

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»



Н.И. Ханов

17 октября 2014 г.

**КОМПЛЕКТ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ  
ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПНТЭ - 36**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП – 2201 – 0033 – 2014

Руководитель лаборатории ГЦИ СИ  
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Шевцов'.

В.И. Шевцов

## СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки.....	3
2	Средства поверки.....	3
3	Требования безопасности.....	4
4	Условия поверки.....	4
5	Подготовка к поверке.....	4
6	Проведение поверки.....	4
6.1	Внешний осмотр.....	4
6.2	Опробование.....	4
6.3	Поверка.....	5
7	Оформление результатов поверки.....	10

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки комплекта преобразователей напряжения ПНТЭ-36 (далее по тексту – преобразователи) при выпуске из производства, находящихся в эксплуатации, после хранения и ремонта.

Интервал между поверками – 1 год при первичной поверке и 2 года – при периодической поверке.

### 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2	Да	Да
Поверка	6.3	Да	Да

### 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 Поверка преобразователей должна производиться с помощью средств поверки, приведенных в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Тип СИ	Используемые основные технические характеристики СИ	Пункт методики
Государственный первичный специальный эталон единицы электрического напряжения – вольт – в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц	ГЭТ 89-2008	Диапазон частот 10 – $3 \cdot 10^7$ Гц; Диапазон значений напряжения 0,1 – 1000 В; НСП $1 \cdot 10^{-6}$ - $3 \cdot 10^{-4}$ ; СКО $3 \cdot 10^{-7}$ - $5 \cdot 10^{-5}$ .	6.3
Государственный вторичный эталон единицы электрического напряжения – вольт – в диапазоне частот 10 - $3 \cdot 10^7$ Гц	ГВЭТ 89	Диапазон частот 10 – $3 \cdot 10^7$ Гц; Диапазон значений напряжения 0,1 – 1000 В; Доверительные границы суммарной погрешности $25 \cdot 10^{-6}$ – $7,5 \cdot 10^{-4}$ .	6.3

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке должны выполняться меры безопасности, указанные в руководствах (инструкциях) по эксплуатации поверяемых преобразователей и средств поверки.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$
- относительная влажность воздуха, %  $65 \pm 15$
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)  $95 \pm 10 (765 \pm 30)$

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 Перед проведением поверки следует проверить наличие эксплуатационной документации на преобразователи и срок действия свидетельства о поверке (аттестации) ГЭТ 89-2008 или ГВЭТ 89.

5.2 Включить ГЭТ 89-2008 или ГВЭТ 89 и прогреть аппаратуру из состава эталона в течение времени, которое указано в их эксплуатационной документации.

### 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Внешний осмотр преобразователей предусматривает проверку:

- комплектности;
- отсутствия механических повреждений корпусов преобразователей, контактных соединителей блоков и узлов преобразователей;
- состояния лакокрасочных покрытий;
- наличия свидетельства о предыдущей поверке.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если комплектность соответствует разделу 2.3 руководства по эксплуатации, контактные соединители узлов и блоков, а также корпуса преобразователей не имеют повреждений, надписи на корпусах блоков и узлов сохраняют четкость.

#### 6.2 Опробование

6.2.1 Опробование проводят после ознакомления с руководством по эксплуатации на комплект ПНТЭ-36.

6.2.2 Измерить нановольтмикроомметром 34420А из состава эталона значение сопротивления каждого отдельно взятого блока БДС. Убедиться в том, что значения сопротивлений, измеренные между потенциальными зажимами входного и выходного разъемов блоков БДР, находятся в пределах норм, установленных в руководстве по эксплуатации.

6.2.3 Для опробования каждого из модулей комплекта преобразователей П1 – П6 и модуля ПП1 выполнить следующие операции.

6.2.3.1 Собрать схему в соответствии с рис. 1. Подать с выхода источника постоянного/переменного напряжения из составе эталона на вход модуля П1 номинальное напряжение  $U_p = 0,003$  В частотой 1 кГц. Убедиться по показаниям нановольтметра 34420А, что выходное напряжение модуля П1 составляет  $(1,50 \pm 0,15)$  В.

6.2.3.2 Повторить операции по п. 6.2.3.1, поочередно подключая вместо модуля П1 модули П2 – П6, затем модуль ПП1, и подавая с выхода источника постоянного/переменного напряжения напряжение, соответствующее номинальному напряжению каждого из модулей П2 – П6 и модуля ПП1.

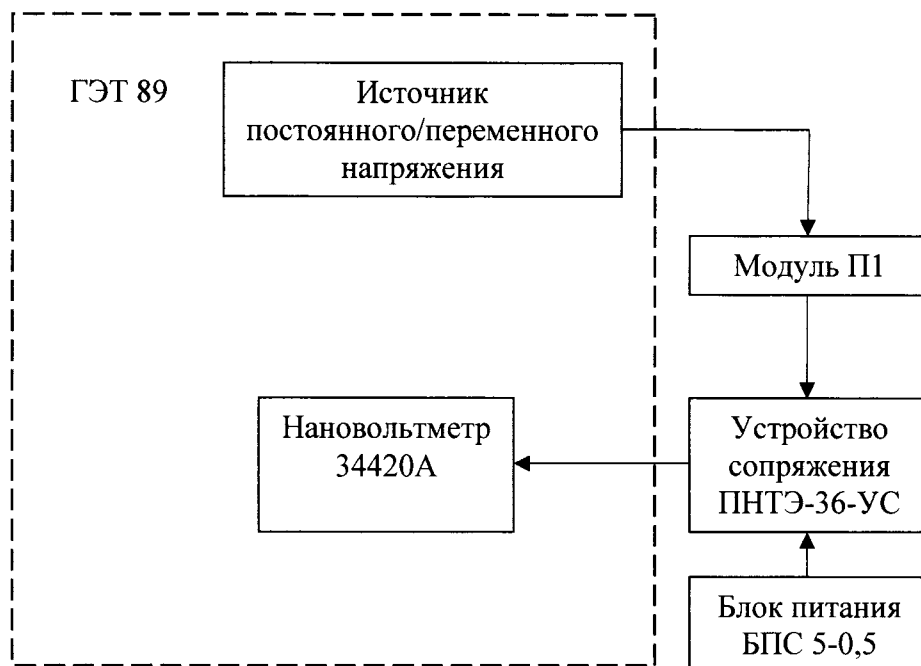


Рисунок 1

Схема соединения приборов при опробовании модулей П1 – П6 и ПП1 комплекта ПНТЭ-36

### 6.3 Поверка

6.3.1 Определение значения изменения выходного напряжения модулей комплекта ПНТЭ-36 при инверсии полярности входного постоянного напряжения.

6.3.1.1 Определение значения изменения выходного напряжения модулей комплекта ПНТЭ-36 при инверсии полярности постоянного напряжения проводить в соответствии со схемой соединения приборов, приведенной на рисунке 1.

6.3.1.2 Подать на вход модуля П1 из состава комплекта ПНТЭ-36 напряжение положительной полярности, соответствующее номинальному значению напряжения модуля П1. Выдержать модуль П1 при поданном на его вход номинальном напряжении в течение времени, оговоренном в руководстве по эксплуатации преобразователей. Измерить нановольтметром 34420А значение напряжения  $E_1$  на выходе модуля П1. Подать на вход модуля П1 из состава комплекта преобразователей напряжения ПНТЭ-36 напряжение отрицательной полярности, соответствующее номинальному значению напряжения модуля П1. Измерить нановольтметром 34420А значение напряжения  $E_2$  на выходе модуля П1. Повторить измерения 3-5 раз, каждый раз подсчитывая значение асимметрии  $A$  модуля П1 (отклонение напряжения  $E_1$  от  $E_2$ , вызванное сменой полярности входного напряжения) по формуле:

$$A = \left( \frac{E_1}{E_2} - 1 \right) * 100 \% \quad (1)$$

6.3.1.3 Вычислить среднее значение  $A$  по нескольким измерениям.

6.3.1.4 Повторить операции по пп. 6.3.1.2 – 6.3.1.3 для модулей П2 – П6 и модуля ПП1.

6.3.1.5 Результат проверки считается удовлетворительным, если среднее значение  $A$  из 3-5 измерений не превышает значений:

- $\pm 0,01$  % для модулей П5, П6;
- $\pm 0,01$  % для модулей П3 и П4;
- $\pm 0,05$  % для модуля П2;
- $\pm 0,1$  % для модуля П1;
- $\pm 0,002$  % для модулей ПП1, П7-П14.

Значение асимметрии для модуля ПП1 распространяется на составные модули П7 – П14.

6.3.2 Определение значения нестабильности установившегося выходного напряжения модулей преобразователей П1 – П6 и ПП1.

6.3.2.1 Определение значения нестабильности установившегося выходного напряжения модулей преобразователей П1 – П6 и ПП1 проводить в соответствии со схемой соединения приборов, приведенной на рисунке 1.

6.3.2.2 Подать на вход модуля П1 из состава комплекта ПНТЭ-36 напряжение положительной полярности, соответствующее номинальному значению напряжения модуля П1. Выдержать модуль П1 при поданном на его вход номинальном напряжении в течение времени, оговоренном в руководстве по эксплуатации преобразователей.

6.3.2.3 Отсчет изменений выходного напряжения выбранного модуля преобразователя провести, фиксируя показания нановольтметра 34420А. Отсчет показаний нановольтметра 34420А провести в начале 5-минутного интервала наблюдений, вычисляя среднее значение  $E_{1cp}$  5 отсчетов, снятых с интервалом 5 секунд. Затем - в конце 5 минутного интервала наблюдений, вычислить среднее значение  $E_{2cp}$  5 отсчетов, снятых с интервалом 5 секунд.

6.3.2.3 Рассчитать значение нестабильности установившегося выходного напряжения модулей преобразователей П1 – П6 и ПП1 по формуле:

$$C_{\tau} = \left( \frac{E_{2cp}}{E_{1cp}} - 1 \right) * 100 \% \quad (2)$$

6.3.2.4 Результат считается удовлетворительным, если значение  $C_{\tau}$  не превышает  $\pm 0,002$  % для П3-П6 ПП1;  $\pm 0,01$  % для П1, П2

6.3.3 Определение основной погрешности модулей комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц.

6.3.3.1 Определение основной погрешности модулей П5, П6 и ПП1 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц.

6.3.3.1.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

6.3.3.1.2 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 кГц с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя. Измерить термоЭДС  $e_{\sim 1}$  эталонного преобразователя и напряжение  $E_{\sim 1}$  на выходе поверяемого преобразователя.

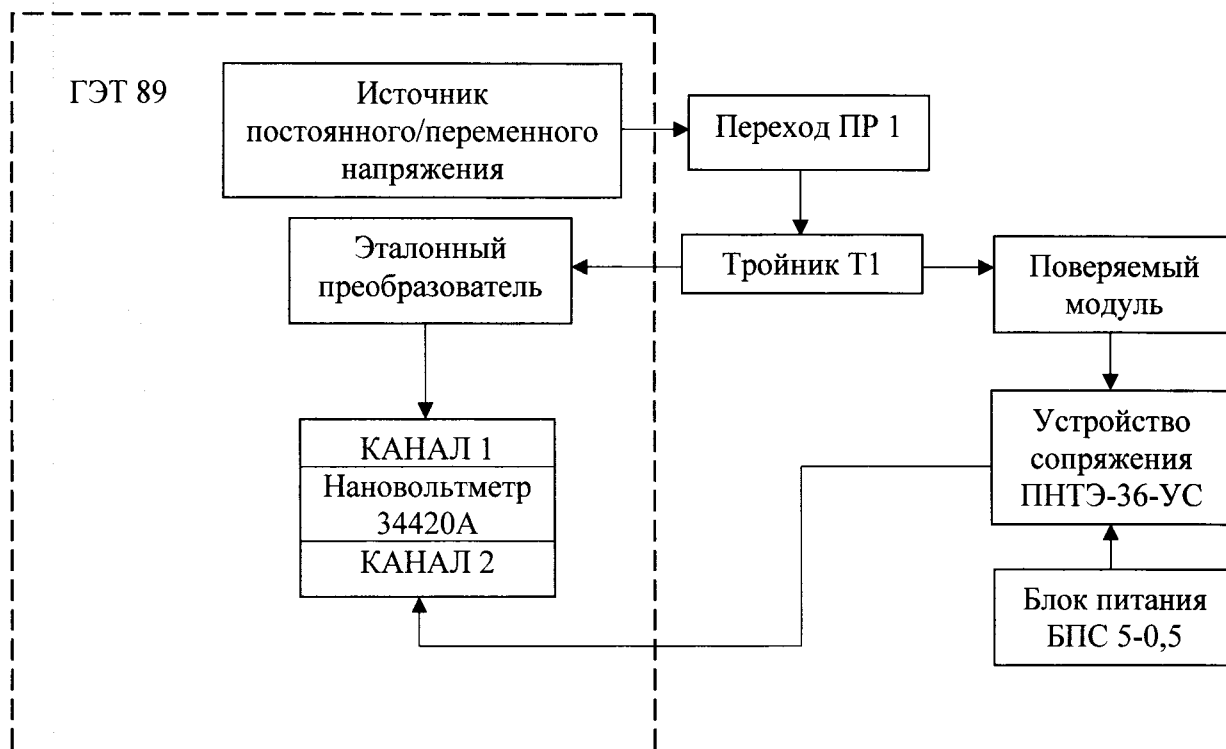


Рисунок 2

Схема соединения приборов при определении основной погрешности модулей П5, П6 и ПП1 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц

6.3.3.1.3 Подать на вход тройникового соединителя постоянное напряжение положительной полярности с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{3-1}$ . Измерить напряжение  $E_{п}^{+}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.1.4 Подать на вход тройникового соединителя постоянное напряжение отрицательной полярности с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{3-1}$ . Измерить напряжение  $E_{п}^{-}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.1.5 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 кГц с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{3-1}$ . Измерить напряжение  $E_{п}^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.1.6 Рассчитать значение основной погрешности  $\delta_{01}$  модулей П5, П6 и ПП1 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц по формуле:

$$\delta_{01} = \left( \frac{E_{1п}^{-} + E_{2п}^{-}}{E_{п}^{+} + E_{п}^{-}} - 1 \right) \cdot 100\%. \quad (3)$$

6.3.3.1.7 Повторить операции по пп. 6.3.3.1.2 – 6.3.3.1.6 в цикле 3 - 5 раз. За результат основной погрешности  $\delta_{01}$  модулей П5, П6 и ПП1 комплекта ПНТЭ-36 при

переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц взять среднее значение из 3 – 5 измерений.

6.3.3.1.8 Результат считается удовлетворительным, если среднее значение  $\delta_{01}$  из 3-5 измерений не превышает значений приведённых в п. 2.4.2.3 табл. 2.2. РЭ.

6.3.3.2 Определение основной погрешности модулей П1 – П4 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц.

6.3.3.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

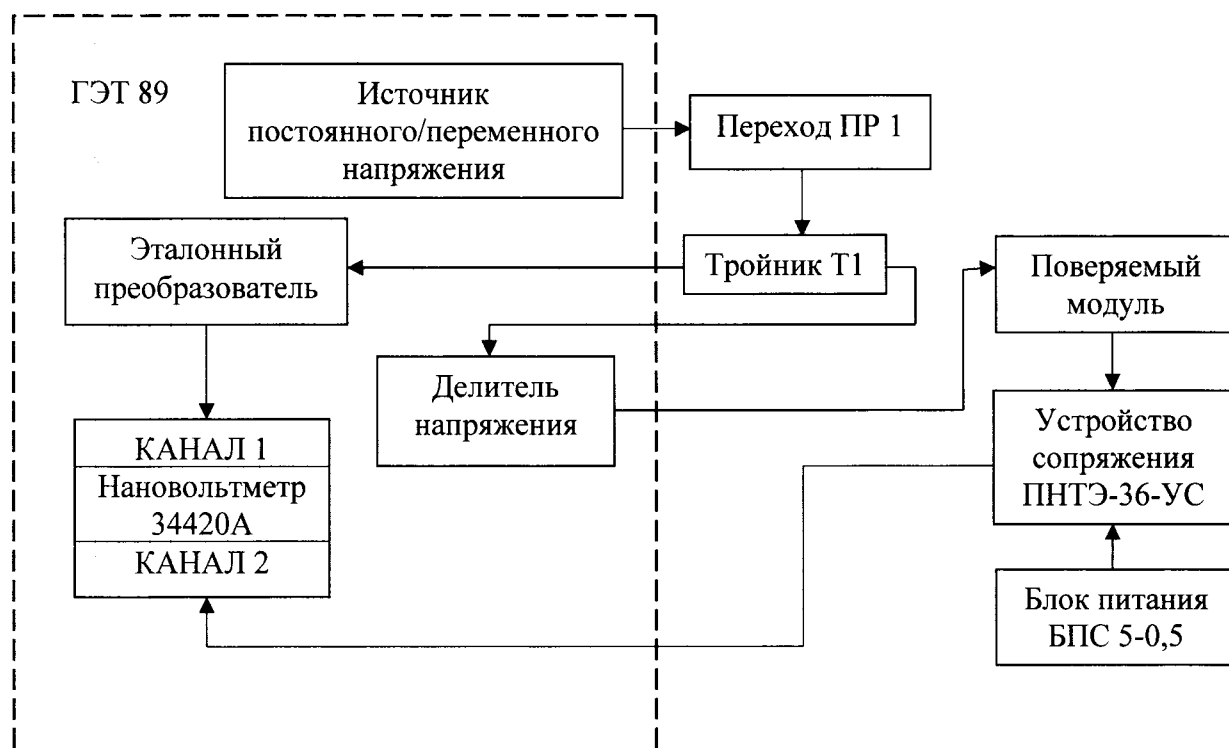


Рисунок 3

Схема соединения приборов при определении основной погрешности модулей П1 – П4 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц

6.3.3.2.2 В качестве эталонного преобразователя использовать преобразователь на номинальное значение напряжения 1 В. Ввести на делителе напряжения требуемое значение ослабления, при котором на входе поверяемого модуля будет соответствующее номинальное значение напряжения. Так, например, при входном напряжении 1 В и значении ослабления 50 дБ на входе поверяемого модуля П1 будет напряжение 3,16 мВ.

При поверке комплекта преобразователей ПНТЭ-36 в качестве эталона 1-го разряда на вторичном эталоне в качестве делителя напряжения используется делитель напряжения коаксиальный из комплекта поставки ПНТЭ-36.

6.3.3.2.3 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение 1 В частотой 1 кГц. Измерить термоЭДС  $e_{3-1}$  эталонного преобразователя и напряжение  $E_{п}^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.2.4 Подать на вход тройникового соединителя постоянное напряжение 1 В положительной полярности и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равно  $e_{3-1}$ . Измерить напряжение  $E_{п}^{+}$  на выходе поверяемого преобразователя.



6.3.3.2.5 Подать на вход тройникового соединителя постоянное напряжение 1 В отрицательной полярности и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{\gamma-1}$ . Измерить напряжение  $E_{\Pi}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.2.6 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение 1 В частотой 1 кГц и регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{\gamma-1}$ . Измерить напряжение  $E_{2\Pi}^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.3.2.7 Рассчитать значение основной погрешности  $\delta_{01}$  модулей П1 – П4 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц по формуле (2).

6.3.3.2.8 Повторить операции по пп. 6.3.3.2.3 – 6.3.3.2.7 в цикле 3 - 5 раз. За результат основной погрешности  $\delta_{01}$  модулей П1 – П4 комплекта преобразователей напряжения ПНТЭ-36 при переходе от напряжения постоянного тока к напряжению переменного тока частотой 1 кГц взять среднее значение из 3 – 5 измерений.

6.3.3.2.9 Результат считается удовлетворительным, если среднее значение  $\delta_{01}$  из 3-5 измерений не превышает значений:

$\pm 0,005$ % для модуля П4;	$\pm 0,003$ % для модулей П5, П12-П14;
$\pm 0,01$ % для модуля П3;	$\pm 0,0015$ % для модулей ПП1, П7-П14;
$\pm 0,03$ % для модуля П2;	$\pm 0,05$ % для модуля П1.

6.3.4 Определение основной погрешности модулей П5, П6 и П7 – П14 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц.

6.3.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. В качестве поверяемого модуля поочередно используются модули П5, П6 и составные модули П7 – П14. При этом напряжение эталонного и поверяемого преобразователей должны быть равнономинальными.

6.3.4.2 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой  $f$  с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя. Измерить термоЭДС  $e_{\gamma f}$  эталонного преобразователя и напряжение  $E_f^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.4.3 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение частотой 1 кГц с номинальным значением равным номинальному значению эталонного (поверяемого) преобразователя. Регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{\gamma f}$ . Измерить напряжение  $E_1^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.4.4 Рассчитать значение основной погрешности  $\delta_f$  модулей П5, П6 и П7 – П14 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц по формуле:

$$\delta_f = \left( \frac{E_f^{\sim}}{E_1^{\sim}} - 1 \right) * 100 \%. \quad (4)$$

6.3.4.5 Повторить операции по пп. 6.3.4.2 – 6.3.4.4 в цикле 3 - 5 раз, выбирая значение частоты  $f$  из ряда 10 Гц, 20 Гц, 50 кГц, 100 кГц и 1 МГц. За результат основной погрешности модулей П5, П6 и П7 – П14 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц взять среднее значение из 3 – 5 измерений.

6.3.4.6 Результат считается удовлетворительным, если среднее значение  $\delta_f$  из 3-5 измерений не превышает значений приведённых в п. 2.4.2.3 и 2.4.2.4 РЭ.

6.3.5 Определение основной погрешности модулей П1 – П4 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц.

6.3.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2. В качестве поверяемого модуля поочередно используются модули П1, П2, П3 и П4. В качестве эталонного преобразователя использовать преобразователь на номинальное значение напряжения 1 В. Ввести на делителе напряжения требуемое значение ослабления, при котором на входе поверяемого модуля будет соответствующее номинальное значение напряжения. Так, например, при входном напряжении 1 В и значении ослабления 50 дБ на входе поверяемого модуля П1 будет напряжение 3,16 мВ.

6.3.5.2 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение 1 В частотой  $f$ . Измерить термоЭДС  $e_{эф}$  эталонного преобразователя и напряжение  $E_f^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.5.3 Подать на вход тройникового соединителя переменное напряжение 1 В частотой 1 кГц. Регулировкой уровня выходного напряжения источника установить значение термоЭДС эталонного преобразователя равное  $e_{эф}$ . Измерить напряжение  $E_1^{\sim}$  на выходе поверяемого преобразователя.

6.3.5.4 Рассчитать значение основной погрешности  $\delta_f$  модулей П5, П6 и П7 – П14 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц по формуле (4).

6.3.5.5 Повторить операции по пп. 6.3.5.2 – 6.3.5.4 в цикле 3 - 5 раз, выбирая значение частоты  $f$  из ряда 10 Гц, 20 Гц, 50 кГц, 100 кГц и 1 МГц. За результат основной погрешности модулей П1 – П4 комплекта ПНТЭ-36 при переходе от напряжения переменного тока частотой  $f$  к напряжению переменного тока частотой 1 кГц взять среднее значение из 3 – 5 измерений.

6.3.5.6 Результат считается удовлетворительным, если среднее значение  $\delta_f$  из 3-5 измерений не превышает значений приведённых в п. 2.4.2.3 и 2.4.2.4 РЭ.

6.3.6 Основная погрешность компарирования  $\delta_{комп}$  переменного напряжения частотой  $f$  с напряжением постоянного тока определяется как алгебраическая сумма значений погрешностей  $\delta_{01}$  и  $\delta_f$ :

$$\delta_{комп} = \delta_{01} + \delta_f$$

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляют свидетельством о поверке или извещением о непригодности установленной формы.

## Приложение 1 (справочное)

Форма протокола поверки

Дата \_\_\_\_\_

Тип поверяемого СИ:

Зав. номер \_\_\_\_\_

Представлен в поверку \_\_\_\_\_

Условия поверки:

Температура окр. воздуха \_\_\_\_\_

Атм. давление \_\_\_\_\_

Отн. влажность воздуха \_\_\_\_\_

Результаты поверки

Преобразователи ПНТЭ-36			Пределы допускаемой основной частотной погрешности $\delta_f$ , %, при переходе от напряжения переменного тока частотой $f$ к напряжению переменного тока частотой 1 кГц										
Тип преобразователя	Модуль	$U_{вх}$	Частота, $f$										
			10 Гц		20 Гц		50 кГц		100 кГц		1 МГц		
			Доп.	Измер.	Доп.	Измер.	Доп.	Измер.	Доп.	Измер.	Доп.	Измер.	
ПНТЭ-36-0,003	П1	3 мВ											
ПНТЭ-36-0,01	П2	10 мВ											
ПНТЭ-36-0,03	П3	30 мВ											
ПНТЭ-36-0,1	П4	100 мВ											
ПНТЭ-36-0,3	П5	300 мВ											
ПНТЭ-36-1	П6	500 мВ											
ПНТЭ-36-1	П6	1 В											
ПНТЭ-36-2,5	ПП1	2,5 В											
ПНТЭ-36-3	П7	3 В											
ПНТЭ-36-10	П8	10 В											
ПНТЭ-36-30	П9	30 В											
ПНТЭ-36-50	П10	50 В											
ПНТЭ-36-100	П11	100 В											
ПНТЭ-36-300	П12	300 В											
ПНТЭ-36-500	П13	500 В											
ПНТЭ-36-1000	П14	1000 В											

**Заключение:** Комплект ПНТЭ-36, зав. № \_\_\_\_\_

- годен к применению в составе вторичного эталона единицы переменного напряжения по ГОСТ Р 8.648;

- годен к применению в составе рабочего эталона 1-го разряда по ГОСТ Р 8.648;

- негоден к применению.

(нужное подчеркнуть)

Поверитель \_\_\_\_\_