

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на преобразователи измерительные РНГ (далее по тексту – преобразователи) и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Преобразователи обеспечивают прослеживаемость к:

– к Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока ГЭТ 4-91 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2091 от 1 октября 2018 года;

– к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 3456 от 30 декабря 2019 года;

– к Государственному первичному эталону единицы электрического напряжения ГЭТ 13-2023 в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений постоянного электрического напряжения и электродвижущей силы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 1520 от 28 июля 2023 года.

1.3 Метрологические характеристики преобразователей подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки.

1.4 Допускается проведение поверки преобразователя в части отдельных измерительных каналов (далее – ИК) и/или диапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца преобразователя с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

1.5 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в приложении А.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока	Да	Да	8.1
Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных сигналов	Да	Да	8.2

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	Первичной поверке	Периодической поверке	
термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651–2009			
Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных сигналов терморпар по ГОСТ Р 8.585–2001	Да	Да	8.3
Оформление результатов поверки средства измерений	Да	Да	9
Примечание – При получении отрицательных результатов поверки по какому-либо пункту методики поверки поверку преобразователя прекращают.			

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 5 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки преобразователей применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
8	Рабочий эталон единицы силы постоянного электрического тока 2-разряда согласно приказу № 2091 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.10.2018 г.	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6 (-R) (регистрационный номер 52489-13 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений) (далее – калибратор)
8	Рабочий эталон единицы электрического напряжения не ниже 3-разряда согласно приказу № 1520 Федерального агентства по	Калибратор

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	техническому регулированию и метрологии от 28.07.2023 г.	
8	Рабочий эталон единицы электрического сопротивления не ниже 3-разряда согласно приказу № 3456 Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г.	Калибратор
Вспомогательное оборудование		
6 – 8	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 15 до 25 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Прибор комбинированный Testo 622 (регистрационный номер № 53505-13 в ФИФОЕИ)
6 – 8	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 5 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 %	
6 – 8	Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	

4.2 Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

4.4 Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утверждённым законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки средства измерений

5.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и преобразователей, приведенных в эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

5.2 К проведению поверки допускаются лица, являющиеся специалистами органа метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованного на право поверки средства измерений, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы преобразователей и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5.3 Работы по соединению устройств должны выполняться до подключения к сети

питания.

5.4 К средствам поверки и используемому при поверке оборудованию обеспечивают свободный доступ.

5.5 Конструкция соединительных элементов преобразователя и средств поверки должна обеспечивать надежность крепления преобразователя и фиксации его положения в течение всего цикла поверки.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При проведении внешнего осмотра преобразователя устанавливают:

- соответствие маркировки преобразователя;
- соответствие комплектности преобразователя описанию типа;
- отсутствие внешних повреждений, а также узлов и деталей с ослабленным или неисправным креплением;
- наличие маркировки и надписей, относящиеся к местам присоединения и управления.

6.2 Результаты поверки по 6 считают положительными, если:

- маркировка соответствует;
- комплектность преобразователя соответствует описанию типа;
- отсутствуют внешние повреждения, а также узлы и детали с ослабленным или неисправным креплением;
- имеются маркировка и надписи, относящиеся к местам присоединения и управления.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- преобразователь и средства поверки выдерживают при условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, если они находились в условиях, отличных от указанных в разделе 3;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

8 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока

8.1.1 Подключают калибратор к входным клеммам преобразователя в режиме воспроизведения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.1.2 Подключают калибратор к выходным клеммам преобразователя в режиме измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.1.3 С помощью калибратора задают электрический сигнал силы постоянного тока. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % диапазона измерений силы постоянного тока.

8.1.4 Считывают значения выходного сигнала силы постоянного тока и в каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную погрешность преобразователя при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока γ_{10} , %, по формуле

$$\gamma_{10} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{20} \cdot 100, \quad (1)$$

где $I_{\text{изм}}$ – значение силы постоянного тока в контрольной точке по показаниям калибратора, мА;

$I_{\text{эт}}$ – показание калибратора в контрольной точке, мА.

8.1.5 Результаты поверки по 8.1 считают положительными, если основная приведенная

погрешность преобразователя при измерении и преобразовании входных аналоговых сигналов силы постоянного тока, рассчитанная по формуле (1), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

8.2 Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009

8.2.1 Подключают калибратор к входным клеммам преобразователя в режиме воспроизведения сигнала термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.2 Подключают калибратор к выходным клеммам преобразователя в режиме измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2.3 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % от настроенного диапазона измерений сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009.

8.2.4 После установления значения выходного сигнала по показаниям калибратора измеряют значение выходного аналогового сигнала преобразователя.

8.2.5 В каждой контрольной точке вычисляют основную приведенную погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009 γ_{TCo} , °С, по формуле

$$\gamma_{TCo} = \frac{I_{изм} - I_{расч}}{16} \cdot 100, \quad (2)$$

где $I_{расч}$ – расчетное значение силы постоянного тока, соответствующее значению сопротивления в контрольной точке $t_{расч}$ согласно типу номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651-2009 или значению ТЭДС в контрольной точке $t_{расч}$ согласно типу номинальной статической характеристики по ГОСТ Р 8.585-2001 (в мА), которое рассчитывается по формуле

$$I_{расч} = 4 + \frac{t_{расч} - t_{min}}{t_{max} - t_{min}} \cdot 16, \quad (3)$$

где t_{max} , t_{min} – нижний и верхний пределы диапазона измерений преобразователя соответственно, °С.

8.2.6 Результаты поверки по 8.2 считают положительными, если основная приведенная погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопреобразователей сопротивления по ГОСТ 6651-2009, рассчитанная по формуле (2), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

8.3 Определение основной приведенной погрешности при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001

8.3.1 Подключают калибратор к входным клеммам преобразователя в режиме воспроизведения сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.2 Подключают калибратор к выходным клеммам преобразователя в режиме измерения аналоговых сигналов силы постоянного тока, в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.3 С помощью калибратора задают электрический сигнал термопар по ГОСТ Р 8.585-2001. В качестве контрольных точек принимают точки, соответствующие 0; 50; 100 % от настроенного диапазона измерений сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585-2001.

8.3.4 После установления значения выходного сигнала по показаниям калибратора измеряют значение выходного аналогового сигнала преобразователя.

8.3.5 В каждой контрольной точке вычисляют приведенную абсолютную погрешность

при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001 $\gamma_{\text{ТПо}}$, °С, по формуле

$$\gamma_{\text{ТПо}} = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{расч}}}{16} \cdot 100, \quad (4)$$

8.3.6 Результаты поверки по 8.3 считают положительными, если основная приведенная погрешность при измерении и преобразовании входных сигналов термопар по ГОСТ Р 8.585–2001, рассчитанная по формуле (4), в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в приложении А.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляют в виде протокола произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

9.2 Результаты поверки оформляются в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

9.3 При проведении поверки в сокращенном объеме (в соответствии с заявлением владельца) в части отдельных измерительных каналов, в сведениях о поверке в ФИФОЕИ указывают информацию об объеме проведенной поверки.

9.4 По заявлению владельца преобразователя или лица, представившего его на поверку, при положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке, при отрицательных результатах поверки – извещение о непригодности к применению.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Метрологические характеристики преобразователей измерительных РНГ

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Модель	Количество входов и выходов	Диапазон входного сигнала	Диапазон выходного сигнала	Пределы допускаемой основной приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала) погрешности преобразований, %	Пределы допускаемой приведенной (к верхнему пределу диапазона выходного сигнала), приведенной дополнительной погрешности преобразований от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждый 1 °С, %
1	2	3	4	5	6
РНГ-А1-0220	2 входа 2 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-А11-0220	2 входа 2 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-А11-0140	1 вход 4 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-А11-0130	1 вход 3 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-А11-0110	1 вход 1 выход	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-А1-0110	1 вход 1 выход	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
РНГ-Т1-0120*	1 вход 2 выхода	Сигналы от термопреобразователей сопротивления (См. таблицу 3) (минимальный диапазон измерений 50 °С)	от 4 до 20 мА	±0,1 (от диапазона выходного сигнала)	±0,005

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5	6
PHG-AI-0120	1 вход 2 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
PHG-AI1-0120	1 вход 2 выхода	от 4 до 20 мА	от 4 до 20 мА	±0,1	±0,005
PHG-T1-0220*	2 входа 2 выхода	Сигналы от преобразователей термоэлектрических (См. таблицу 4) (минимальный диапазон измерений 50 °С)	от 4 до 20 мА	±0,1 (от диапазона выходного сигнала)	±0,005
PHG-T2-0220*	2 входа 2 выхода	Сигналы от преобразователей термоэлектрических (См. таблицу 4) (минимальный диапазон измерений 50 °С)	от 4 до 20 мА	±0,1 (от диапазона выходного сигнала)	±0,005
PHG-T1-0110*	1 вход 1 выход	Сигналы от термопреобразователей сопротивления (См. таблицу 3) (минимальный диапазон измерений 50 °С)	от 4 до 20 мА	±0,1 (от диапазона выходного сигнала)	±0,005
PHG-T2-0120*	1 вход 2 выхода	Сигналы от преобразователей термоэлектрических (См. таблицу 4) (минимальный диапазон измерений 50 °С)	от 4 до 20 мА	±0,1 (от диапазона выходного сигнала)	±0,005

Продолжение таблицы А.1

Примечания

1. При подключении термоэлектрических преобразователей в погрешность преобразований не включена погрешность, вызванная температурой холодного спая. На каждые 100 Ом увеличения длины компенсационного провода погрешность холодного спая увеличивается на 1 °С.

2. Пределы допускаемой погрешности в рабочих условиях γ_p , %, вычисляются по формулам:

– в диапазоне температуры окружающей среды от –20 до +15 °С

$$\gamma_p = \gamma_{\text{осн}} + \gamma_{\text{доп}} \cdot |t - 15|,$$

– в диапазоне температуры окружающей среды от +25 до +60 °С

$$\gamma_p = \gamma_{\text{осн}} + \gamma_{\text{доп}} \cdot |t - 25|,$$

где $\gamma_{\text{осн}}$ – пределы допускаемой основной погрешности;

$\gamma_{\text{доп}}$ – пределы допускаемой дополнительной погрешности вызванной изменением температуры окружающей среды относительно (от +15 до 25 °С) °С на каждый 1 °С;

t – температура окружающей среды, °С.

Таблица А.2 – Типы и диапазоны измерений сигналов термопреобразователей сопротивления

Тип	Диапазон измерений, °С*
Pt100 ($\alpha=0,00391^{\circ}\text{C}^{-1}$, $\alpha=0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850
Pt1000 ($\alpha=0,00391^{\circ}\text{C}^{-1}$, $\alpha=0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -200 до +850
Ni1000 ($\alpha=0,00617^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -60 до +250
Cu50 ($\alpha=0,00426^{\circ}\text{C}^{-1}$, $\alpha=0,00428^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до +150
Cu100 ($\alpha=0,00426^{\circ}\text{C}^{-1}$, $\alpha=0,00428^{\circ}\text{C}^{-1}$)	от -50 до +150

* Указан максимальный диапазон измерений. Диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика и настроек преобразователя. Конкретный диапазон измерений указывается в паспорте.

Таблица А.3 – Типы и диапазоны измерений сигналов преобразователей термоэлектрических

Тип	Диапазон измерений, °С*
T	от -200 до +400
E	от -140 до +1000
J	от -160 до +1200
K	от -200 до +1370
N	от -200 до +1300
R	от -50 до +1760
S	от -50 до +1760
B	от +250 до +1820

* Указан максимальный диапазон измерений. Диапазон измерений зависит от типа подключаемого датчика и настроек преобразователя. Конкретный диапазон измерений указывается в паспорте.