

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
Всероссийский научно-исследовательский институт  
метрологической службы (ФГБУ «ВНИИМС»)**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин



202 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений  
Барьеры искробезопасности БИПМ  
Методика поверки**

**201-026-2022**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок барьеров искробезопасности БИПМ (далее — барьеры), изготавливаемых обществом с ограниченной ответственностью «Прософт-Системы» (ООО «Прософт-Системы»), г. Екатеринбург.

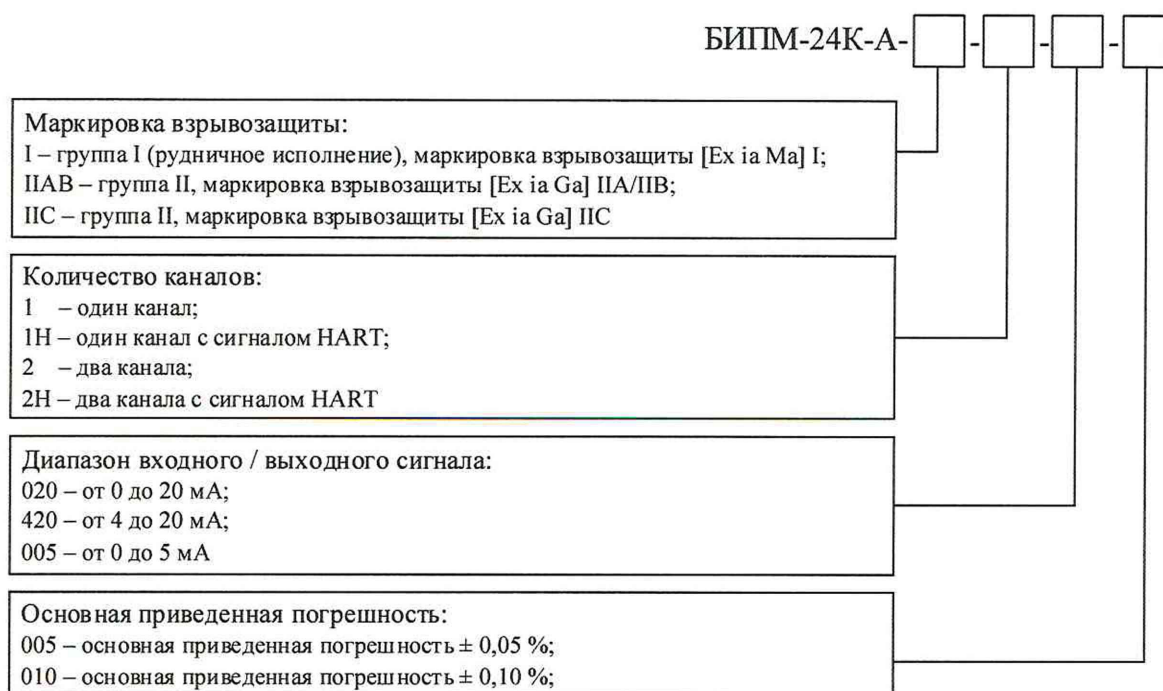
Производство серийное.

Барьеры предназначены для передачи аналоговых сигналов силы постоянного и переменного электрического тока во вторичную часть измерительной системы, а также для ограничения тока и напряжения до искробезопасных значений в электрических цепях и сопряжения искробезопасных и искроопасных цепей.

Барьер исполнения БИПМ-24К-А имеет различные конфигурации, определяющие разные диапазоны токового сигнала, значения погрешностей, маркировку взрывозащиты и количество измерительных каналов.

Допускается проведение поверки барьера не в полном объеме диапазонов преобразований и метрологических характеристик в соответствии с письменным заявлением владельца барьера с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Условное обозначение конфигураций барьеров:



Барьеры искробезопасности БИПМ прослеживаются к Государственным первичным эталонам, указанным в таблице 1.

Таблица 1. Государственные первичные эталоны к которым прослеживаются барьеры искробезопасности БИПМ

№	Номер по реестру	Наименование эталона
1	ГЭТ 4-91	ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока
2	ГЭТ 88-2014	ГПЭ единицы силы электрического тока в диапазоне частот от 20 до $1 \cdot 10^6$ Гц

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 Перечень операций, которые проводят при поверке барьера, приведен в таблице 2.

Таблица 2

№ п/п	Наименование операции	Обязательность проведения при поверке		Номер пункта настоящей методики
		первичной	периодической	
1	Внешний осмотр	да	да	6
2	Опробование	да	да	7.2
3	Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования постоянного токового сигнала	да	да	8.1
4	Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики	да	да	8.2
5	Определение нелинейности амплитудной характеристики	да	да	8.3
6	Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования переменного токового сигнала измерительных каналов	да	да	8.4
7	Подтверждение соответствия средства измерения метрологическим требованиям	да	да	9
8	Оформление результатов поверки	да	да	10

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20±5) °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа.

## 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 В таблице 3 приведены рекомендуемые для поверки барьеров средства поверки.

Таблица 3 – Рекомендуемые средства поверки

Наименование средства поверки	Тип	Рег. № <sup>1</sup>	Основные характеристики
1	2	3	4
1 Калибратор многофункциональный	5720А	52495-13	В режиме воспроизведения силы постоянного тока $\Delta = \pm(35 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{вос}} + 40 \text{ нА})$ в диапазоне от 0 до 22 мА В режиме воспроизведения напряжения переменного тока $\Delta = \pm(45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{вос}} + 50 \text{ мкВ})$ в диапазоне от 0 до 22 В от 40 Гц до 20 кГц
2 Генератор сигналов произвольной формы	AFG3151C	63658-16	В режиме воспроизведения частоты $\Delta = \pm(10^{-6} \cdot F \text{ Гц})$ в диапазоне от 1 мГц до 150 МГц Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды напряжения на частоте 1 кГц $\Delta = \pm(10^{-2} \cdot U_{\text{pp}} + U_a)$ , где: $U_{\text{pp}}$ значение амплитуды напряжения; $U_a = 1 \text{ мВ}$
3 Мультиметр цифровой	8508А	25984-14	В режиме измерения силы постоянного тока $\Delta = \pm(1,4 \cdot 10^{-5} \cdot I + 40 \cdot \text{нА})$ в диапазоне от 0 до 20 мА В режиме измерения напряжения постоянного тока $\Delta = \pm(3,5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 4 \cdot \text{мкВ})$ в диапазоне от 0 до 20 В В режиме измерения напряжения переменного тока $\Delta = \pm(1,15 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{изм}} + 20 \cdot \text{мкВ})$ в диапазоне от 0 мВ до 2 В от 10 до 40 Гц $\Delta = \pm(9 \cdot 10^{-5} \cdot U_{\text{изм}} + 20 \cdot \text{мкВ})$ в диапазоне от 0 мВ до 2 В от 40 до 100 Гц $\Delta = \pm(7,5 \cdot 10^{-5} \cdot U_{\text{изм}} + 20 \cdot \text{мкВ})$ в диапазоне от 0 мВ до 2 В от 0,1 до 2 кГц $\Delta = \pm(1,1 \cdot 10^{-4} \cdot U_{\text{изм}} + 20 \cdot \text{мкВ})$ в диапазоне от 0 мВ до 2 В от 2 до 10 кГц В режиме измерения сопротивления $\Delta = \pm(8 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 0,25 \cdot \text{мкОм})$ в диапазоне от 0 до 2 кОм
5 Прибор комбинированный	608-Н1	53505-13	В режиме измерения температуры $\Delta = \pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$ в диапазоне от 0 до +50 $^\circ\text{C}$ В режиме измерения влажности $\Delta = \pm 3 \text{ \%}$ в диапазоне от 15 до 85 %
6 Барометр-анероид метеорологический	БАММ-1	5738-76	В режиме измерения измерений давления воздуха $\Delta = \pm 0,2 \text{ кПа}$ в диапазоне от 80 до 106 кПа
Примечания			
1 Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде			
2 Средства поверки 5, 6 используются для контроля условий проведения поверки			

4.2 Допускается применение средств поверки не приведенных в таблице 2 с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Средства измерений, приме-

няемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности государственных поверочных схем.

## **5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные документами «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ № 903н от 15.12.2020 г.), ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», указаниями по безопасности, изложенными в руководствах по эксплуатации на барьеры, применяемых средств поверки.

## **6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **6.1 Внешний осмотр**

6.1.1 Проверяют целостность корпусов и отсутствие видимых повреждений барьера.

6.1.2 Проверяют отсутствие следов коррозии и нагрева в местах подключения проводных линий.

6.2 При обнаружении несоответствий по п. 6.1 дальнейшие операции по поверке прекращают до устранения выявленных несоответствий.

## **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **7.1 Подготовка к поверке**

7.1.1 Перед проведением поверки необходимо изучить эксплуатационную документацию на поверяемый барьер и на применяемые средства поверки.

7.1.2 Прогревают средства поверки и барьер в течение необходимого количества времени, указанного в руководствах по эксплуатации на них.

7.1.3 Измеряют и заносят в протокол поверки значения температуры, влажности окружающего воздуха и атмосферного давления.

### **7.2 Опробование**

7.2.1 Опробование барьера проводят в соответствии с эксплуатационной документацией. Допускается совмещать опробование с процедурой проверки погрешности барьера.

## **8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

8.1 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования постоянного токового сигнала

8.1.1 Собирают схему согласно рисунку 1. Подают напряжение на барьер и прогревают в течение одной минуты.

8.1.2 Для определения погрешности измерительного канала барьера выбирают пять проверяемых точек  $Z_i$ , равномерно распределенных внутри диапазона входного сигнала силы постоянного тока, включая крайние точки.

8.1.3 В каждой проверяемой точке:

– на калибраторе последовательно устанавливают значения силы постоянного тока  $Z_i$ , мА;

– считывают с экрана мультиметра соответствующие значения выходного сигнала  $Y_i$ , мА;

– вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$ , мА в проверяемой точке по формуле

$$\Delta_i = Y_i - Z_i$$

– вычисляют приведенную погрешность  $\gamma_{пс i}$ , %, в процентах от нормирующего значения по формуле

$$\gamma_{пс i} = \frac{\Delta_i}{X_n} \cdot 100$$

где  $X_n$  - нормирующее значение, равное диапазону входного сигнала, мА.

За оценку основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования постоянного токового сигнала принимают

$$\gamma_{пс} = |\gamma_{пс i}|_{max}$$

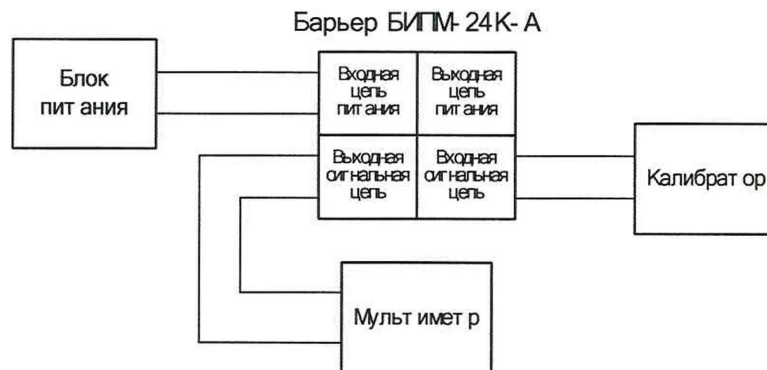


Рисунок 1 - Схема подключения для определения основной приведенной погрешности преобразования постоянного токового сигнала

## 8.2 Определение неравномерности амплитудно-частотной характеристики

8.2.1 Определения неравномерности амплитудно-частотной характеристики измерительного канала барьера проводят на частотах  $F_j = 20, 50, 100, 160, 200, 500, 1000, 2000, 3000, 5000, 10000$  Гц.

8.2.2 Собирают схему согласно рисунку 2, где  $R1=100$  Ом (точное значение сопротивления измеряют мультиметром). Подают напряжение на барьер и прогревают в течение одной минуты.

8.2.3 На генераторе на частоте 160 Гц задают амплитуду переменного сигнала 0 В. Смещение на генераторе настраивают таким образом, чтобы на сопротивлении  $R1$  установился постоянный уровень 1,0 В (напряжение контролируют мультиметром в режиме измерения постоянного напряжения).

На генераторе на базовой частоте 160 Гц задают амплитуду сигнала  $Z_A = 0,5$  В (1,0 В - размах (пик-пик)). Уровень переменного напряжения  $Z = Z_A/\sqrt{2}$  на выходе генератора измеряют с помощью мультиметра, параллельно подключенного к генератору.

Напряжение на выходе барьера  $Y$  измеряют мультиметром (в режиме измерения переменного напряжения).

В 8.2.3 на входе и выходе барьера мультиметром измеряют действующие значения напряжения.

8.2.4 Рассчитывают коэффициент преобразования  $K$  барьера на базовой частоте, мВ/мВ

$$K = Y/Z$$

8.2.5 Для каждой частоты  $F_j$ :

– устанавливают на генераторе значение сигнала  $Z_j$  с амплитудой  $Z_A=0,5$  В (1,0 В размах (пик-пик));

– считывают с экрана мультиметра соответствующее значение выходного сигнала  $Y_j$  в мВ;

– рассчитывают коэффициент преобразования, мВ/мВ

$$K_j = Y_j / Z_j$$

– рассчитывают неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)  $\gamma_j$ , %, в каждой точке

$$\gamma_j = \frac{K_j - K}{K} \cdot 100$$

За неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ)  $\gamma$ , %, принимают максимальное по модулю значение

$$\gamma = |\gamma_j|_{max}$$

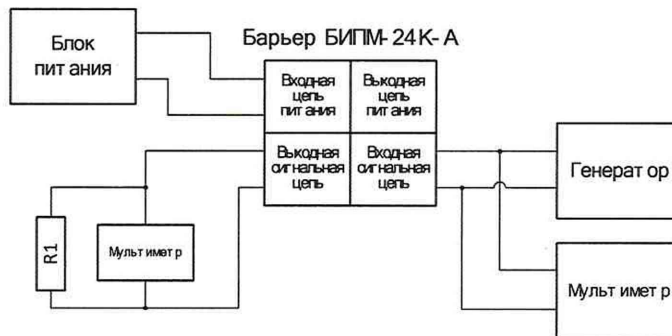


Рисунок 2 - Схема подключений при определении неравномерности амплитудно-частотной характеристики, нелинейности амплитудной характеристики барьера

### 8.3 Определение нелинейности амплитудной характеристики.

8.3.1 Собирают схему согласно рисунку 2, где  $R1=100$  Ом (точное значение сопротивления измеряют мультиметром). Подают напряжение на барьер и прогревают в течение одной минуты.

8.3.2 На генераторе задают амплитуду переменного сигнала 0 В (на частоте 160 Гц). Смещение на генераторе настраивают таким образом, чтобы на сопротивлении  $R1$  установился постоянный уровень 1,0 В (напряжение на  $R1$  контролируют мультиметром в режиме измерения постоянного напряжения).

8.3.3 Определяют нелинейность амплитудной характеристики измерительного канала для пяти значений амплитуды входного сигнала  $Z_{Ai} = 50, 150, 250, 500, 700$  мВ,

для этого последовательно :

– устанавливают на генераторе значения амплитуды сигнала  $Z_{Ai}$  (уровень переменного напряжения (соответствующее действующее значение  $Z_i = Z_{Ai} / \sqrt{2}$ ) на выходе генератора контролируют с помощью мультиметра);

– считывают с экрана мультиметра соответствующие действующие значения выходного сигнала  $Y_i$  в мВ;

– рассчитывают коэффициент преобразования, мВ/мВ

$$K_i = Y_i / Z_i$$

– рассчитывают среднее арифметическое коэффициента преобразования  $K_{cp}$

$$K_{cp} = \frac{1}{5} \cdot \sum_{i=1}^5 K_i$$

- рассчитывают нелинейность амплитудной характеристики  $\delta_i$ , %, в каждой точке по формуле

$$\delta_i = \frac{K_i - K_{cp}}{K_{cp}} \cdot 100$$

За нелинейность амплитудной характеристики  $\delta$ , % принимают максимальное по модулю значение

$$\delta = |\delta_i|_{max}$$

#### 8.4 Определение основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования переменного токового сигнала измерительных каналов

8.4.1 Определение погрешности проводят для трех значений амплитуды  $Z_{Ai}$  входного сигнала: 0,1 В (0,2 В - размах (пик-пик); 0,25 В (0,5 В - размах (пик-пик) и 0,5 В (1,0 В - размах (пик-пик) на частотах  $F_j$ : 160, 1000, 5000, 8000, 10000 Гц.

8.4.2 Собирают схему согласно рисунку 3.

При подаче входного напряжения с калибратора мультиметр не используют.

$R_1 = R_2 = 100$  Ом (точное значение определяют мультиметром).

Подают напряжение на барьер и прогревают в течение одной минуты.

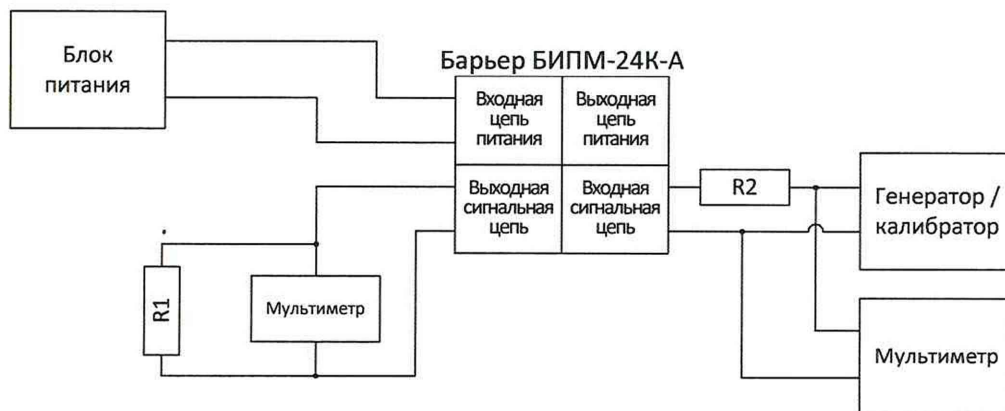


Рисунок 3 - Схема подключений при определении основной приведенной погрешности преобразования переменного токового сигнала

8.4.3 На выходе генератора/калибратора задают амплитуду переменного сигнала 0 В (на частоте 160 Гц), задают постоянное смещение (напряжение) таким образом, чтобы на сопротивлении  $R_1$  установился уровень постоянного напряжения 1,0 В. (напряжение на  $R_1$  контролируют мультиметром в режиме измерения постоянного напряжения)

8.4.4 Для каждой частоты  $F_j$ :

- на генераторе/калибраторе устанавливают амплитудное  $Z_{Aji}$  (соответствующее действительное значение напряжения переменного тока  $Z_{ji} = Z_{Aji} / \sqrt{2}$ );

- считывают с экрана мультиметра действующее значение напряжения на  $R_1$   $Y_{ji}$ , мВ;

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_{ji}$ , мА в проверяемой точке

$$\Delta_{ji} = \frac{Y_{ji} \cdot \sqrt{2}}{R_1} - \frac{Z_{ji} \cdot \sqrt{2}}{R_2},$$

где  $Y_{ji}$  и  $Z_{ji}$  - амплитудные значения выходного и входного тока,  $R_1$  и  $R_2$  - измеренные значения сопротивления.



– вычисляют приведенную погрешность  $\gamma_{ji}$ , %

$$\gamma_{ji} = \frac{\Delta_{ji}}{X_n} \cdot 100,$$

где  $X_n$  - нормирующее значение, равное диапазону входного сигнала, мА.

За основную приведенную (к диапазону преобразований) погрешность преобразования переменного токового сигнала принимают максимальное по модулю значение

$$\gamma_{pm} = \left| \gamma_{ji} \right|_{max}$$

## 9 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Барьер соответствует метрологическим требованиям, если полученные значения основной приведенной (к диапазону преобразований) погрешности преобразования постоянного и переменного токового сигнала измерительных каналов, неравномерности амплитудно-частотной характеристики, нелинейности амплитудной характеристики не превышают допустимых значений, указанных в описании типа.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 При положительных результатах поверки барьер признают годным к эксплуатации, оформляют результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

10.2 При отрицательных результатах поверки барьер признают непригодным к эксплуатации, оформляют результаты поверки согласно Приказу № 2510 от 31.07.2020 г. Минпромторга России.

Начальник отдела 201  
ФГБУ «ВНИИМС»

  
И.М. Каширкина