

УТВЕРЖДАЮ

**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ**



С.И. Донченко

2009 г.

Инструкция

**СИСТЕМА ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ
«ТЕПЛООБМЕННИК-4»**

Методика поверки

2009 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1 Операции поверки	4
2 Средства поверки	4
3 Условия поверки	5
4 Требования к безопасности и квалификации персонала.....	5
5 Подготовка к поверке	6
6 Проведение поверки	6
7 Обработка результатов измерений	7
8 Оформление результатов поверки	8
Приложение А. Функциональные схемы.....	9
Приложение Б. Форма протокола поверки	11

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1 Операции поверки	4
2 Средства поверки	4
3 Условия поверки	5
4 Требования к безопасности и квалификации персонала.....	5
5 Подготовка к поверке	6
6 Проведение поверки	6
7 Обработка результатов измерений	7
8 Оформление результатов поверки	8
Приложение А. Функциональные схемы.....	9
Приложение Б. Форма протокола поверки	11

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерительно-вычислительную «Теплообменник-4», зав. № 002, предназначенную для измерений силы и напряжения постоянного тока, сопротивления постоянному току, частоты синусоидального напряжения и устанавливает методы и средства её первичной и периодической поверки.

Пределы допускаемых приведенных (к верхнему пределу измерений) погрешностей измерений измеряемых величин (при доверительной вероятности $P=0,95$) должны соответствовать следующим значениям:

- сила постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА..... $\pm 0,1 \%$;
- напряжение постоянного тока в диапазоне от минус 10 до 10 В..... $\pm 0,1 \%$;
- сопротивление постоянному току в диапазоне от 35 до 120 Ом $\pm 0,1 \%$;
- частота синусоидального напряжения в диапазоне от 1 до 1500 Гц $\pm 0,1 \%$,

Перечень параметров измерительных каналов (ИК), подлежащих определению при поверке, приведен в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметров ИК	Условное обозначение
Среднее арифметическое значение измеренной величины на i -ой ступени	$\bar{y}_i$
Оценка систематической составляющей погрешности	$\bar{\Delta}_{ci}$
Оценка среднего квадратического отклонения измеренной величины на i -ой ступени	$S_i(\Delta^\circ)$
Граница систематической погрешности измерительного канала на i -ой ступени	Θ_i
Граница суммарной абсолютной погрешности измерительного канала на i -ой ступени	$\bar{\Delta}_i$
Абсолютная погрешность ИК	Δ
Приведенная погрешность ИК	γ

Исходными данными для расчета параметров ИК являются выходные сигналы ИК, представляемые в виде массивов чисел y_{jk} , полученные при подаче на вход поверяемого ИК входных величин x_i , контролируемых по рабочему эталону,

- где i - индекс номера контрольной точки;
- k - индекс номера отсчета в контрольной точке.

Функциональные схемы поверки ИК представлены в Приложении А, рис. А.1 – А.4.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки выполнить операции, указанные в таблице 2.
Таблица 2

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	6.1	да	да
2 Опробование	6.2	да	да
3 Определение приведенных погрешностей измерений ИК	6.3	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
6.3	Калибратор многофункциональный МСХ-II-R: диапазон воспроизведения силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения силы постоянного тока $\pm (0,012 \text{ \% от диапазона} + 0,001 \text{ мА})$, диапазон воспроизведения напряжения постоянного тока от 0 до 12 В, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока $\pm (0,004 \text{ \% от показаний} + 0,002 \text{ \% от диапазона} + 0,0001 \text{ В})$
6.3	Магазин сопротивления Р4831: диапазон воспроизводимых сопротивлений от 0,002 до 111111,10 Ом, класс точности $0,02/2 \cdot 10^{-6}$
6.3	Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110: диапазон рабочих частот от 0,01 Гц до 2 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 3 \cdot 10^{-5} \text{ \%}$
Вспомогательные средства поверки	
Раздел 3	Термометр по ГОСТ 28498-90: диапазон измерений температуры от минус 30 до 60 °С; цена деления 1 °С
Раздел 3	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1: диапазон измерений абсолютного давления от 600 до 800 мм рт. ст., пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений абсолютного давления $\pm 1,5 \text{ мм рт. ст.}$

Номер пункта методики поверки	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки. Номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам. Разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
Раздел 3	Психрометр аспирационный МВ-4М: диапазон измерений относительной влажности от 10 до 100 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности $\pm 2 \%$

3.2. При проведении поверки допускается применять другие средства измерений, удовлетворяющие по точности и диапазону измерений требованиям настоящей методики.

3.3. При поверке должны использоваться средства измерений утвержденных типов.

3.4. Используемые при поверке рабочие эталоны должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

Вспомогательные средства поверки должны быть поверены (откалиброваны) и иметь действующие свидетельства о поверке или сертификаты о калибровке.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды, °С.....от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)....от 84 до 106 (от 650 до 795).

Параметры электропитания:

- напряжение переменного тока, В.....220 $\pm$ 4,4;
- частота переменного тока, Гц.....50 $\pm$ 1.

Примечание - При проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К БЕЗОПАСНОСТИ И КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

4.1. При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд. 3), ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, ГОСТ 12.2.091-94 и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Поверка ИК системы должна осуществляться лицами, изучившими её эксплуатационную документацию и аттестованными в качестве поверителей.

4.3 Лица, участвующие в поверке ИК системы, должны пройти инструк-

таж по знаниям правил техники безопасности, пожарной безопасности, промышленной санитарии, иметь стаж работы не менее 6 месяцев.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При подготовке к поверке провести следующие работы:

- проверить целостность электрических цепей ИК;
- обеспечить оперативную связь оператора у монитора с оператором, задающим контрольные значения;
- включить вентиляцию и освещение;
- отключить первичные преобразователи от ИК;
- подключить вместо первичных преобразователей рабочие эталоны в соответствии со схемами подключения (см. схемы на рисунках А.1- А.4 Приложения А);
- перед началом поверки измерить и занести в протокол поверки условия окружающей среды (температура и влажность воздуха, атмосферное давление).

6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Внешний вид системы проверить на соответствие данным, приведенным в паспорте и в руководстве по эксплуатации.

При внешнем осмотре проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических и электрических повреждений, влияющих на работу;
- наличие маркировки с указанием типа и заводского номера;
- отсутствие повреждений в соединениях, наличие защитного заземления, а также выполнение условий поверки, установленных в разделе 3;
- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- четкость изображения имеющихся надписей;
- состояние лакокрасочного покрытия.

6.1.2 Результаты поверки считать положительными, если соблюдаются требования п. 6.1.1. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.2 Опробование

6.2.1 1 Произвести опробование системы в следующей последовательности.

Включить базовые блоки PXI и SCXI в сеть, подать напряжение питания на все компоненты системы, загрузить операционную систему и запустить на выполнение виртуальную панель программы управления системой.

Убедиться в правильности инициализации всех ИК системы и в прохождении тестовой программы с отсутствием индицируемых ошибок. Тестовая программа выполняется автоматически после включения питания и запуска виртуальной панели.

6.2.2 Результат опробования считать положительным, если тестовая программа выполнена полностью, отсутствуют индицируемые ошибки и все ИК сконфигурированы успешно. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

6.3 Определение приведенной погрешности измерений ИК

6.3.1 Для каждого типа ИК собрать схему соединения приборов согласно рисунков А.1 - А.4 Приложения А.

6.3.2 Установить на входе ИК последовательно 11 ступеней x_i эталонного сигнала измеряемой величины от x_0 до x_{10} , где i - номер ступени ($i = 0 \dots 10$);

Примечание - Значения эталонных сигналов x_i должны быть равномерно распределены во всем заданном диапазоне измерений ИК.

6.3.2 На каждой ступени провести m измерений. В результате запоминаются массивы измеренных значений y_{ik} , ($k = 1, 2, \dots, m$). При первичной и периодической поверке: $m \geq 50$.

7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Измеренные массивы значений y_{ik} обрабатывать следующим образом.

7.1 Вычислить среднее значение измеренной величины на каждой i -той ступени:

$$\bar{y}_i = \frac{\sum_k y_{i,k}}{m}. \quad (1)$$

7.2 Для каждой i -той ступени вычислить систематическую составляющую погрешности $\bar{\Delta}_{ci}$:

$$\bar{\Delta}_{ci} = \bar{y}_i - x_i. \quad (2)$$

7.3 Определить границы систематических погрешностей Θ_i измеренной величины:

$$\Theta_i = 1,1 \cdot \sqrt{\bar{\Delta}_{ci}^2 + \Delta_{c1}^2}, \quad (3)$$

где Δ_{c1} - абсолютная погрешность рабочего эталона.

7.4 Вычислить среднее квадратическое отклонение измеренной величины $S_i(\Delta^\circ)$ на каждой i -той ступени:

$$S_i(\Delta^\circ) = \sqrt{\frac{\sum_k (y_{i,k} - \bar{y}_i)^2}{m-1}}. \quad (4)$$

7.5 Оценить границы суммарной абсолютной погрешности $\bar{\Delta}_i$ измеренной величины на каждой i -той ступени следующим образом:

$$7.5.1 \text{ Определить } K = \frac{\Theta_i}{S_i(\Delta^\circ)}. \quad (5)$$

7.5.2 Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_i = \Theta_i$, (6)

если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_i = t \cdot S_i(\Delta^\circ)$, (7)

$$\text{если } 0,8 \leq K \leq 8,0, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3} + S_i^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_i(\Delta^\circ) + \Theta_i}{S_i(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3}}} \right), \quad (8)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для числа степеней свободы $m-1$ в соответствии с ГОСТ 7.207-76, Приложение 2.

7.6 Определить погрешность ИК Δ как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i| \quad (9)$$

7.7 Определить приведенную погрешность γ ИК:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \% \quad (10)$$

где x_n - верхний предел диапазона измерений ИК.

7.8 Результаты поверки считать удовлетворительными, если для всех ИК значения приведенной погрешности измерений находится в пределах $\pm 0,1$ %. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

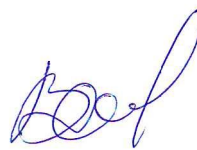
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол поверки (Приложение Б).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на неё выдается извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.В. Хижняк

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.А. Кулак

7.5.2 Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_i = \Theta_i$, (6)

если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_i = t \cdot S_i(\Delta^\circ)$, (7)

$$\text{если } 0,8 \leq K \leq 8,0, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3} + S_i^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_i(\Delta^\circ) + \Theta_i}{S_i(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3}}} \right), \quad (8)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для числа степеней свободы $m-1$ в соответствии с ГОСТ 7.207-76, Приложение 2.

7.6 Определить погрешность ИК Δ как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i| \quad (9)$$

7.7 Определить приведенную погрешность γ ИК:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \% \quad (10)$$

где x_n - верхний предел диапазона измерений ИК.

7.8 Результаты поверки считать удовлетворительными, если для всех ИК значения приведенной погрешности измерений находится в пределах $\pm 0,1$ %. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол поверки (Приложение Б).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на неё выдается извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.В. Хижняк

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.А. Кулак

7.5.2 Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_i = \Theta_i$, (6)

если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_i = t \cdot S_i(\Delta^\circ)$, (7)

$$\text{если } 0,8 \leq K \leq 8,0, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3} + S_i^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_i(\Delta^\circ) + \Theta_i}{S_i(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3}}} \right), \quad (8)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для числа степеней свободы $m-1$ в соответствии с ГОСТ 7.207-76, Приложение 2.

7.6 Определить погрешность ИК Δ как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i| \quad (9)$$

7.7 Определить приведенную погрешность γ ИК:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \% \quad (10)$$

где x_n - верхний предел диапазона измерений ИК.

7.8 Результаты поверки считать удовлетворительными, если для всех ИК значения приведенной погрешности измерений находится в пределах $\pm 0,1$ %. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

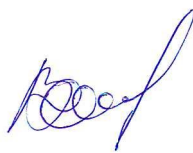
8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол поверки (Приложение Б).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

8.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на неё выдается извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.В. Хижняк

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ



В.А. Кулак

7.5.2 Если $K > 8$, то $\bar{\Delta}_i = \Theta_i$, (6)

если $K < 0,8$, то $\bar{\Delta}_i = t \cdot S_i(\Delta^\circ)$, (7)

$$\text{если } 0,8 \leq K \leq 8,0, \text{ то } \bar{\Delta}_i = \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3} + S_i^2(\Delta^\circ)} \cdot \left(\frac{t \cdot S_i(\Delta^\circ) + \Theta_i}{S_i(\Delta^\circ) + \sqrt{\frac{\Theta_i^2}{3}}} \right), \quad (8)$$

где t - коэффициент Стьюдента, который определяется при доверительной вероятности $P = 0,95$ для числа степеней свободы $m-1$ в соответствии с ГОСТ 7.207-76, Приложение 2.

7.6 Определить погрешность ИК Δ как максимальное значение суммарной абсолютной погрешности:

$$\Delta = \max |\bar{\Delta}_i| \quad (9)$$

7.7 Определить приведенную погрешность γ ИК:

$$\gamma = \frac{\Delta \cdot 100}{x_n} \% \quad (10)$$

где x_n - верхний предел диапазона измерений ИК.

7.8 Результаты поверки считать удовлетворительными, если для всех ИК значения приведенной погрешности измерений находится в пределах $\pm 0,1$ %. В противном случае система дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1 При поверке вести протокол поверки (Приложение Б).

8.2 При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке.

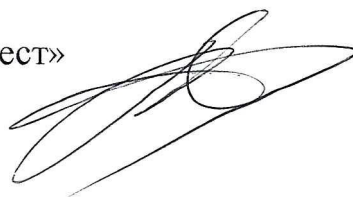
8.3 При отрицательных результатах поверки система к применению не допускается и на неё выдается извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

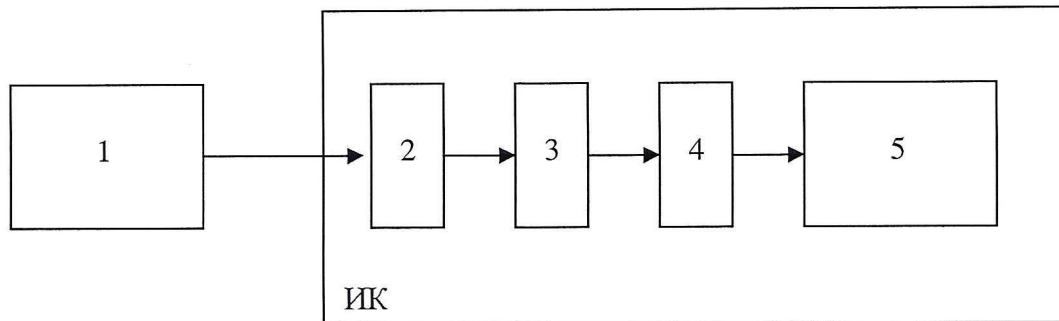


В.В. Хижняк

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИИ МО РФ

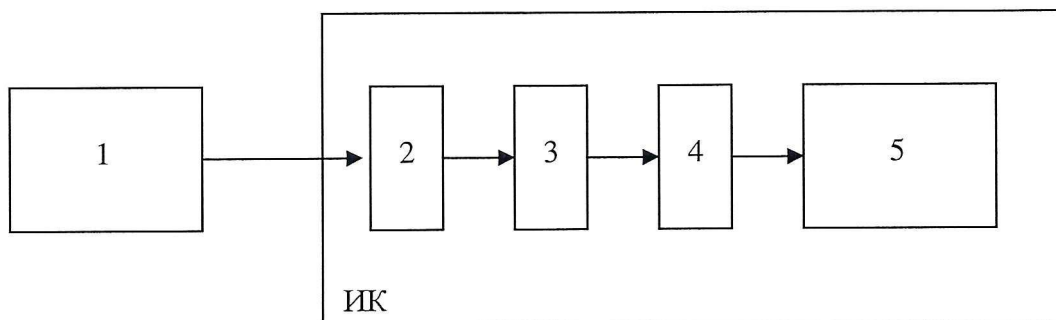


В.А. Кулак



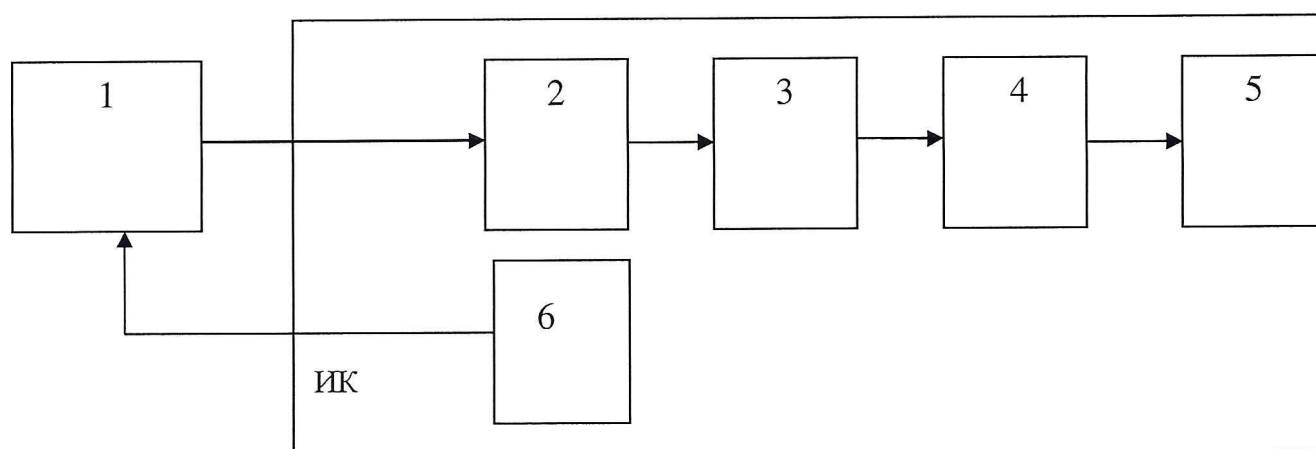
- 1 – калибратор многофункциональный МСХ-II-R (рабочий эталон);
 2 – терминальный блок SCXI-1308;
 3 – измерительный усилитель SCXI-1102В;
 4 – плата АЦП РХІ -6281;
 5 – контроллер РХІ-8106 (ПЭВМ).

Рисунок А.1 - Функциональная схема поверки ИК измерения силы постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА



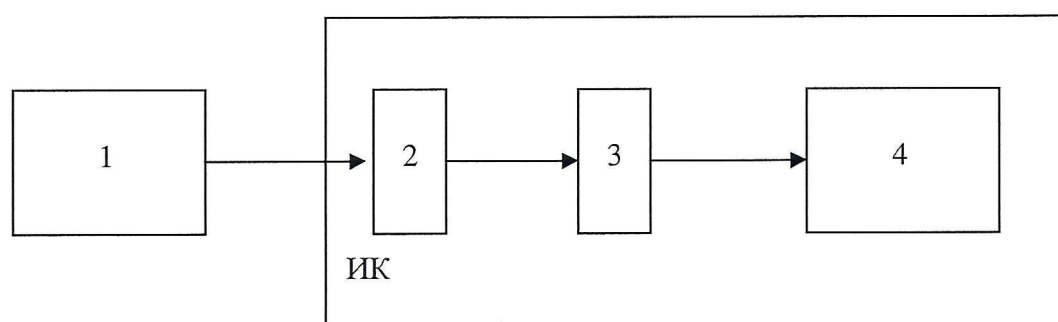
- 1 – калибратор многофункциональный МСХ-II-R (рабочий эталон);
 2 – терминальный блок SCXI-1300;
 3 – измерительный усилитель SCXI-1102В;
 4 – плата АЦП РХІ -6281;
 5 – контроллер РХІ-8106 (ПЭВМ).

Рисунок А.2 - Функциональная схема поверки ИК измерения напряжения постоянного тока в диапазоне от минус 10 до 10 В



- 1 – магазин сопротивления Р4831 (рабочий эталон);
 2 - терминальный блок SCXI-1300;
 3 - измерительный усилитель SCXI-1102В;
 4 - плата АЦП РХІ -6281;
 5 – контроллер РХІ-8106 (ПЭВМ);
 6 – источник постоянного тока SCXI-1581.

Рисунок А.3 - Функциональная схема поверки ИК измерения сопротивления в диапазоне от 35 до 120 Ом



- 1 – генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110 (рабочий эталон);
 2 – терминальный блок SCB-100;
 3 – плата АЦП РХІ-6281;
 4 – ПЭВМ.

Рисунок А.4 - Функциональная схема поверки ИК измерения частоты синусоидального напряжения в диапазоне от 1 до 1500 Гц

Приложение Б

ОАО ПКО «Теплообменник»
система измерительно-вычислительная «Теплообменник-4»

ПРОТОКОЛ
поверки измерительного канала №.....

- 1 Вид поверки.....
- 2 Дата поверки.....
- 3 Средства поверки
- 3.1 Рабочий эталон

Наименование	Пределы измерений, (В или мА, или Ом, или Гц)		Абсолютная погрешность
	нижний	верхний	

3.2 Вспомогательные средства: в соответствии с методикой поверки

4. Условия поверки

5.1 Температура окружающего воздуха, °С:	
5.2 Относительная влажность воздуха, %	
5.3 Атмосферное давление, мм рт. ст.	

5 Результаты экспериментальных исследований

5.1 Внешний осмотр:
.....

5.2 Результаты опробования:
.....

5.3 Результаты метрологических исследований

5.3.1 Условия исследования

Число ступеней измерений (контрольных точек)	
Число измерений в контрольной точке	

5.3.2 Задаваемые контрольные точки

Эталон. сигнал, ед.изм.					
-------------------------	--	--	--	--	--

5.3.3 Составляющие погрешности.

Номер ступени	Задаваемые эталонные сигналы на входе ИК	Средние значения измеренных сигналов	Систематическая погрешность	СКО	Сумма неисключенных системат. погрешностей	Абсолютная погрешность

5.3.4 Погрешность ИК

Абсолютная погрешность	
Нормированный верхний предел измерения (верхний предел нормированного значения)	
Приведенная погрешность, %	

6 Вывод.

Приведенная погрешность измерительного канала № ____ при доверительной вероятности $P = 0,95$ не превышает допусковых значений $\pm$ ____ %.

Дата очередной поверки

Поверитель _____

(подпись, дата)

_____ (ф.и.о.)