преобразователь признается прошедшим поверку с отрицательным результатом до устранения выявленного несоответствия.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) (при наличии) на соответствие идентификационным данным, указанным в описании типа. Идентификационные данные ПО выводятся на главной странице сервисного ПО.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 При положительных результатах поверки преобразователь признается годным к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Сведения о результатах поверки направляются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 При отрицательных результатах поверки преобразователь признается непригодным к эксплуатации, оформляются результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Зам. начальника отдела 201 ФГБУ «ВНИИМС»



Ю.А. Шатохина

Ведущий инженер отдела 201 ФГБУ «ВНИИМС»



А.С. Смирнов