

**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

м.п. «12» ноября 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ 792А

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0057 – 2024

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области
измерений режимов электрических
цепей

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "В.И. Шевцов", is written over a horizontal line.

В.И. Шевцов

Санкт-Петербург
2024

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	5
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 преобразователь переменного напряжения 792А (далее по тексту – преобразователь) изготовленный “FLUKE Corporation”, США.

1.2 Настоящая методика обеспечивает прослеживаемость преобразователя 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 преобразователя с эталонными преобразователями из состава государственного первичного специального эталона (ГЭТ 89-2008).

Методикой поверки предусмотрено проведение поверки преобразователя 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 коэффициента К при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц	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	
Определение коэффициента К при частотах, отличных от частоты 1 кГц	Да	Да	9.4
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 следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 22 ± 2 ;
- относительная влажность воздуха, не более % 80;
- атмосферное давление, кПа $101,3 \pm 4,0$.

3.2 Преобразователь 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 преобразователя, 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 преобразователя 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 15 °C до 30 °C с абсолютной погрешностью не более 0,5 °C. Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %. Средства измерений атмосферного давления в	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
	диапазоне от 80 до 106 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,7 кПа.	
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 – вольта – 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, поверяемого преобразователя 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 руководствах (инструкциях) по эксплуатации поверяемого преобразователя и средств поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр преобразователя предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпуса и зажимов подключения измерительных цепей, клемм заземления и экранирования;
- состояние лакокрасочных покрытий;
- состояние маркировки - надписи и обозначения должны быть четкими и соответствовать эксплуатационным документам;
- чёткость фиксации переключателя поддиапазонов измерений;
- наличие и сохранность пломб.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если отсутствуют механические повреждения, трещины, сколы, дефекты и другие видимые причины, препятствующие применению преобразователя, надписи и обозначения на преобразователе четкие и соответствуют эксплуатационным документам, переключатель поддиапазонов измерений чётко фиксирует установленный поддиапазон. 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 преобразователь должен быть выдержан в нормальных условиях не менее суток.

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

Подготовить к работе преобразователь в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации на преобразователь.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

Поверка преобразователя проводится

- при уровнях напряжения 10 мВ, 100 мВ, 300 мВ, 0,6 В, 1 В, 2 В, 6 В, 10 В, 20 В при частотах 10 Гц, 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 20 кГц, 50 кГц, 100 кГц и 1 МГц;

- при уровнях напряжения 20 В на поддиапазоне 70 В, 60 В, 100 В, 200 В и 600 В при частотах 10 Гц, 20 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 20 кГц, 50 кГц и 100 кГц.

9.1 Передачу единицы переменного напряжения от государственного первичного специального эталона, применяемого при поверке, выполняют методом непосредственного сличения поверяемого преобразователя 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.

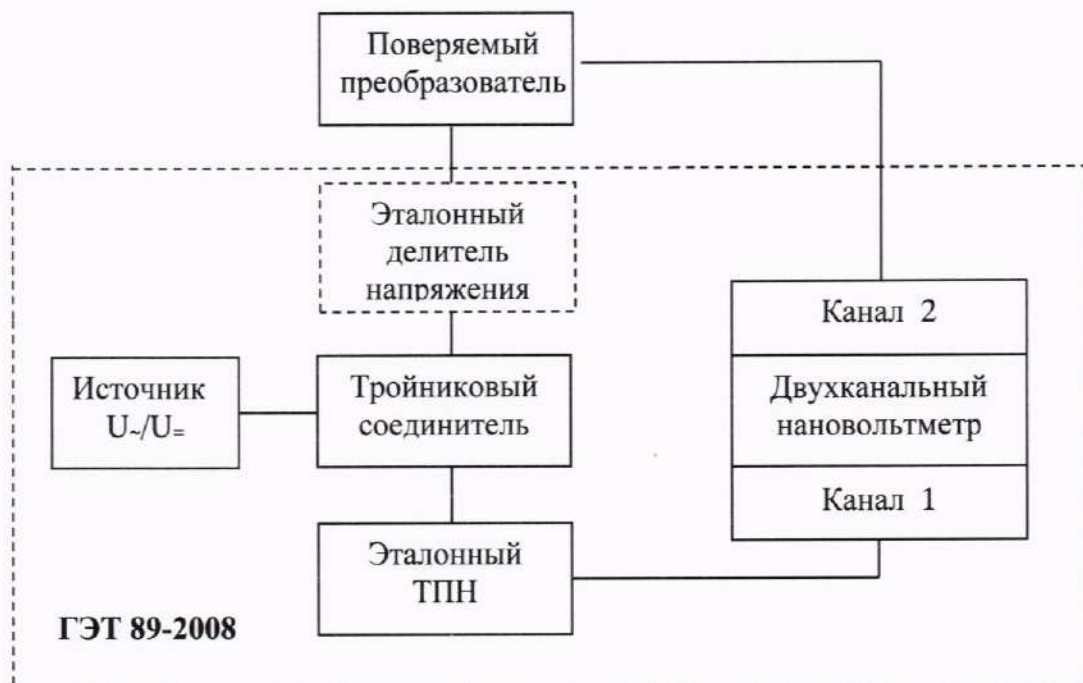


Рисунок 1
Схема соединения приборов при поверке преобразователя

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.

Передача единицы при уровнях напряжения ниже 0,6 В осуществляется с применением эталонного делителя напряжения, вход которого подключается в плечо тройника, а к выходу эталонного делителя напряжения подключают поверяемый преобразователь.

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 коэффициента К при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц

9.3.1 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 кГц с номинальным значением, установленным в соответствии с 9.1. Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э\sim(i)}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{k\sim(i)}$.

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 напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э+(i)}$ и значение напряжения 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 напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к-(i)}$.

9.3.4 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 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 напряжения 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 напряжения 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 напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к~}$ предыдущего $(i-го)$ цикла.

9.3.6 Рассчитывают разность погрешностей ($\Delta\gamma_{1кГц-0}$) поверяемого преобразователя ($\Delta\gamma_{к1кГц}$) и эталонного ($\Delta\gamma_{э1кГц}$) ПН по формулам:

$$\Delta\gamma_{1кГц-0} = \gamma_{к1кГц} - \gamma_{э1кГц} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\gamma(i)$$

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

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

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

$$\Delta e_k(i) = \frac{e_{k\sim}(i) + e_{k\sim}(i+1)}{2} - e_{kDC}(i),$$

$$\gamma_{\Sigma}(i) = \frac{1}{M} \frac{\Delta e_{\Sigma}(i)}{e_{\Sigma DC}(i)},$$

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

$$e_{\Sigma DC}(i) = \frac{e_{\Sigma+}(i) + e_{\Sigma-}(i)}{2},$$

$$\Delta e_{\Sigma}(i) = \frac{e_{\Sigma\sim}(i) + e_{\Sigma\sim}(i+1)}{2} - e_{\Sigma DC}(i).$$

9.3.7 Коэффициент K поверяемого преобразователя при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц рассчитывают по формуле

$$K = \Delta \gamma_{1 \text{ кГц}-0} + \gamma_{\Sigma \text{ПН}};$$

где $\gamma_{\Sigma \text{ПН}}$ - погрешность эталонного ПН.

9.4 Определение коэффициента K при частотах, отличных от частоты 1 кГц

Коэффициент K при частотах, отличных от частоты 1 кГц, относительно напряжения постоянного тока определяют как сумму погрешности на частоте 1 кГц $\gamma_{1 \text{ кГц}}$ и частотной погрешности $\gamma_{kf-1 \text{ кГц}}$ на частоте f относительно частоты 1 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 $e_{\Sigma-1}$ (определенного при первом измерении по 9.1). Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{\Sigma(i)f}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{K(i)f}$.

9.4.2 Подают на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 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 $e_{\Sigma-1}$ (определенного при первом измерении

по 9.1). Измеряют значение термоЭДС или напряжения на выходе эталонного ПН $e_{э(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}$ и значение напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}$.

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 напряжения 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 , $U_{1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}$, 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 напряжения 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 напряжения на выходе поверяемого преобразователя $e_{к(i)f}$ от U_f предыдущего $(i\text{-го})$ цикла.

9.4.5 Рассчитывают разность частотных погрешностей ($\Delta\gamma_f - 1\kappa\Gamma_{\text{ц}}$) поверяемого преобразователя ($\gamma_{kf} - 1\kappa\Gamma_{\text{ц}}$) и эталонного ПН ($\gamma_{эf} - 1\kappa\Gamma_{\text{ц}}$) по формулам:

$$\Delta\gamma_{f-1\kappa\Gamma_{\text{ц}}} = \gamma_{kf-1\kappa\Gamma_{\text{ц}}} - \gamma_{эf-1\kappa\Gamma_{\text{ц}}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta\gamma_{(1)}$$

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

$$\gamma_{k(i)} = \frac{\Delta e_{k(i)}}{e_{k(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}},$$

$$\Delta e_{k(i)} = \frac{e_{k(i)f} + e_{k(i+1)f}}{2} - e_{k(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}$$

$$\gamma_{э(i)} = \frac{1}{M} \frac{\Delta e_{э(i)}}{e_{э(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}}},$$

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

$$\Delta e_{э(i)} = \frac{e_{э(i)f} + e_{э(i+1)f}}{2} - e_{э(i)1\kappa\Gamma_{\text{ц}}},$$

9.4.6 Рассчитывают значение основной относительной погрешности поверяемого преобразователя на частоте f относительно частоты 1 кГц по формуле

$$\gamma_{kf-1 \text{ кГц}} = \Delta\gamma_{f-1 \text{ кГц}} + \gamma_{\text{эфп}}(a),$$

где $\gamma_{\text{эфп}}(a)$ - погрешность эталонного ПН на частоте f относительно частоты 1 кГц.

9.4.7 Рассчитывают коэффициент K поверяемого преобразователя на частоте f относительно напряжения постоянного тока по формуле

$$K = \gamma_{kf-1 \text{ кГц}} + \gamma_{kl \text{ кГц}}.$$

10 Подтверждение соответствия преобразователя метрологическим требованиям

Результаты поверки считаются положительными, если измеренное значение коэффициентов K преобразователя не превышает допускаемых значений, приведённых в таблице 3.

Результаты считаются отрицательными, если измеренное значение коэффициентов K преобразователя отличаются от допускаемых значений, приведённых в таблице 3.

Таблица 3 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений напряжения переменного тока приведены в табл. 3.

Верхнее значение поддиапазона измерений	$U_{вх}$	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, $\pm 10^{-6} \cdot K \cdot U_{вх}$							
		Значения коэффициента K при частоте							
		10 Гц	20 Гц	1 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	1 МГц
22 мВ	10 мВ	1000	500	300	300	300	700	1500	5000
220 мВ	100 мВ	600	150	60	60	80	110	300	2500
700 мВ	300 мВ	600	150	60	60	80	110	300	2500
	600 мВ	900	300	60	60	80	100	300	2500
2,2 В	1 В	600	150	20	45	55	75	150	500
	2 В	900	300	20	45	55	75	150	500
7 В	2 В	600	150	25	45	55	75	150	530
	6 В	900	300	20	45	55	75	150	520
22 В	10 В	600	150	20	45	55	75	150	590
	20 В	900	300	20	45	55	75	150	590
70 В	20 В	600	150	25	45	55	75	150	
	60 В	900	300	20	45	55	75	150	
220 В	100 В	600	150	30	45	55	75	150	
	200 В	900	300	27	45	55	75	150	
1000 В	200 В	300	95	40	45	55	75	150	
	600 В			27	45	55	75	150	

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).

Допускается проведение поверки в сокращенном объеме на основании заявления заказчика. В таком случае, при передаче сведений в ФИФ обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

Приложение А

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 коэффициента К к показаниям преобразователя в зависимости от частоты и уровня напряжения

Под-н	U _{вх}		10 Гц	20 Гц	1 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	1МГц
22 мВ	10 мВ	К, ppm								
220 мВ	100 мВ	К, ppm								
0,7 В	300 мВ	К, ppm								
	0,6 В	К, ppm								
2,2 В	1 В	К, ppm								
	2 В	К, ppm								
7 В	2 В	К, ppm								
	6 В	К, ppm								
22 В	10 В	К, ppm								
	20 В	К, ppm								
70 В	20 В	К, ppm								
	60 В	К, ppm								
220 В	100 В	К, ppm								
	200 В	К, ppm								
1000 В	200 В	К, ppm								
	600 В	К, ppm								

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