

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

Заместитель генерального директора
Е. П. Кривцов

доверенность № 54/2021 от 24.12.2021 г. «25» марта 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**КОМПЛЕКТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ
ВЫСОКОЧАСТОТНЫХ ПНТЭ-22**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0058 – 2025

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области
измерений режимов электрических
цепей

В.И. Шевцов

Санкт-Петербург
2025

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки средства измерений.....	3
3	Требования к условиям проведения поверки.....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку.....	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки...	5
7	Внешний осмотр средства измерений	5
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9	Определение метрологических характеристик средства измерений.....	6
10	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.....	10
11	Оформление результатов поверки.....	11
	Приложение А	12

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на комплекты преобразователей напряжения высокочастотных ПНТЭ-22 (далее – преобразователи), изготовленные ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», Россия.

1.2 Настоящая методика обеспечивает прослеживаемость преобразователей к Государственному первичному специальному эталону единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008) в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений переменного электрического напряжения до 1000 В в диапазоне частот от $1 \cdot 10^{-1}$ до $2 \cdot 10^9$ Гц, утвержденной Приказом Росстандарта от 18.08.2023г. № 1706.

Передачу единицы переменного напряжения от Государственного первичного специального эталона единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот $10 - 3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008), применяемого при реализации методики поверки, выполняют методом непосредственного сличения преобразователей с эталонными преобразователями из состава государственного первичного специального эталона (ГЭТ 89-2008).

Методикой поверки предусмотрено проведение поверки преобразователей в ограниченном диапазоне частот и в ограниченном диапазоне уровней напряжений в соответствии с заявлением владельца, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Да	Да	8.1
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8.2 – 8.4
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик преобразователей: - определение допускаемой относительной погрешности измерения напряжения переменного тока	Да	Да	9.3

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операция поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Да	Да	10

2.2 Если при проведении той или иной операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшая поверка прекращается и выдается извещение о непригодности.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия эксплуатации ГЭТ 89-2008:

- температура окружающего воздуха, °C от +21 до +25;
- относительная влажность воздуха, не более % до 80 при 25 °C;
- атмосферное давление, кПа от 97,3 до 105,3.

3.2 Преобразователи и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

Персонал, участвующий в подготовке и проведении поверки преобразователей, должен пройти специальный инструктаж, иметь допуск к работе с электроустановками напряжением до 1000 В.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 Поверку преобразователей рекомендуется проводить с помощью средств измерений, приведенных в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +21 °C до +25 °C с абсолютной погрешностью не более 0,5 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с абсолютной погрешностью не более ± 2 %. Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 97 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,7$ кПа.	Измеритель параметров воздуха 50503, рег. номер 32811-06

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 9 Определение метрологических характеристик преобразователя	Диапазон напряжений 100 мВ – 1000 В; Диапазон частот 10 Гц – 30 МГц; СКО $3 \cdot 10^{-7}$ - $5 \cdot 10^{-5}$ НСП: $1 \cdot 10^{-6}$ – $3 \cdot 10^{-4}$	Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения – вольт – в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц (ГЭТ 89-2008)

5.2. Допускается применение средств поверки, не указанных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых преобразователей с требуемой точностью.

5.3 Применяемые для поверки СИ или эталоны, должны быть утвержденного типа. СИ должны иметь актуальные данные о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Эталоны должны быть аттестованы согласно порядку, установленному приказом Минпромторга РФ от 11. 02. 2020 г. № 456.

5.4 В случае изменения государственной поверочной схемы (далее по тексту – ГПС) необходимо сопоставить требования к средствам поверки и обязательным требованиям действующей ГПС.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в паспорте поверяемых преобразователей и средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр преобразователей предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпуса и разъемов подключения измерительных цепей;
- состояние лакокрасочных покрытий;
- состояние маркировки - надписи и обозначения должны быть четкими и соответствовать эксплуатационным документам;
- наличие и сохранность пломб.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если отсутствуют механические повреждения, трещины, сколы, дефекты и другие видимые причины, препятствующие применению преобразователей, надписи и обозначения на преобразователях четкие и соответствуют эксплуатационным документам. При

отрицательном результате внешнего осмотра выполнение дальнейших операций по поверке прекращают.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 При подготовке к поверке, опробовании и проведении поверки необходимо контролировать условия поверки в соответствии с п. 3.1.

8.2 После транспортирования преобразователи должны быть выдержаны в нормальных условиях не менее суток.

8.3 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации на преобразователи и срок действия свидетельства о поверке преобразователей.

Подготовить к работе преобразователи в соответствии с их эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование преобразователей производится путем подачи на их вход постоянного напряжения номинального значения. При номинальном напряжении на входе каждого преобразователя, значение термоЭДС на выходе должно быть в пределах $\pm 10\%$ от номинального значения.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

Поверка преобразователей проводится при уровнях напряжения 0,5 В, 1 В, 2 В, 3 В, 5 В, 10 В, 20 В, 30 В при частотах 100 кГц, 1 МГц, 10 МГц и 30 МГц.

9.1 Передачу единицы переменного напряжения от государственного первичного специального эталона, применяемого при поверке, выполняют методом непосредственного сличения поверяемых преобразователей с эталонными преобразователями из состава государственного первичного специального эталона (далее по тексту – эталонные преобразователи). Собирают схему в соответствии с рисунком 1. Включают аппаратуру и прогревают ее в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации.

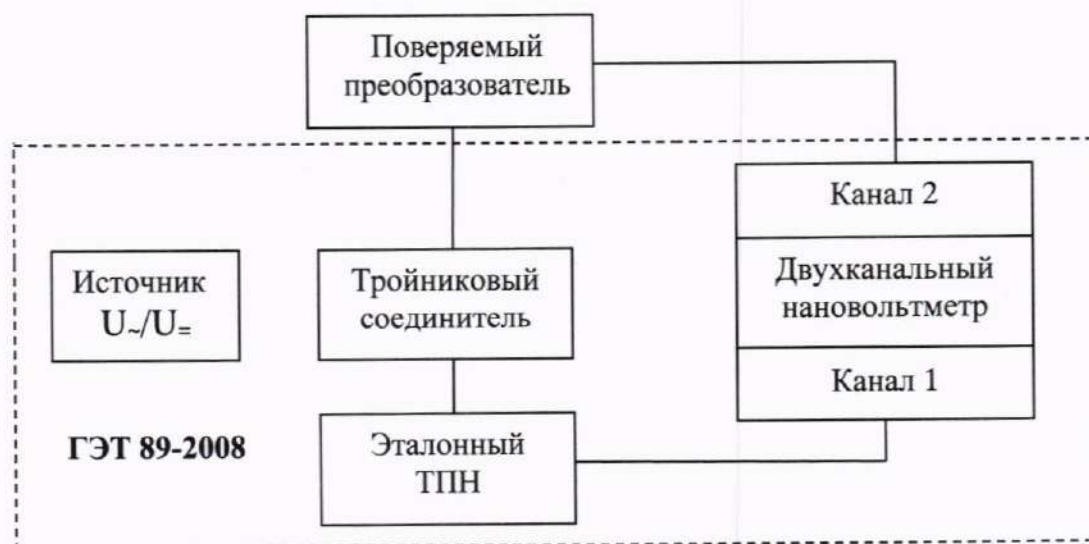


Рисунок 1
Схема соединения приборов при поверке преобразователя

Передачу единицы поверяемому преобразователю проводят при номинальном значении напряжения эталонного преобразователя напряжения и поверяемого преобразователя. В случае разных номинальных значений напряжений эталонного преобразователя напряжения и поверяемого преобразователя передачу единицы проводят при меньшем из номинальных значений. При этом соотношение номинальных значений напряжений должно быть не менее 1/3.

9.2 Подают на вход тройникового соединителя постоянное напряжение положительной полярности, номинальное значение которого определяют в соответствии с 9.1, и выдерживают эталонный преобразователь напряжения (далее по тексту – ПН) и поверяемый преобразователь при поданном на них напряжении в течение 30 мин.

9.3 Определение допускаемой относительной погрешности при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 100 кГц

9.3.1 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 100 кГц с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1. Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э-(i)}$ и значение термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-(i)}$.

9.3.2 Подают на вход тройникового соединителя постоянное напряжение положительной полярности с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1 и регулированием уровня выходного напряжения источника устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН, равное $e_{э-(i)}$. Измеряют значение термоЭДС на выходе эталонного ПН $e_{э+(i)}$ и значение термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к+(i)}$.

9.3.3 Подают на вход тройникового соединителя постоянное напряжение отрицательной полярности с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1 и регулированием уровня выходного напряжения источника, устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН, равное $e_{э-(i)}$. Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э-(i)}$ и значение термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-(i)}$.

9.3.4 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 100 кГц с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1 и регулированием уровня выходного напряжения источника устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН, равное $e_{э-(i)}$. Измеряют значение термоЭДС на выходе эталонного ПН $e_{э-(i+1)}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-(i+1)}$.

9.3.5 Повторяют операции по 9.3.1 - 9.3.4 в цикле (U_{-} , U_{+} , U_{-} , U_{-}) n раз (но не менее трех). При этом допускается принимать за результат измерения значения термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э-}$ и значения термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-}$ последующего $(i + 1)$ цикла результат последнего измерения значения

термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э-}$ и значения термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-}$ предыдущего (i -го) цикла.

9.3.6 Рассчитывают разность погрешностей ($\Delta\gamma_{100\text{кГц-0}}$) поверяемого преобразователя ($\Delta\gamma_{к100\text{кГц}}$) и эталонного ($\Delta\gamma_{э100\text{кГц}}$) ПН по формулам:

$$\Delta\gamma_{100\text{кГц-0}} = \gamma_{к100\text{кГц}} - \gamma_{э100\text{кГц}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\gamma(i)$$

$$\Delta\gamma(i) = \gamma_{к(i)} - \gamma_{э(i)},$$

$$\gamma_{к(i)} = \frac{\Delta e_{к(i)}}{e_{кDC(i)}},$$

$$e_{кDC(i)} = \frac{e_{к+(i)} + e_{к-(i)}}{2},$$

$$\Delta e_{к(i)} = \frac{e_{к~(i)} + e_{к~(i+1)}}{2} - e_{кDC(i)},$$

$$\gamma_{э(i)} = \frac{1}{M} \frac{\Delta e_{э(i)}}{e_{эDC(i)}},$$

где $M = 1$ в случае использования эталонного ПН с линейной функцией преобразования и $M = 2$ в случае использования эталонного ПН с квадратичной функцией преобразования:

$$e_{эDC(i)} = \frac{e_{э+(i)} + e_{э-(i)}}{2},$$

$$\Delta e_{э(i)} = \frac{e_{э~(i)} + e_{э~(i+1)}}{2} - e_{эDC(i)}.$$

9.3.7 Допускаемую относительную погрешность поверяемого преобразователя при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 100 кГц рассчитывают по формуле

$$\gamma_{100\text{ кГц}} = \Delta\gamma_{100\text{ кГц-0}} + \gamma_{эп(a)},$$

где $\gamma_{эп(a)}$ - погрешность эталонного ПН.

9.4 Определение допускаемой относительной погрешности при частотах, отличных от частоты 100 кГц

Погрешность компарирования напряжения при частотах, отличных от частоты 100 кГц, относительно напряжения постоянного тока определяют, как сумму погрешности на частоте 100 кГц $\gamma_{к100кГц}$ и частотной погрешности $\gamma_{kf-100кГц}$ на частоте f относительно частоты 100 кГц.

9.4.1 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение требуемой частоты f и номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1, и регулированием уровня выходного напряжения источника устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН, равное $e_{э-1}$ (определенного при первом измерении по 9.1). Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i)f}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)f}$.

9.4.2 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 100 кГц с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1 и регулированием уровня выходного напряжения источника устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН, равное $e_{э-1}$ (определенного при первом измерении по 9.1). Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i)1кГц}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)1кГц}$.

9.4.3 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение с указанной частотой f и номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1 и регулированием уровня выходного напряжения источника устанавливают значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН равное $e_{э-1}$ (определенного при первом измерении по 9.1). Измеряют значение напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i+1)f}$ и значение термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i+1)f}$.

9.4.4 Повторяют операции по 9.4.1 - 9.4.3 в цикле (U_f , $U_{1кГц}$, U_f) n раз (но не менее трех), при этом допускается принимать за результат измерения значения термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i)f}$ и значения термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)f}$ последующего $(i + 1)$ цикла, результат последнего значения термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i)f}$ и значения термоЭДС на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)f}$ от U_f предыдущего $(i-го)$ цикла.

9.4.5 Рассчитывают разность частотных погрешностей ($\Delta\gamma_f - 100кГц$) поверяемого преобразователя ($\gamma_{kf-100кГц}$) и эталонного ПН ($\gamma_{эф-100кГц}$) по формулам:

$$\Delta\gamma_{f-100кГц} = \gamma_{kf-100кГц} - \gamma_{эф-100кГц} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\gamma_{(i)}$$

$$\Delta\gamma_{(i)} = \gamma_{k(i)} - \gamma_{э(i)},$$

$$\gamma_{k(i)} = \frac{\Delta e_{k(i)}}{e_{k(i)100\text{кГц}}},$$

$$\Delta e_k(i) = \frac{e_k(i)f + e_k(i+1)f}{2} - e_k(i)100\text{кГц},$$

$$\gamma_z(i) = \frac{1}{M} \frac{\Delta e_z(i)}{e_z(i)100\text{кГц}},$$

где $M = 1$ в случае использования эталонного ПН с линейной функцией преобразования и $M = 2$ в случае использования эталонного ПН с квадратичной функцией преобразования:

$$\Delta e_z(i) = \frac{e_z(i)f + e_z(i+1)f}{2} - e_z(i)100\text{кГц},$$

9.4.6 Рассчитывают значение относительной погрешности поверяемого преобразователя на частоте f относительно частоты 100 кГц по формуле

$$\gamma_{kf-100\text{кГц}} = \Delta\gamma_{f-100\text{кГц}} + \gamma_{\text{эфн}}(a),$$

где $\gamma_{\text{эфн}}(a)$ - погрешность эталонного ПН на частоте f относительно частоты 100 кГц.

9.4.7 Рассчитывают значение допускаемой относительной погрешности поверяемого преобразователя на частоте f относительно напряжения постоянного тока по формуле

$$\gamma_{kf} = \gamma_{kf-100\text{кГц}} + \gamma_{k100\text{кГц}}.$$

10 Подтверждение соответствия преобразователя метрологическим требованиям

Результаты поверки считаются положительными, если измеренное значение относительной погрешности преобразователей не превышает допускаемых значений, приведённых в таблице 3.

Результаты считаются отрицательными, если измеренное значение относительной погрешности преобразователей отличаются от допускаемых значений, приведённых в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы относительной погрешности измерения напряжения переменного тока приведены в табл. 3.

Значение номинального напряжения U_n , В	Пределы относительной погрешности измерений напряжения переменного тока, $\pm \%$			
	100 кГц	1 МГц	10 МГц	30 МГц
0,5; 1; 2; 3; 5; 10; 20; 30	0,04	0,25	0,25	0,25

11 Оформление результатов поверки

По результатам поверки оформляется протокол поверки. Рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А.

Сведения о результатах поверки с копией протокола передаются в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. Порядок оформления результатов поверки и передачи сведений о них в федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений установлен приказом Минпромторга от 31. 07. 2020 г. № 2510.

По заявлению заказчика выдается свидетельство о поверке с протоколом, или выдается извещение о непригодности к применению. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его наличии).

В случае проведения поверки в сокращенном объеме в ФИФ передаются сведения об объеме проведенной поверки.

Рекомендуемая форма протокола поверки

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ
№ XXXX от XX. XX. 20XX г.

Наименование средства измерения (эталона), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской, серийный, инвентарный или номенклатурный номер (если имеется информация)	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	
Дата начала поверки	
Дата окончания поверки	

Вид поверки:

Методика поверки:

Средства поверки:

Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
Температура окружающего воздуха, °С		
Относительная влажность воздуха, %		
Атмосферное давление, кПа		

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:
2. Опробование:
3. Определение метрологических характеристик:

Таблица 1 – Значение относительной погрешности измерений напряжения переменного тока в зависимости от частоты и уровня напряжения

Значение номинального напряжения U_n , В	Относительная погрешность измерений напряжения переменного тока, $\pm \%$			
	100 кГц	1 МГц	10 МГц	30 МГц
0,5				
1				
2				
3				
5				
10				
20				
30				

4. Дополнительная информация (состояние объекта поверки, сведения о ремонте, юстировке) -

Заключение: СИ *соответствует (не соответствует)* предъявляемым требованиям и признано *годным (непригодным)* к применению с метрологическими характеристиками, приведенными в описании типа.

На основании результатов поверки выдано:

свидетельство о поверке № _____

извещение о непригодности № _____ от

Причина непригодности _____

Поверку произвел _____

ФИО

подпись

дата