

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



В.А. Лапинов

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Преобразователи измерительные ИП

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-397-2024

1 Общие положения

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

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 г. «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений применяется метод прямых измерений.

1.4 В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Диапазон измерений | Пределы допускаемой погрешности: абсолютная (Δ); относительная (δ), %; приведенная (γ), % |
|--|--|---|
| 1 | 2 | 3 |
| Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока, В | от $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,20$ (δ) при: $0,05 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U < 1,5 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $\pm 0,70$ (δ) при: $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U < 0,05 \cdot U_{\text{НОМ}}$ |
| Среднеквадратическое значение фазного (линейного) напряжения переменного тока основной частоты, В | от $0,02 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (γ) |
| Амплитудное значение фазного напряжения переменного тока, В | от $0,03 \cdot U_{\text{НОМ}}$ до $2,12 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (γ) |
| Среднеквадратическое значение силы переменного тока, А | от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (δ) при: $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ $\pm 0,75$ (δ) при: $0,05 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,2 \cdot I_{\text{НОМ}}$; ± 2 (δ) при: $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 0,05 \cdot I_{\text{НОМ}}$ |
| Среднеквадратическое значение силы переменного тока основной частоты, А | от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (γ) |
| Амплитудное значение силы переменного тока, А | от $0,014 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $2,120 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (γ) |
| Сила переменного тока (ток нейтрали), А | от $0,01 \cdot I_{\text{НОМ}}$ до $1,50 \cdot I_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,2$ (γ) |
| Активная фазная и трехфазная (суммарная) мощность Р, активная фазная мощность основной частоты Р(1), Вт | $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$; $0,05 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U < 1,50 \cdot U_{\text{НОМ}}$; $0,5L \leq \cos\varphi \leq 1$ $0,8C \leq \cos\varphi \leq 1$ | $\pm 0,5$ (δ) |
| Реактивная фазная и трехфазная (суммарная) мощность Q, реактивная фазная мощность основной частоты Q(1), вар | от $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,05 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U < 1,50 \cdot U_{\text{НОМ}}$ $0,5L \leq \sin\varphi \leq 1$ $0,8C \leq \sin\varphi \leq 1$ | $\pm 0,5$ (δ) |
| Полная фазная и трехфазная (суммарная) мощность S, полная фазная мощность основной частоты S(1), В·А | от $0,2 \cdot I_{\text{НОМ}} \leq I < 1,5 \cdot I_{\text{НОМ}}$ от $0,05 \cdot U_{\text{НОМ}} \leq U < 1,50 \cdot U_{\text{НОМ}}$ | $\pm 0,5$ (δ) |

Продолжение таблицы 1

| 1 | 2 | 3 |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| Частота переменного тока, Гц | от 45 до 65 | $\pm 0,01$ Гц (Δ) |
| Коэффициент мощности по фазе основной частоты | от -1 до 1 | $\pm 0,01$ (Δ) |
| Угол фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты | от -180° до $+180^\circ$ | $\pm 0,1^\circ$ (Δ) |
| Примечания: | | |
| 1. Нормируемым значением для приведенной погрешности является номинальное значение измеряемой величины; | | |
| 2. Номинальное значение фазного (линейного) напряжения переменного тока $U_{ном}$: 57,7 (100); 220 (380) В; | | |
| 3. Номинальное значение силы переменного тока $I_{ном}$: 1; 5 А; | | |
| 4. Номинальное значение частоты переменного тока: 50 Гц; | | |
| 5. Номинальное значение коэффициента мощности: 1. | | |

1.5 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость к государственному первичному эталону единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц ГЭТ 153-2019 в соответствии с «Государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц», утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 23 июля 2021 года. № 1436.

1.6 Допускается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, проведение первичной и периодической поверки отдельных измерительных каналов и для меньшего числа измеряемых величин, с указанием об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки последовательно выполняют следующие операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

| Наименование операции поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер пункта методики поверки |
|---|--|-----------------------|-------------------------------|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Да | Да | 8 |
| Проверка программного обеспечения | Да | Да | 9 |
| Определение метрологических характеристик | Да | Да | 10 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | Да | Да | 11 |

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от +15 до +25
- относительная влажность, %, не более 80

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

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, 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 применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|--|--|
| п. 8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью ± 2 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106 кПа, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ кПа | Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д, рег. № 71394-18 |
| п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений | Эталоны измерений электроэнергетических величин при частоте 50 Гц, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений электроэнергетических величин в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц, утвержденной приказом Росстандарта № 1436 от 23.07.2021 | Установка поверочная универсальная УППУ-МЭ 3.1КМ-П-02, рег. № 57346-14 |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. | | |

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 средства измерений, 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 средства измерений

7.1 Внешний осмотр проводят визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие преобразователей следующим требованиям:

- комплектность преобразователей 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;
 - внешний вид соответствует описанию типа средств измерений.
- 7.3 Результат внешнего осмотра считают положительным, если выполняются требования, изложенные в п. 7.2. При несоответствии приборов любому из требований п. 7.2 результат внешнего осмотра считают отрицательным.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

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

8.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

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

8.3 Опробование приборов проводить в следующей последовательности:

8.3.1 Подключить источник питания, преобразователь в соответствии с руководством по эксплуатации на СИ.

8.3.2 Подключить преобразователь к поверочной установке согласно схеме, указанной на рисунке 1 и их руководствам по эксплуатации.

8.3.3 Проверить функционирование индикаторов преобразователя в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.4 Подключить преобразователь к персональному компьютеру и убедиться, что подключение произведено успешно

8.3.5 Результаты опробования считаются положительными, если подтверждено подключение устройства и отсутствуют сообщения об ошибках. В ином случае, результаты опробования считаются отрицательными.

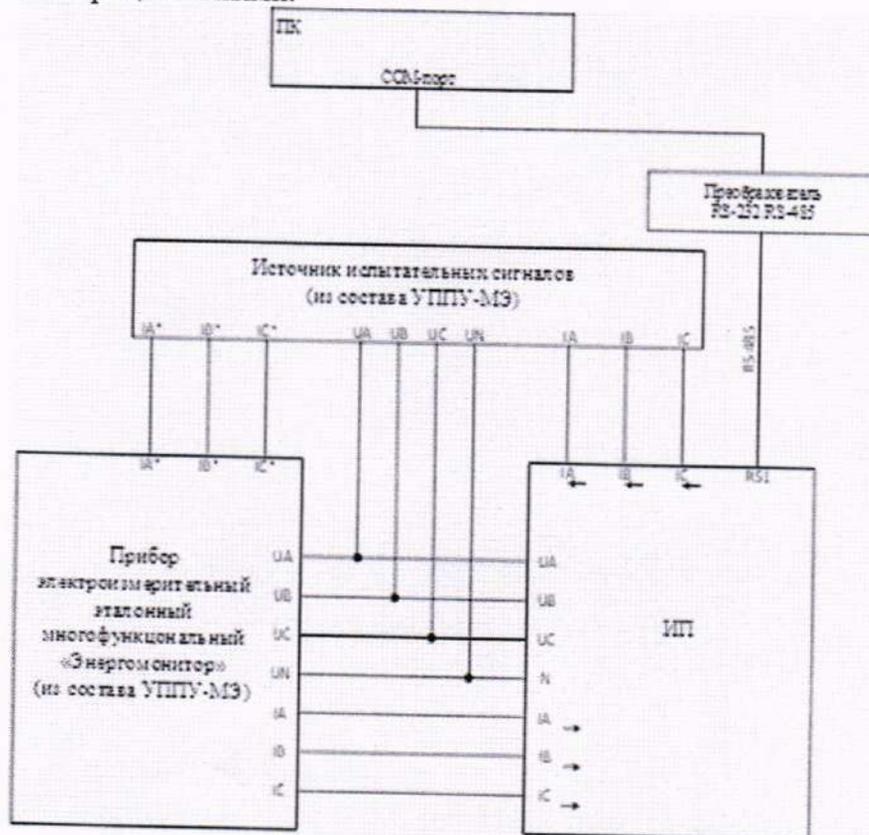


Рисунок 1 – Схема подключения при поверке

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проверке программного обеспечения проверяются идентификационные данные программного обеспечения (далее – ПО) указанного в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|----------|
| Идентификационное наименование ПО | - |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 2.0.1 |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | - |

9.2 Осуществить подключение преобразователя к персональному компьютеру и осуществить запрос номера версии ПО.

9.3 Сравнить значение номера версии ПО из таблицы 4 с запрошенным значением.

9.4 Результаты проверки ПО считать положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в описании типа и таблице 4. При несоответствии идентификационных данных ПО указанным в описании типа и таблице 4 результаты проверки ПО считать отрицательными.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 **Определение погрешности измерений среднеквадратических значений фазного (линейного) напряжения и силы переменного тока, среднеквадратических значений фазного (линейного) напряжения и силы переменного тока основной частоты, амплитудных значений фазного напряжения и силы переменного тока, среднеквадратических значений силы переменного тока (тока нейтрали)**

10.1.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.

10.1.2 На измерительные входы преобразователя последовательно подать испытательные сигналы в соответствии с таблицей 5 при частоте переменного тока 50 Гц и коэффициенте мощности 1.

Таблица 5 – Значения испытательных сигналов

| № п/п | Параметр | Испытательный сигнал | | | | | |
|-------|----------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|----------------------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | $U_A, В$ | $0,02 \cdot U_{ном}$ | $0,3 \cdot U_{ном}$ | $0,6 \cdot U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $1,25 \cdot U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ |
| 2 | $U_B, В$ | | | | | | |
| 3 | $U_C, В$ | | | | | | |
| 4 | $I_A, А$ | $0,01 \cdot I_{ном}$ | $0,1 \cdot I_{ном}$ | $0,5 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,2 \cdot I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ |
| 5 | $I_B, А$ | | | | | | |
| 6 | $I_C, А$ | | | | | | |

Примечание - Допускается использовать другие комбинации токов и напряжений. Испытания провести не менее чем для пяти комбинаций пяти равномерно распределенных значений внутри диапазона измерений силы тока и пяти равномерно распределенных значений внутри диапазона измерений напряжения.

10.1.3 Считать с ПК измеренные среднеквадратические значения фазного (линейного) напряжения и силы переменного тока, среднеквадратические значения фазного (линейного) напряжения и силы переменного тока основной частоты, амплитудные значения фазного напряжения и силы переменного тока, среднеквадратические значения силы переменного тока (тока нейтрали).

10.1.4 Рассчитать значения относительной и приведенной (в зависимости от способа нормирования) погрешностей измерений по формулам (2) и (3).

10.1.5 повторить пункты 10.1.3-10.1.4 для остальных испытательных сигналов, представленных в таблице 5.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока

10.2.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.

10.2.2 На измерительные входы преобразователя подать испытательный сигнал при частоте 50 Гц со значением переменного электрического напряжения, равного $U_{ном}$.

10.2.3 Считать с ПК измеренные значения частоты переменного тока.

10.2.4 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока по формуле (1).

10.2.5 Повторить пункты 10.2.2-10.2.4 при значениях частоты переменного тока 45, 55, 60 и 65 Гц.

10.3 Определение погрешности измерений активной, реактивной, полной фазной и трехфазной (суммарной) мощности, активной, реактивной, полной фазной мощности основной частоты и коэффициента мощности (основной частоты)

10.3.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.

10.3.2 Для определения погрешности измерений активной, полной фазной и трехфазной (суммарной) мощности, активной, полной фазной мощности основной частоты и коэффициента мощности (основной частоты) на измерительные входы преобразователя последовательно подать испытательные сигналы в соответствии с таблицей 6 при частоте переменного тока 50 Гц.

Таблица 6 – Значения испытательных сигналов

| № п/п | Параметр | Испытательный сигнал | | | | | | | | |
|-------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | $U_A, В$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ |
| 2 | $U_B, В$ | | | | | | | | | |
| 3 | $U_C, В$ | | | | | | | | | |
| 4 | $I_A, А$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ |
| 5 | $I_B, А$ | | | | | | | | | |
| 6 | $I_C, А$ | | | | | | | | | |
| 7 | $\cos\varphi$ | 1 | 0,5 L | 0,8 С | 1 | 0,5 L | 0,8 С | 1 | 0,5 L | 0,8 С |

10.3.3 Для определения погрешности измерений реактивной фазной и трехфазной (суммарной) мощности, реактивной фазной мощности основной частоты на измерительные входы преобразователя последовательно подать испытательные сигналы в соответствии с таблицей 7 при частоте переменного тока 50 Гц.

Таблица 7 – Значения испытательных сигналов

| № п/п | Параметр | Испытательный сигнал | | | | | | | | |
|-------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | $U_A, В$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $0,05 \cdot U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ | $1,5 \cdot U_{ном}$ |
| 2 | $U_B, В$ | | | | | | | | | |
| 3 | $U_C, В$ | | | | | | | | | |
| 4 | $I_A, А$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ | $0,2 \cdot I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $1,5 \cdot I_{ном}$ |
| 5 | $I_B, А$ | | | | | | | | | |
| 6 | $I_C, А$ | | | | | | | | | |
| 7 | $\sin\varphi$ | 1 | 0,5 L | 0,8 С | 1 | 0,5 L | 0,8 С | 1 | 0,5 L | 0,8 С |

10.3.4 Для определения погрешности измерений угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты на измерительные входы преобразователя последовательно подать испытательные сигналы в соответствии с таблицей 8 при частоте переменного тока 50 Гц.

Таблица 8 – Значения испытательных сигналов

| № п/п | Параметр | Испытательный сигнал | | | | | | | |
|-------|---------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | $U_A, В$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ | $U_{ном}$ |
| 2 | $U_B, В$ | | | | | | | | |
| 3 | $U_C, В$ | | | | | | | | |
| 4 | $I_A, А$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ | $I_{ном}$ |
| 5 | $I_B, А$ | | | | | | | | |
| 6 | $I_C, А$ | | | | | | | | |
| 7 | $\varphi_U, ^\circ$ | 0 | 30 | 90 | 120 | 180 | -150 | -90 | -60 |

10.3.5 Считать с ПК измеренные активной, реактивной, полной фазной и трехфазной (суммарной) мощности, активной, реактивной, полной фазной мощности основной частоты и коэффициента мощности (основной частоты), угла фазового сдвига между фазными напряжениями основной частоты.

10.3.6 Рассчитать значения относительной и приведенной (в зависимости от способа нормирования) погрешностей измерений по формулам (1), (2) и (3).

10.3.7 повторить пункты 10.3.2-10.3.5 для остальных испытательных сигналов, представленных в таблицах 6 - 8.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Рассчитать значение абсолютной погрешности измерений по формуле (1):

$$\Delta = X_{изм} - X_{эт} \quad (1)$$

где $X_{изм}$ – измеренное преобразователем значение параметра (частоты/коэффициента мощности/угла фазового сдвига);

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра.

11.2 Рассчитать значение относительной погрешности измерений, %, по формуле (2):

$$\delta = \frac{X_{изм} - X_{эт}}{X_{эт}} \cdot 100 \quad (2)$$

где $X_{изм}$ – измеренное преобразователем значение параметра (напряжения/силы тока/мощности);

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра.

11.3 Рассчитать значение приведенной погрешности измерений, %, по формуле (3):

$$\gamma = \frac{X_{изм} - X_{эт}}{X_{ном}} \cdot 100 \quad (3)$$

где $X_{изм}$ – измеренное преобразователем значение параметра (напряжения/силы тока);

$X_{эт}$ – эталонное значение параметра.

$X_{ном}$ – нормирующее значение, равное номинальному значению параметра.

11.4 Результаты определения погрешностей по пунктам 10.1 – 10.3 считаются положительными, если для каждого заявленного на поверку ИК полученные значения погрешности не превышают значения, указанные в таблице 1. Результаты определения погрешности считаются

отрицательными, если полученные значения погрешности превышают значения, указанные в таблице 1.

11.5 Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям подтверждается и результаты поверки считаются положительными, если при проведении всех операций по таблице 2 настоящей методики поверки получены положительные результаты и метрологические характеристики не превышают значений, указанных в таблице 1. Соответствие средства измерений обязательным метрологическим требованиям не подтверждается и результаты поверки считаются отрицательными, если при проведении любой операции по таблице 2 настоящей методики поверки получены отрицательные результаты.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки 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.

12.2 Результаты поверки рекомендуется оформлять протоколом в свободной форме.

12.3 По заявлению владельца средств 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.

12.4 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
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»



А.О. Семенцов