

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

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
по производственной метрологии  
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.п.

«03» июня 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Калибраторы многофункциональные МК9023А

Методика поверки

МП 201/2-007-2024

г. Москва  
2024

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                                                                                                                                                                                                                      | 3  |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ .....                                                                                                                                                                                                           | 4  |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ .....                                                                                                                                                                                            | 5  |
| 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.....                                                                                                                                                                         | 6  |
| 5 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ                                                                                                                                                                       | 12 |
| 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР .....                                                                                                                                                                                                                      | 12 |
| 7 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....                                                                                                                                                                                                    | 12 |
| 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ.....                                                                                                                                                                                                   | 12 |
| 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ<br>СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ.....                                                                                                                                | 13 |
| 9.1 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении напряжения постоянного электрического тока. ....                                                                                        | 13 |
| 9.2 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении напряжения переменного электрического тока.....                                                                                         | 14 |
| 9.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении силы постоянного электрического тока. ....                                                                                              | 15 |
| 9.4 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении силы переменного электрического тока.....                                                                                               | 17 |
| 9.5 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении электрического сопротивления. ....                                                                                                      | 19 |
| 9.6 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении электрической емкости. ....                                                                                                             | 22 |
| 9.7 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении электрической мощности постоянного тока.....                                                                                            | 23 |
| 9.8 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении электрической мощности переменного тока. ....                                                                                           | 24 |
| 9.9 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении гармонических составляющих сигналов. ....                                                                                               | 25 |
| 9.10 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении (моделировании) сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС).....                                                                 | 26 |
| 9.11 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении (моделировании) сигналов термоэлектрических преобразователей (термопар).....                                                           | 27 |
| 9.12 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении электрического сопротивления с встроенной опцией «МЕГОМ/HVR» (режим<br>источника высокого сопротивления).....                          | 29 |
| 9.13 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>воспроизведении силы постоянного и переменного электрического тока с внешними опциями 140-<br>50 или 0950 (токовые катушки 10х, 25х, 50х витков). .... | 30 |
| 9.14 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при работе в<br>режиме определения нормируемых метрологических характеристик осциллографов (с<br>встроенными опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1»). ....           | 31 |
| 9.15 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении напряжения постоянного электрического тока с встроенной опцией<br>«МУЛЬТИМЕТР/MER». ....                                                     | 36 |
| 9.16 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении силы постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER». ....                                                              | 37 |
| 9.17 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении электрического сопротивления с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER». ....                                                                      | 38 |
| 9.18 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении частоты с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER». ....                                                                                           | 39 |
| 9.19 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении сигналов ТС с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER». ....                                                                                       | 39 |
| 9.20 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при<br>измерении сигналов термопар с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/ MER». ....                                                                                | 40 |
| 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....                                                                                                                                                                                                      | 42 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает объем, средства и методы первичной и периодической поверок калибраторов многофункциональных МК9023А (далее - калибраторы).

1.2 Калибраторы предназначены для воспроизведения силы и напряжения постоянного и переменного электрического тока, электрического сопротивления постоянному току, электрической ёмкости, электрической мощности и энергии, периодических немодулированных сигналов различных форм, модулированных сигналов, в том числе с настраиваемыми гармоническими составляющими; для измерений силы и напряжения постоянного электрического тока, электрического сопротивления постоянному току, частоты периодических сигналов; для измерений и воспроизведения сигналов термоэлектрических преобразователей и термопреобразователей сопротивления.

1.3 Производство серийное.

1.4 Калибраторы помимо базовой комплектации могут быть оснащены дополнительными модулями (опциями): «МУЛЬТИМЕТР/MER», «ОСЦ1/SC0», «ОСЦ2/SC1», «МЕГОМ/HVR», 140-50, 0950. В этом случае осуществляются дополнительные операции поверки в части измерительных функций, добавляемых опциями.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемых калибраторов к государственным первичным эталонам:

- гэт13-2023 ГПЭ эталон единицы электрического напряжения;
- гэт89-2008 ГПСЭ единицы электрического напряжения (вольта) в диапазоне частот от 10 до  $3 \cdot 10^7$  Гц;
- гэт4-91 ГПЭ единицы силы постоянного электрического тока;
- гэт88-2014 ГПСЭ единицы силы электрического тока в диапазоне частот от 20 до  $1 \cdot 10^6$  Гц;
- гэт25-79 ГПЭ единицы электрической емкости;
- гэт14-2014 ГПЭ единицы электрического сопротивления;
- гэт153-2019 ГПЭ единицы электрической мощности в диапазоне частот от 1 до 2500 Гц;
- гэт1-2022 ГПЭ единиц времени, частоты и национальной шкалы времени.

1.6 Допускается проведение поверки калибраторов для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки при оформлении её результатов.

1.7 После ремонта калибраторов, аварий, если эти события могли повлиять на метрологические характеристики, проводят первичную поверку.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной и периодической поверки калибраторов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

| Наименование операции                                                                                                                                                | Раздел<br>настоящей<br>методики | Обязательность проведения<br>операции при поверке |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                      |                                 | первичной                                         | периодической |
| Внешний осмотр                                                                                                                                                       | 6                               | Да                                                | Да            |
| Проверка программного обеспечения                                                                                                                                    | 7                               | Да                                                | Да            |
| Подготовка к поверке и опробование                                                                                                                                   | 8                               | Да                                                | Да            |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям                                                                   | 9                               | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока                              | 9.1                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения переменного электрического тока                              | 9.2                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока                                    | 9.3                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы переменного электрического тока                                    | 9.4                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления                                            | 9.5                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической емкости                                                   | 9.6                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности постоянного тока                                 | 9.7                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности переменного тока                                 | 9.8                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении гармонических составляющих сигналов                                     | 9.9                             | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС)       | 9.10                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термоэлектрических преобразователей (термопар) | 9.11                            | Да                                                | Да            |

Продолжение таблицы 1

| Наименование операции                                                                                                                                                                                                     | Раздел<br>настоящей<br>методики | Обязательность проведения<br>операции при поверке |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|---------------|
|                                                                                                                                                                                                                           |                                 | первичной                                         | периодической |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления с встроенной опцией «МЕГОМ/HVR» (режим источника высокого сопротивления)                        | 9.12                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного и переменного электрического тока с внешними опциями 140-50 или 0950 (токовые катушки 10х, 25х, 50х витков) | 9.13                            | Да                                                | Нет           |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при работе в режиме определения нормируемых метрологических характеристик осциллографов (с встроенными опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1»)          | 9.14                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении напряжения постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                    | 9.15                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении силы постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                          | 9.16                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении электрического сопротивления с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                                  | 9.17                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении частоты с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                                                       | 9.18                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов ТС с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                                                   | 9.19                            | Да                                                | Да            |
| Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов термопар с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                                                             | 9.20                            | Да                                                | Да            |
| Оформление результатов поверки                                                                                                                                                                                            | 10                              | Да                                                | Да            |

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 Экспериментальные работы по определению метрологических характеристик калибраторов выполняют в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С
- относительная влажность (без конденсации), %

от +21 до +25,  
до 70.

## 4 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

4.1 В таблице 2 приведены метрологические и технические требования к средствам поверки.

Таблица 2 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                         | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 8, п. 9 (контроль условий поверки)                                                                                                          | Средства измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 0,5^\circ\text{C}$ в условиях проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                              | Приборы комбинированные Testo 608-H2 (регистрационный номер средства измерений в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений ФИФ ОЕИ (далее - рег. №) 53505-13) |
|                                                                                                                                                | Средства измерений относительной влажности воздуха с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\Delta = \pm 3,0\%$ в условиях проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |
| п. 9.1 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока | Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по государственной поверочной схеме (ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне измерений $ U  \leq 1000\text{ В}$                                                                                                                                                              | Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03)                                                                                                                                                    |
| п. 9.2 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения переменного электрического тока | Эталоны единицы напряжения переменного электрического тока ( $\sim U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, в диапазоне измерений $ U  \leq 1000\text{ В}$ на частоте 1 кГц;<br>Эталоны единицы частоты (F), не ниже уровня 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, в диапазоне измерений от 15 Гц до 300 кГц | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08);<br>Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102 (рег. № 57319-14)                                                            |
| п. 9.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока       | Прямой метод измерений:<br>Эталоны единицы силы постоянного электрического тока ( $=I$ ), не ниже уровня 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне измерений $ I  \leq 1\text{ А}$                                                                                                                                                                               | Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03)                                                                                                                                                    |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                   | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока | <p>Косвенный метод измерений:</p> <p>Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока (<math>=U</math>), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне измерений <math> U  \leq 100</math> В;</p> <p>Эталоны единицы электрического сопротивления (<math>R</math>), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, с номинальными значениями от 0,001 Ом до 100 кОм</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03);</p> <p>Катушки электрического сопротивления измерительные Р310, Р321 (рег. № 1162-58);</p> <p>Меры электрического сопротивления Р3030 (рег. № 8238-81)</p>                                            |
| п. 9.4 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы переменного электрического тока | <p>Прямой метод измерений:</p> <p>Эталоны единицы силы переменного электрического тока (<math>\sim I</math>), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2021 г. № 668, в диапазоне измерений <math> I  \leq 1</math> А на частоте 1 кГц;</p> <p>Эталоны единицы частоты (<math>F</math>), не ниже уровня 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, в диапазоне измерений от 15 Гц до 10 кГц</p> <p>Косвенный метод измерений:</p> <p>Эталоны единицы силы переменного электрического тока - шунты (<math>R_{ш}</math>), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2021 г. № 668, в диапазоне преобразования <math> I  \leq 30</math> А на частоте 1 кГц;</p> <p>Эталоны единицы напряжения переменного электрического тока (<math>\sim U</math>), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, в диапазоне измерений <math> U  \leq 100</math> В на частоте 1 кГц</p> | <p>Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03);</p> <p>Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102 (рег. № 57319-14)</p> <p>Шунты переменного тока Fluke A40B (рег. № 51518-12);</p> <p>Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08)</p> |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                      | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.5 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления            | <p>Прямой метод измерений:</p> <p>Эталоны единицы электрического сопротивления (R), не ниже уровня 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, в поддиапазонах до 10 МОм, 4-го разряда в поддиапазонах до 100 МОм</p>                                                                                                                                                                                                                                | <p>Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508A (рег. № 25984-14)</p>                                                                                                                             |
|                                                                                                                                             | <p>Косвенный метод измерений:</p> <p>Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока (=U), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне воспроизведения <math> U  \leq 1000</math> В;</p> <p>Эталоны единицы силы постоянного электрического тока (=I), не ниже уровня 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне измерений <math> I  \leq 100</math> мкА</p> | <p>Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08);</p> <p>Электрометры-измерители больших сопротивлений 6517В (рег. № 49647-12)</p>                                                  |
| п. 9.6 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической емкости                   | <p>Средства измерений и эталоны электрической ёмкости (C), не ниже уровня 3-го разряда по ГПС ГОСТ 8.371-80, утвержденной постановлением Госстандарта СССР от 20.12.1979 г. № 222, в диапазоне измерений <math>C \leq 110</math> мФ</p>                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>Измерители LCR-819 (рег. № 20187-05);</p> <p>Вольтметры универсальные АКИП-2101 (рег. № 70837-18)</p>                                                                                           |
| п. 9.7 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности постоянного тока | <p>Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока (=U), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне измерений <math> U  \leq 1000</math> В;</p> <p>Эталоны единицы электрического сопротивления (R), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, с номинальными значениями от 0,001 Ом до 100 кОм</p>                                                     | <p>Мультиметры 3458A (рег. № 25900-03);</p> <p>Катушки электрического сопротивления измерительные P310, P321 (рег. № 1162-58);</p> <p>Меры электрического сопротивления P3030 (рег. № 8238-81)</p> |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                                                       | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.8 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности переменного тока                                  | Эталоны единицы напряжения переменного электрического тока ( $\sim U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, в диапазоне измерений $ U  \leq 1000$ В на частоте 1 кГц;<br>Эталоны единицы силы переменного электрического тока ( $\sim I$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2021 г. № 668, в диапазоне преобразования $ I  \leq 100$ мА на частоте 1 кГц;<br>Эталоны единицы электрической мощности (P), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, в диапазоне измерений $P \leq 30$ кВт;<br>Эталоны угла сдвига фаз между напряжением и током ( $\varphi$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436, в диапазоне измерений от 0 до 360° | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08);<br>Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03);<br>Приборы электроизмерительные многофункциональные Энергомонитор-61850 (рег. № 73445-18) |
| п. 9.9 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении гармонических составляющих сигналов                                      | Эталоны коэффициентов гармоник напряжения и тока ( $K_r$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 23.07.2021 г. № 1436                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Приборы электроизмерительные многофункциональные Энергомонитор-61850 (рег. № 73445-18)                                                                                                          |
| п. 9.10 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС)       | Эталоны единицы электрического сопротивления (R), не ниже уровня 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, в поддиапазоне от 0 до 4000 Ом                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Мультиметры цифровые прецизионные Fluke 8508A (рег. № 25984-14)                                                                                                                                 |
| п. 9.11 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термоэлектрических преобразователей (термопар) | Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по государственной поверочной схеме (ГПС), утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне измерений $ U  \leq 80$ мВ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Мультиметры 3458А (рег. № 25900-03)                                                                                                                                                             |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                                                                                                         | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| п. 9.12 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления с встроенной опцией «МЕГОМ/HVR» (режим источника высокого сопротивления)                     | Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне воспроизведения $ U  \leq 1000$ В;<br>Эталоны единицы силы постоянного электрического тока ( $=I$ ), не ниже уровня 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне измерений $ I  \leq 100$ мкА                                                                                                                                                                                                                                               | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08);<br>Электрометры-измерители больших сопротивлений 6517В (рег. № 49647-12)                                                                                                        |
| 9.13 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного и переменного электрического тока с внешними опциями 140-50 или 0950 (токовые катушки 10х, 25х, 50х витков) | Эталоны единицы силы постоянного электрического тока ( $=I$ ), не ниже уровня 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, и силы переменного электрического тока ( $\sim I$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 17.03.2021 г. № 668, в диапазоне воспроизведения $ I  \leq 20$ А на частоте 100 Гц;<br>Бесконтактное средство измерений силы постоянного и переменного электрического тока с пределами допускаемой относительной погрешности измерений не более $\delta = \pm 2,5$ % в диапазоне $ I  \leq 999$ А на частоте 100 Гц                                                            | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08)<br><br>Клещи электроизмерительные АРРА138F (рег. № 59659-15)                                                                                                                     |
| 9.14 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при работе в режиме определения нормируемых метрологических характеристик осциллографов (с встроенными опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1»)          | Эталоны единицы частоты (F), не ниже уровня 4-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, в диапазоне измерений от 15 Гц до 1100 МГц;<br>Эталоны единиц напряжения переменного электрического тока ( $\sim U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 18.08.2023 г. № 1706, и напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне измерений $ U  \leq 280$ В на частоте до 1 МГц;<br>Средства измерений мощности электромагнитных колебаний ( $P_{свч}$ ) в диапазоне частот до 1,1 ГГц | Частотомеры электронно-счетные АКИП-5102 (рег. № 57319-14);<br>Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08);<br><br>Преобразователи измерительные термоэлектрические ваттметров поглощаемой мощности N8482A (рег. № 58375-14) |

Продолжение таблицы 2

| Операции поверки, требующие применения средств поверки                                                                                                                      | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки                                                                                                                  | Перечень рекомендуемых средств поверки                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 9.15 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении напряжения постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER» | Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне воспроизведения $ U  \leq 12$ В  | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08)      |
| 9.16 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении силы постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»       | Эталоны единицы силы постоянного электрического тока ( $=I$ ), не ниже уровня 1-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.10.2018 г. № 2091, в диапазоне воспроизведения $ I  \leq 24$ мА       | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08)      |
| 9.17 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении электрического сопротивления с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»               | Эталоны единицы электрического сопротивления ( $R$ ), не ниже уровня 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, в диапазоне воспроизведения $R \leq 20$ кОм                 | Калибраторы многофункциональные 5502Е (рег. № 55804-13)           |
| 9.18 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении частоты с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                    | Эталоны единицы частоты ( $F$ ), не ниже уровня 5-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 г. № 2360, в диапазоне воспроизведения от 1 Гц до 100 кГц                                   | Генераторы сигналов произвольной формы AFG3151C (рег. № 63658-16) |
| 9.19 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов ТС с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                                | Эталоны единицы электрического сопротивления ( $R$ ), не ниже уровня 3-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456, в диапазоне воспроизведения $R \leq 4000$ Ом                | Калибраторы многофункциональные 5502Е (рег. № 55804-13)           |
| 9.20 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов термопар с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER»                          | Эталоны единицы напряжения постоянного электрического тока ( $=U$ ), не ниже уровня 2-го разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 28.07.2023 г. № 1520, в диапазоне воспроизведения $ U  \leq 80$ мВ | Калибраторы-вольтметры универсальные Н4-12 (рег. № 37463-08)      |

4.2 Допускается использовать иные средства поверки, не приведенные в таблице 2, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице, в том числе обеспечивающие прослеживаемость в соответствии с ГПС, действующими на момент проведения поверки.

4.3 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие сведения о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ. Средства измерений, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены в качестве эталонов единиц величин, иметь действующие сведения о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ и удовлетворять требованиям точности ГПС. Эталоны единиц величин, должны иметь действующие сведения о положительных результатах периодической аттестации в ФИФ ОЕИ.

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

5.1 При проведении экспериментальных работ следует соблюдать требования по охране труда, предусмотренные документами «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок» (Приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н), ГОСТ 12.3.019-80 «Система стандартов безопасности труда. Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности», ГОСТ 12.1.019-2017 «Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты», ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», действующими местными инструкциями по технике безопасности, указаниями по безопасности, приведенными в эксплуатационно-технической документации на калибраторы, используемые эталоны, средства измерений и испытательное оборудование.

## 6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

### 6.1 Внешний осмотр

6.1.1 Проверяют комплектность поверяемого калибратора на соответствие описанию типа и эксплуатационной документации.

6.1.2 Проверяют маркировку поверяемого калибратора с указанием типа, модификации и заводского номера на соответствие требованиям эксплуатационной документации.

6.1.3 Калибратор, вспомогательные и соединительные компоненты (кабельные разъемы, клеммные колодки, проводные линии связи, токовые катушки и т. д.) не должны иметь визуально определяемых внешних повреждений и должны быть надежно соединены и закреплены.

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

## 7 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

7.1 Подготавливают к работе калибратор, включают питание, сравнивают идентификационные данные встроенного программного обеспечения калибратора, с данными, приведёнными в разделе «Программное обеспечение» описания типа калибраторов.

7.2 Поверяемый калибратор признают прошедшим идентификацию ПО с положительным результатом, если полученные при проверке идентификационные данные соответствуют данным, приведённым в разделе «Программное обеспечение» описания типа.

## 8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ

### 8.1 Подготовка к поверке.

#### 8.1.1 Изучают следующие документы:

- эксплуатационно-техническая документация на калибраторы;
- описание типа калибраторов.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с эксплуатационно-технической документацией на них.

8.1.3 Обеспечивают время прогрева калибратора в течение не менее 30 минут после включения питания.

8.1.4 В непосредственной близости от поверяемого калибратора измеряют и заносят в протокол поверки результаты измерений температуры и влажности окружающего воздуха.

8.1.5 Проверяют измеренные значения климатических условий на соответствие допускаемым условиям, указанным в п. 3.1. При обнаружении несоответствий дальнейшие работы по поверке приостанавливают до устранения причин, вызвавших несоответствия.

## 8.2 Опробование

8.2.1 Проводят проверки функционирования кнопок меню, кнопок с чувствительными к контексту функциями, кнопок ввода чисел, поворотной ручки и кнопки курсора, а также проверку переключения функций калибратора при нажатии на кнопки выбора функций (режимов работы).

8.2.2 Результаты проверки по п. 8.2.1 считают положительными, если калибратор правильно реагирует на нажатие всех кнопок, индикация на встроенном цветном дисплее изменяется в соответствии с изображениями, приведенными в руководстве по эксплуатации на калибраторы.

8.2.3 Проводят проверки работоспособности измерительных функций калибраторов, которые совмещают с проведением экспериментального определения метрологических характеристик по п. 9 настоящей методики.

## 9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока.

9.1.1 Подключают эталон  $=U$  к выходным клеммам «HI» и «LO» калибратора в соответствии с рисунком 1. Нажимают кнопку функции «VOLTAGE» на калибраторе, проверяют индикацию режима постоянного тока (DC).

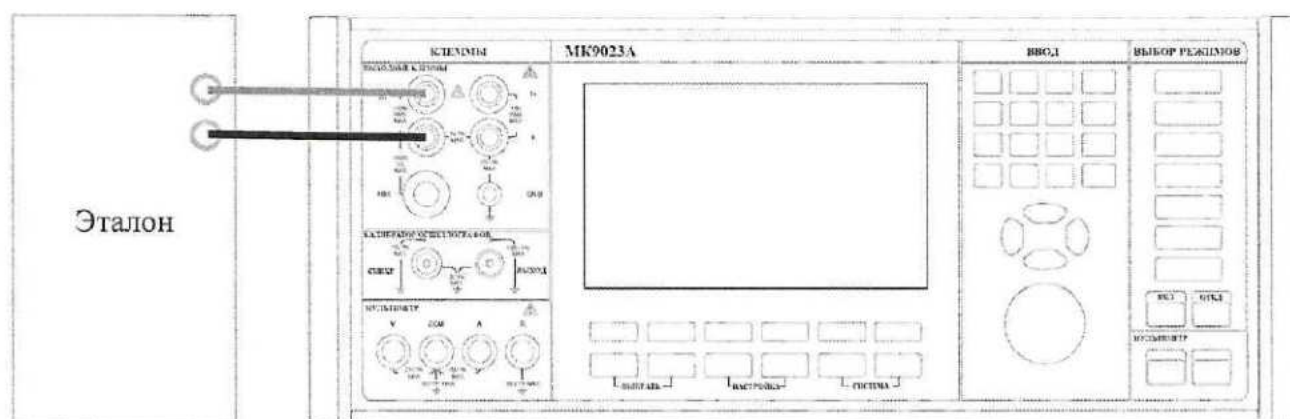


Рисунок 1

9.1.2 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения напряжения постоянного электрического тока среди перечисленных в описании типа. Для диапазонов с верхней границей до 200 мВ включительно также выбирают тип выхода пассивный/активный.

9.1.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мВ] или [В], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения напряжения постоянного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.1.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.1.4.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного напряжения  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.1.4.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мВ] или [В], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.1.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения напряжения постоянного электрического тока в [мВ] или [В] по формуле:

$$\Delta_i = Y_i - X_i \quad (1)$$

9.1.4.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.1.5 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне воспроизведения напряжения постоянного электрического тока считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i, \text{осн}}|$ , где  $\Delta_{i, \text{осн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона.

9.1.6 Повторяют операции по пп. 9.1.2 - 9.1.5 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения напряжения постоянного электрического тока.

9.2 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения переменного электрического тока.

9.2.1 Подключают эталон  $F$  к выходным клеммам «НП» и «ЛО» калибратора в соответствии с рисунком 1. Нажимают дважды кнопку функции «VOLTAGE» на калибраторе, проверяют индикацию режима переменного тока (АС) и появление поля ввода частоты сигнала.

9.2.2 Выбирают 4 контрольных значения  $F_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) в [Гц] или [кГц], по одному в каждом из 4-х диапазонов установки частоты переменного тока (например, 1 кГц, 20 кГц, 70 кГц, 300 кГц), и заносят их в протокол поверки.

9.2.3 Для каждой точки  $k$  последовательно проводят следующие операции:

9.2.3.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение 2 В, частота  $F_k$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.2.3.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний частоты в [Гц] или [кГц], после чего выбирают из них значение  $Y_k$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $F_k$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.2.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_k$  установки частоты переменного тока в [Гц] или [кГц] по формуле:

$$\Delta_k = Y_k - F_k \quad (2)$$

9.2.3.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_k$  и  $\Delta_k$ .

9.2.4 Результаты экспериментального определения погрешности установки частоты выходного напряжения считают положительными, если в каждой контрольной точке  $k$  выполняется неравенство  $|\Delta_k| < |\Delta_{k, \text{осн}}|$ , где  $\Delta_{k, \text{осн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки частоты выходного напряжения в точке  $k$ , указанные в описании типа.

9.2.5 Подключают эталон  $\sim U$  вместо эталона  $F$  к выходным клеммам «НП» и «ЛО» калибратора в соответствии с рисунком 1. Проверяют индикацию режима переменного тока (АС) и наличие поля ввода частоты сигнала.

9.2.6 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения напряжения переменного электрического тока среди перечисленных в описании типа.

9.2.7 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мВ] или [В], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения напряжения переменного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.2.8 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.2.8.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение  $X_i$ , частота  $F_k$ . Значение частоты  $F_k$  устанавливают такое же, как в первой контрольной точке п. 9.2.2 настоящей методики. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.2.8.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мВ] или [В], после чего выбирают из них значение  $Y_{i,k}$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.2.8.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_{i,k}$  воспроизведения напряжения переменного электрического тока в [мВ] или [В] на частоте  $F_k$  по формуле:

$$\Delta_{i,k} = Y_{i,k} - X_i \quad (3)$$

9.2.8.4 Повторяют операции по пп. 9.2.8.1 - 9.2.8.3 для остальных значений частоты переменного тока  $F_k$ , выбранных в п. 9.2.2 (только для значений в диапазонах установки частоты, доступных в исследуемом диапазоне воспроизведения напряжения переменного электрического тока).

9.2.8.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_{i,k}$  и  $\Delta_{i,k}$ .

9.2.9 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне воспроизведения напряжения переменного электрического тока считают положительными, если получены положительные результаты исследования по п. 9.2.4, а также в каждой контрольной точке  $i$  для каждой частоты  $F_k$  выполняется неравенство  $|\Delta_{i,k}| < |\Delta_{i,k,огр}|$ , где  $\Delta_{i,k,огр}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении напряжения переменного электрического тока в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона воспроизведения напряжения в установленном диапазоне частот.

9.2.10 Повторяют операции по пп. 9.2.6 - 9.2.9 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения напряжения переменного электрического тока.

9.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока.

9.3.1 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения силы постоянного электрического тока среди перечисленных в описании типа (за исключением диапазона до 1500 А, обеспечиваемого опциями 140-50, 0950 (токовые катушки), и подлежащего отдельным операциям поверки, приведенным далее по тексту настоящей методики).

9.3.2 Для исследуемого диапазона выбирают метод проведения экспериментального определения метрологических характеристик, подходящий по точности: прямой или косвенный. В соответствии с положениями ГПС, соотношение пределов допускаемых относительных погрешностей эталона и пределов допускаемых относительных погрешностей поверяемого калибратора должно быть не более 1/2. При выборе прямого метода измерений выполняют операции по п. 9.3.3, при выборе косвенного метода измерений выполняют операции по п. 9.3.4.

9.3.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока прямым методом измерений.

9.3.3.1 Подключают эталон  $=I$  к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 2. Нажимают кнопку функции «CURRENT» на калибраторе, проверяют индикацию режима постоянного тока (DC).

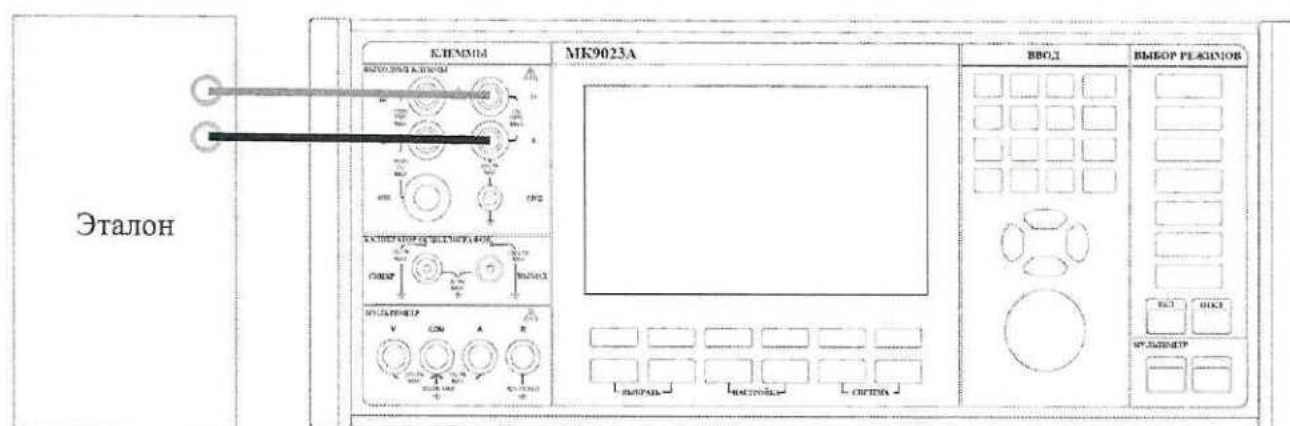


Рисунок 2

9.3.3.2 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мкА], [мА] или [А], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения силы постоянного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.3.3.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.3.3.3.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного тока  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.3.3.3.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мкА], [мА] или [А], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.3.3.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения силы постоянного электрического тока в [мкА], [мА] или [А] по формуле (1).

9.3.3.3.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.3.4 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока косвенным методом измерений.

9.3.4.1 Собирают схему измерений, подключая линии связи от эталонов  $R$  и  $=U$  к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 3. Нажимают кнопку функции «CURRENT» на калибраторе, проверяют индикацию режима постоянного тока (DC).

Примечание - значение электрического сопротивления (эталона  $R$ ), в зависимости от исследуемого диапазона воспроизведения силы тока, выбирают таким образом, чтобы по закону Ома падение напряжения в цепи, измеряемое эталоном  $=U$ , не превышало 10 В.

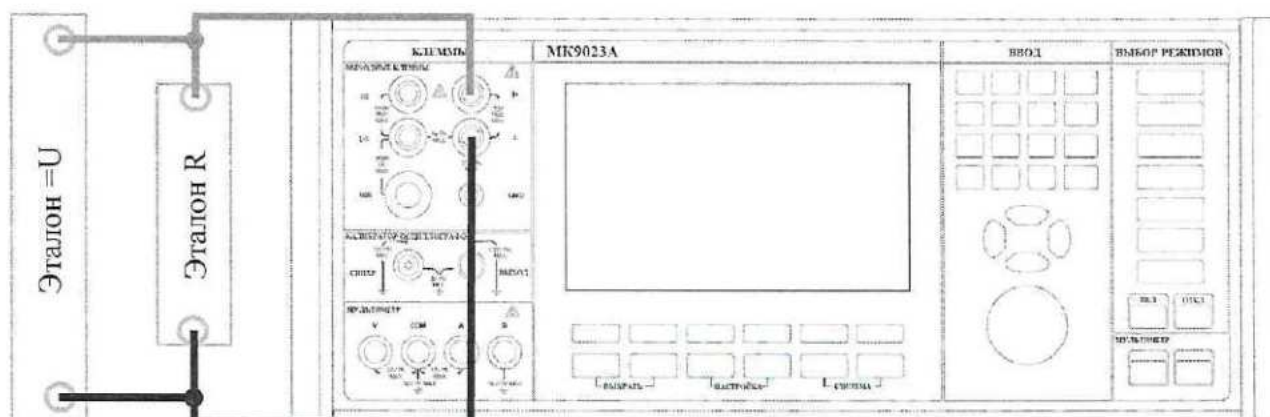


Рисунок 3



9.4.2 Выбирают 3 контрольных значения  $F_k$  ( $k = 1, 2, 3$ ) в [Гц] или [кГц], по одному в каждом из 3-х диапазонов установки частоты переменного тока (например, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц), и заносят их в протокол поверки.

9.4.3 Для каждой точки  $k$  последовательно проводят следующие операции:

9.4.3.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: сила тока 100 мА, частота  $F_k$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.4.3.2 С органов индикации эталона  $F$  с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний частоты в [Гц] или [кГц], после чего выбирают из них значение  $Y_k$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $F_k$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.4.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_k$  установки частоты переменного тока в [Гц] или [кГц] по формуле (2).

9.4.3.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_k$  и  $\Delta_k$ .

9.4.4 Результаты экспериментального определения погрешности установки частоты переменного тока считают положительными, если в каждой контрольной точке  $k$  выполняется неравенство  $|\Delta_k| < |\Delta_{k,осн}|$ , где  $\Delta_{k,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки частоты переменного тока в точке  $k$ , указанные в описании типа.

9.4.5 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения силы переменного электрического тока среди перечисленных в описании типа (за исключением диапазона до 1500 А, обеспечиваемого опциями 140-50, 0950 (токовые катушки), и подлежащего отдельным операциям поверки, приведенным далее по тексту настоящей методики).

9.4.6 Для исследуемого диапазона выбирают метод проведения экспериментального определения метрологических характеристик, подходящий по точности: прямой или косвенный. В соответствии с положениями ГПС, соотношение пределов допускаемых относительных погрешностей эталона и пределов допускаемых относительных погрешностей поверяемого калибратора должно быть не более 1/2. При выборе прямого метода измерений выполняют операции по п. 9.4.7, при выборе косвенного метода измерений выполняют операции по п. 9.4.8.

9.4.7 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы переменного электрического тока прямым методом измерений.

9.4.7.1 Подключают эталон  $\sim I$  вместо эталонов  $F$  и  $R_{ш}$  к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 2. Проверяют индикацию режима переменного тока (АС) и наличие поля ввода частоты сигнала.

9.4.7.2 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мкА], [мА] или [А], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения силы переменного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.4.7.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.4.7.3.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: сила тока  $X_i$ , частота  $F_k$ . Значение частоты  $F_k$  устанавливают такое же, как в первой контрольной точке п. 9.4.2 настоящей методики. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.4.7.3.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мкА], [мА] или [А], после чего выбирают из них значение  $Y_{i,k}$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.4.7.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_{i,k}$  воспроизведения силы переменного электрического тока в [мкА], [мА] или [А] на частоте  $F_k$  по формуле (3).

9.4.7.3.4 Повторяют операции по пп. 9.4.7.3.1 - 9.4.7.3.3 для остальных значений частоты переменного тока  $F_k$ , выбранных в п. 9.4.2 (только для значений в диапазонах

установки частоты, доступных в исследуемом диапазоне воспроизведения силы переменного электрического тока).

9.4.7.3.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_{i,k}$  и  $\Delta_{i,k}$ .

9.4.8 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного электрического тока косвенным методом измерений.

9.4.8.1 Подключают эталон  $\sim U$  вместо эталона  $F$  в схему измерений в соответствии с рисунком 4. Проверяют индикацию режима переменного тока (АС) и наличие поля ввода частоты сигнала.

Примечание - шунт (эталон  $R_{ш}$ ), выбирают таким образом, чтобы воспроизводимые от калибратора значения силы тока в исследуемом диапазоне не превышали значение номинального тока шунта.

9.4.8.2 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мкА], [мА] или [А], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения силы переменного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.4.8.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.4.8.3.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: сила тока  $X_i$ , частота  $F_k$ . Значение частоты  $F_k$  устанавливают такое же, как в первой контрольной точке п. 9.4.2 настоящей методики. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.4.8.3.2 После стабилизации показаний, с органов индикации эталона  $\sim U$  считывают измеренное значение напряжения переменного электрического тока  $U_{i,k}$ , при необходимости переводят дольные единицы в [В] и заносят значение в протокол поверки. Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.4.8.3.3 Вычисляют значение силы переменного электрического тока в цепи  $Y_{i,k}$  в [А] по формуле:

$$Y_{i,k} = U_{i,k} / R_{ш} \quad (5)$$

где  $R_{ш}$  - значение электрического сопротивления используемого эталона  $R_{ш}$ , Ом.

9.4.8.3.4 При необходимости, переводят значение  $Y_{i,k}$  из [А] в дольные единицы, соответствующие единицам, в которых выбрано контрольное значение  $X_i$ , после чего вычисляют и заносят в протокол поверки абсолютную погрешность  $\Delta_{i,k}$  воспроизведения силы переменного электрического тока в [мкА], [мА] или [А] на частоте  $F_k$  по формуле (3).

9.4.8.3.5 Повторяют операции по пп. 9.4.8.3.1 - 9.4.8.3.4 для остальных значений частоты переменного тока  $F_k$ , выбранных в п. 9.4.2 (только для значений в диапазонах установки частоты, доступных в исследуемом диапазоне воспроизведения силы переменного электрического тока).

9.4.9 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне воспроизведения силы переменного электрического тока считают положительными, если получены положительные результаты исследования по п. 9.4.4, а также в каждой контрольной точке  $i$  для каждой частоты  $F_k$  выполняется неравенство  $|\Delta_{i,k}| < |\Delta_{i,k,огн}|$ , где  $\Delta_{i,k,огн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении силы переменного электрического тока в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона воспроизведения силы тока в установленном диапазоне частот.

9.4.10 Повторяют операции по пп. 9.4.5 - 9.4.9 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения силы переменного электрического тока.

9.5 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления.

9.5.1 Нажимают кнопку функции «RESISTANCE» на калибраторе, нажимают функциональную клавишу «MODE» (РЕЖИМ) и выбирают в списке пункт «Variable» (переменная), подтверждают выбор нажатием на «ENTER».

9.5.2 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения электрического сопротивления среди перечисленных в описании типа.

9.5.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [Ом], [кОм] или [МОм], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения электрического сопротивления (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.5.4 Выбирают схему подключения для исследуемого диапазона (2-х проводная для всех диапазонов, 4-х проводная для диапазонов с верхней границей до 1000 кОм включительно). Выбор осуществляют функциональной клавишей «WIRE».

9.5.5 При выборе 4-х проводной схемы подключения, подключают эталон R к выходным клеммам калибратора «HI» и «LO» в качестве клемм питания и к клеммам «I+» и «I-» в качестве измерительных клемм в соответствии с рисунком 5. Далее выполняют операции в соответствии с п. 9.5.7.

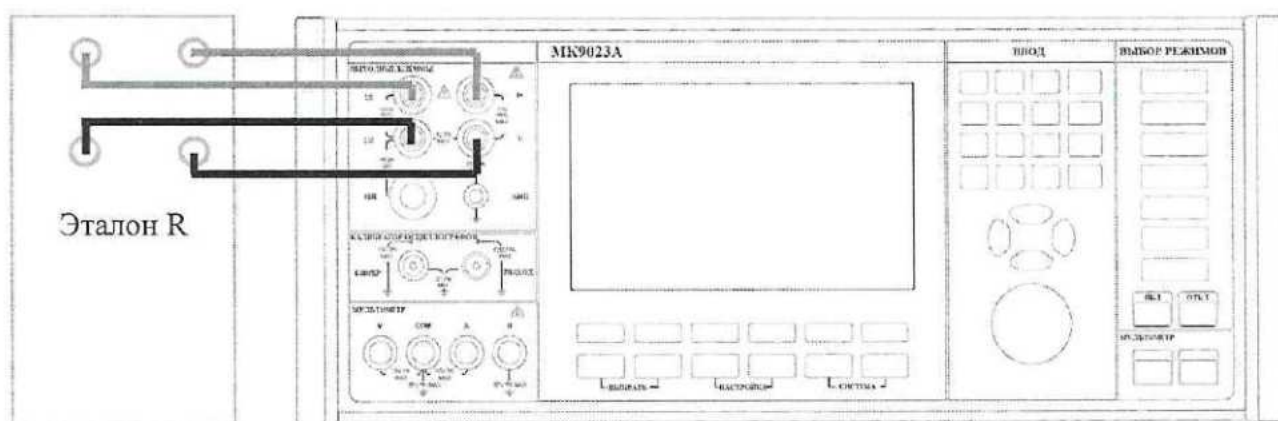


Рисунок 5

9.5.6 При выборе 2-х проводной схемы подключения дополнительно выбирают метод проведения экспериментального определения метрологических характеристик, подходящий по точности в соответствии с положениями ГПС: прямой или косвенный (для высоких значений сопротивления). При выборе прямого метода измерений подключают эталон R к выходным клеммам «HI» и «LO» калибратора в соответствии с рисунком 1 и выполняют операции в соответствии с п. 9.5.7. При выборе косвенного метода измерений собирают схему измерений, подключая линии связи от эталонов  $=U$  (воспроизведение) и  $=I$  (измерение малых токов) к выходным клеммам «HI» и «LO» калибратора в соответствии с рисунком 6 и выполняют операции в соответствии с п. 9.5.8.

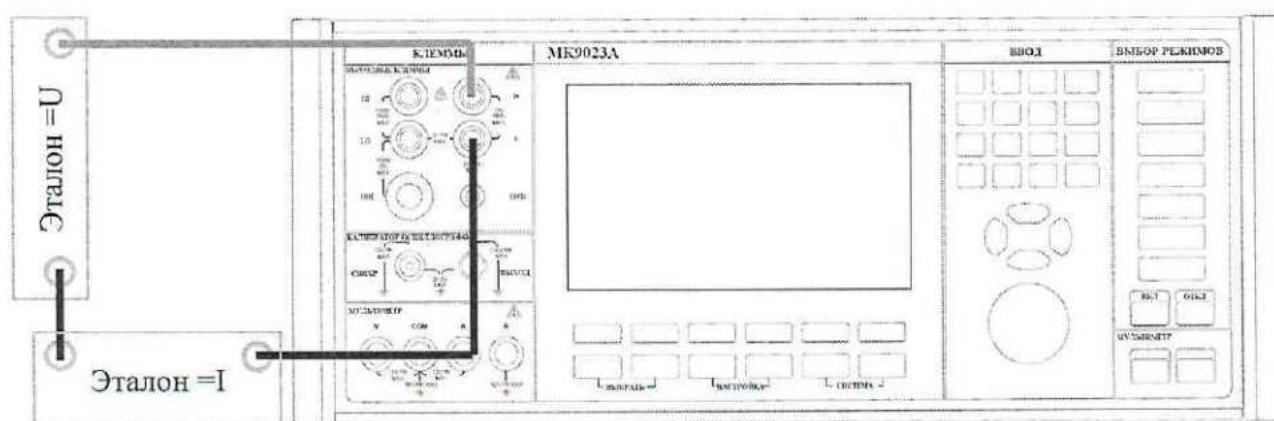


Рисунок 6

9.5.7 При выборе прямого метода измерений для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.5.7.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного сопротивления  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.5.7.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [Ом], [кОм] или [МОм], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.5.7.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения электрического сопротивления в [Ом], [кОм] или [МОм] по формуле (1).

9.5.7.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.5.8 При выборе косвенного метода измерений для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.5.8.1 Устанавливают от эталона  $=U$  значение напряжения постоянного электрического тока  $U_i$  в диапазоне от 100 мВ до 20 В. Значение  $U_i$  должно обеспечивать допустимый испытательный ток при контрольном значении электрического сопротивления  $X_i$  по формуле  $I_i = U_i/X_i$  с учетом пересчета дольных и кратных единиц. Допустимые диапазоны испытательных токов для каждого диапазона воспроизводимого электрического сопротивления указаны в описании типа.

9.5.8.2 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного сопротивления  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.5.8.3 После стабилизации показаний, с органов индикации эталона  $=I$  считывают измеренное значение  $I_{изм.i}$  в [мА], [мкА] или [нА], переводят дольные единицы в [А] и заносят измеренное значение в протокол поверки. Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.5.8.4 Вычисляют значение электрического сопротивления  $Y_i$  в [Ом] по формуле:

$$Y_i = U_i / I_{изм.i} \quad (6)$$

9.5.8.5 При необходимости, переводят значение  $Y_i$  из [Ом] в кратные единицы, соответствующие единицам, в которых выбрано контрольное значение  $X_i$ , после чего вычисляют и заносят в протокол поверки абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения электрического сопротивления в [Ом], [кОм] или [МОм] по формуле (1).

9.5.9 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне воспроизведения электрического сопротивления в режиме «Variable» при выбранной схеме подключений считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона воспроизведения сопротивления при 2-х или 4-х проводной схеме подключений.

9.5.10 Повторяют операции по пп. 9.5.2 - 9.5.9 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения электрического сопротивления.

9.5.11 Нажимают функциональную клавишу «MODE» (РЕЖИМ) и выбирают в списке пункт «Fixed» (фиксированный), подтверждают выбор нажатием на «ENTER».

9.5.12 В качестве контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) принимают и заносят в протокол поверки фиксированные калибровочные значения электрического сопротивления в [Ом], [кОм] или [МОм], переключаемые на дисплее калибратора клавишами курсора.

Примечание - при первичной поверке проверяют нахождение отображаемых фиксированных калибровочных значений электрического сопротивления в границах допускаемого отклонения номинального значения при выпуске калибраторов из производства, указанных в описании типа.

9.5.13 Для каждого значения  $X_i$  выполняют операции по пп. 9.5.4 - 9.5.8.

9.5.14 Результаты поверки калибратора при воспроизведении значения электрического сопротивления  $X_i$  в режиме «Fixed» считают положительными при выбранной схеме подключений, если выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности действительного (калибровочного) значения электрического сопротивления (фиксированный режим), указанные в описании типа для 2-х или 4-х проводной схемы подключений.

9.6 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической емкости.

9.6.1 Подключают эталон (С) к выходным клеммам «HI» и «LO» калибратора в соответствии с рисунком 1. Нажимают кнопку функции «CAPACITANCE» на калибраторе, нажимают функциональную клавишу «MODE» (РЕЖИМ) и выбирают в списке пункт «Variable» (переменная), подтверждают выбор нажатием на «ENTER».

9.6.2 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения электрической емкости среди перечисленных в описании типа.

9.6.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [нФ], [мкФ] или [мФ], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения электрической емкости (например, 0 - 10 %, 25 %, 50 %, 75 % и 90 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.6.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.6.4.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходной емкости  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.6.4.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [нФ], [мкФ] или [мФ], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.6.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения электрической емкости в [нФ], [мкФ] или [мФ] по формуле (1).

9.6.4.4 Для диапазонов, в которых в описании типа нормируется относительная погрешность, вычисляют относительную погрешность  $\delta_i$  воспроизведения электрической емкости в [%] по формуле:

$$\delta_i = (\Delta_i / X_i) \cdot 100 \quad (7)$$

9.6.4.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$ ,  $\Delta_i$  и  $\delta_i$ .

9.6.5 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне воспроизведения электрической емкости в режиме «Variable» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$  или  $|\delta_i| < |\delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  и  $\delta_{i,осн}$  - соответственно пределы допускаемой основной абсолютной и относительной погрешности калибраторов при воспроизведении электрической емкости в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона.

9.6.6 Повторяют операции по пп. 9.6.2 - 9.6.5 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения электрической емкости.

9.6.7 Нажимают функциональную клавишу «MODE» (РЕЖИМ) и выбирают в списке пункт «Fixed» (фиксированный), подтверждают выбор нажатием на «ENTER».

9.6.8 В качестве контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) принимают и заносят в протокол поверки фиксированные номинальные значения электрической емкости в [нФ], [мкФ] или [мФ], переключаемые на дисплее калибратора клавишами курсора.

9.6.9 Для каждого значения  $X_i$  выполняют операции по п. 9.6.4.

9.6.10 Результаты поверки калибратора при воспроизведении значения электрической емкости  $X_i$  в режиме «Fixed» считают положительными, если выполняется

неравенство  $|\delta_i| < |\delta_{i,осн}|$ , где  $\delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности фиксированного значения электрической емкости, указанные в описании типа.

9.7 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности постоянного тока.

9.7.1 Перед проведением операций по п. 9.7 калибраторы должны пройти экспериментальное определение метрологических характеристик при воспроизведении силы и напряжения постоянного электрического тока по п. 9.1 и п. 9.3 с положительным результатом.

9.7.2 Подключают эталон  $=U$  к выходным клеммам «HI» и «LO» и эталон  $=I$  к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 7. Нажимают кнопку функции «POWER» на калибраторе, проверяют индикацию режима постоянного тока (DC).

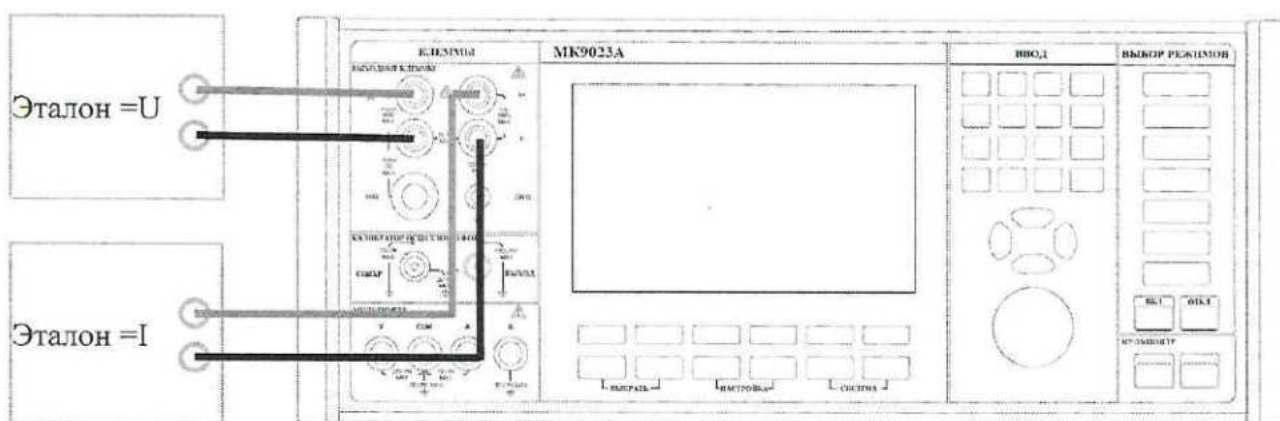


Рисунок 7

9.7.3 Выбирают контрольное значение  $X_i$  в [Вт], расположенное в границах диапазона воспроизведения электрической мощности постоянного тока, и значения силы  $I_i$  и напряжения  $U_i$  постоянного электрического тока, обеспечивающие контрольное значение мощности (например, 10 Вт: 1 А, 10 В), и заносят их в протокол поверки.

9.7.4 С использованием функциональных кнопок, клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значения выходного напряжения  $U_i$  и силы тока  $I_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ», проверяют индикацию воспроизводимого значения мощности  $X_i$ .

9.7.5 С органов индикации эталонов с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний напряжения и силы постоянного электрического тока в [В] и [А], после чего выбирают из них значения  $U_{изм,i}$  и  $I_{изм,i}$ , наиболее отклоняющееся от заданных значений  $U_i$  и  $I_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.7.6 Вычисляют относительную погрешность  $\delta_i$  воспроизведения электрической мощности постоянного тока в [%] по формуле:

$$\delta_i = \frac{(U_{изм,i} \cdot I_{изм,i}) - X_i}{X_i} \cdot 100 \quad (8)$$

9.7.7 Заносят в протокол поверки значения  $U_{изм,i}$ ,  $I_{изм,i}$  и  $\delta_i$ .

9.7.8 Результаты поверки калибратора при воспроизведении электрической мощности постоянного тока считают положительными, если в контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\delta_i| < |\delta_{p,i}|$ , где  $\delta_{p,i}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности калибраторов при воспроизведении электрической мощности постоянного тока в точке  $i$ , указанные в описании типа.

9.8 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрической мощности переменного тока.

9.8.1 Перед проведением операций по п. 9.8 калибраторы должны пройти экспериментальное определение метрологических характеристик при воспроизведении силы и напряжения переменного электрического тока по п. 9.2 и п. 9.4 с положительным результатом.

9.8.2 Подключают эталон  $\sim U$  к выходным клеммам «Н1» и «ЛО» и эталон  $\sim I$  к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 7 (вместо эталонов  $\sim U$  и  $\sim I$ ). Нажимают несколько раз кнопку функции «POWER» на калибраторе до появления индикации режима переменного тока (AC) и полей ввода частоты и угла сдвига фаз.

9.8.3 Выбирают контрольное значение  $X_i$  в [Вт], расположенное в границах диапазона воспроизведения электрической мощности переменного тока, и значения силы  $I_i$  и напряжения  $U_i$  переменного электрического тока, обеспечивающие контрольное значение мощности при  $\cos\varphi = 1$  (например, 1 Вт: 0,1 А, 10 В), и заносят их в протокол поверки.

9.8.4 Выбирают 4 значения частоты  $F_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) в [Гц], равномерно распределенных по диапазону поддерживаемых частот при воспроизведении мощности переменного электрического тока (например, 250 Гц, 500 Гц, 750 Гц и 1000 Гц), и заносят их в протокол поверки.

9.8.5 Для каждой частоты  $F_k$  выполняют следующие операции.

9.8.5.1 С использованием функциональных кнопок, клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают выходной сигнал со следующими параметрами: напряжение  $U_i$ , сила тока  $I_i$ , частота  $F_k$ , угол сдвига фаз  $\varphi = 0,00^\circ$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ», проверяют индикацию воспроизводимого значения мощности  $X_i$ .

9.8.5.2 С органов индикации эталонов с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний напряжения и силы переменного электрического тока в [В] и [А], после чего выбирают из них значения  $U_{изм.i,k}$  и  $I_{изм.i,k}$ , наиболее отклоняющиеся от заданных значений  $U_i$  и  $I_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.8.5.3 Вычисляют относительную погрешность  $\delta_{i,k}$  воспроизведения активной электрической мощности переменного тока в [%] по формуле (8).

9.8.5.4 Заносят в протокол поверки значения  $U_{изм.i,k}$ ,  $I_{изм.i,k}$  и  $\delta_{i,k}$ .

9.8.6 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при воспроизведении электрической мощности переменного тока в диапазоне частот считают положительными, если при каждой установленной частоте  $F_k$  выполняется неравенство  $|\delta_{i,k}| < |\delta_{p,i}|$ , где  $\delta_{p,i}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности калибраторов при воспроизведении активной электрической мощности переменного тока в точке  $i$ , указанные в описании типа.

9.8.7 Подключают эталон электрической мощности: клеммы напряжения эталона подключают к выходным клеммам «Н1» и «ЛО» калибратора, токовые клеммы подключают к выходным клеммам «I+» и «I-» калибратора в соответствии с рисунком 7 (вместо эталонов  $\sim U$  и  $\sim I$ ). Проверяют индикацию режима переменного тока (AC) и наличие полей ввода частоты и угла сдвига фаз.

9.8.8 Выбирают 5 контрольных значений активной электрической мощности  $X_i$  (в контрольных точках  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [Вт], а также значения силы  $I_i$  и напряжения  $U_i$  переменного электрического тока, распределенные по разным диапазонам воспроизведения силы и напряжения переменного электрического тока калибратором, обеспечивающие контрольное значение активной мощности при  $\cos\varphi = 1$ , и заносят их в протокол поверки, например: [0,5 Вт: 0,1 А, 5 В]; [10 Вт: 1 А, 10 В]; [600 Вт: 10 А, 60 В]; [2400 Вт: 10 А, 240 В]; [20000 Вт: 25 А, 800 В].

9.8.9 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.8.9.1 С использованием функциональных кнопок, клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают выходной сигнал со следующими параметрами:

напряжение  $U_i$ , сила тока  $I_i$ , угол сдвига фаз  $\varphi = 0,00^\circ$ , частота  $F_i = 50$  Гц. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ», проверяют индикацию воспроизводимого значения мощности  $X_i$ .

9.8.9.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний активной электрической мощности в [Вт], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.8.9.3 Вычисляют относительную погрешность  $\delta_i$  воспроизведения активной электрической мощности переменного тока в [%] по формуле:

$$\delta_i = \frac{Y_i - X_i}{X_i} \cdot 100 \quad (9)$$

9.8.9.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\delta_i$ .

9.8.10 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при воспроизведении электрической мощности переменного тока считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\delta_i| < |\delta_{p,i}|$ , где  $\delta_{p,i}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности калибраторов при воспроизведении активной электрической мощности переменного тока в точке  $i$ , указанные в описании типа.

9.8.11 Настраивают подключенный к выходным клеммам калибратора эталон электрической мощности на измерение угла фазового сдвига между основными гармониками напряжения и тока одной фазы, или подключают вместо него другой эталон  $\varphi$ .

9.8.12 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  (в контрольных точках  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в  $^\circ$ , равномерно распределенных по диапазону установки сдвига фазы (например,  $45^\circ, 120^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 330^\circ$ ) и заносят их в протокол поверки.

9.8.13 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.8.13.1 С использованием функциональных кнопок, клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают выходной сигнал со следующими параметрами: напряжение 5 В, сила тока 5 А, угол сдвига фаз  $X_i$ , частота  $F_i = 50$  Гц. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.8.13.2 С органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний угла фазового сдвига в  $^\circ$ , после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.8.13.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  установки угла сдвига фазы в  $^\circ$  по формуле (1).

9.8.13.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.8.14 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при установке угла сдвига фазы при воспроизведении электрической мощности переменного тока считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{осн}|$ , где  $\Delta_{осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при установке угла сдвига фазы на частотах до 200 Гц, указанные в описании типа.

9.8.15 Результаты поверки калибратора при воспроизведении электрической мощности переменного тока считают положительными, если получены положительные результаты исследований по всем операциям пп. 9.8.1 - 9.8.14.

9.9 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении гармонических составляющих сигналов.

9.9.1 Подключают клеммы напряжения эталона Кг к выходным клеммам «Н1» и «ЛО» калибратора в соответствии с рисунком 1. Нажимают кнопку функции «VOLTAGE» на калибраторе, проверяют индикацию режима переменного тока (АС).

9.9.2 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение первой гармоники 10 В, частоту 50 Гц.

9.9.3 Выбирают 5 контрольных значений амплитуд  $X_i$  гармоник порядка  $[h = i + 1]$  (в контрольных точках  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [%] от амплитуды первой гармоники, равномерно распределенных по диапазону установки амплитуды гармоники (например, 20 %, 15 %, 10 %, 5 %, 1 % от амплитуды первой гармоники), и заносят их в протокол поверки.

9.9.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.9.4.1 Нажимают кнопку «SELECT» для активации окна «Harmonic» и нажимают функциональную клавишу «EDIT» (редактировать). Выбирают гармоническую составляющую порядка  $h$ . Задают значение амплитуды  $X_i$  запрашиваемой гармонической составляющей порядка  $h$ , угол сдвига фазы  $0.00^\circ$ . Возвращаются в основное меню нажатием функциональной клавиши EXIT и включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.9.4.2 Дожидаются стабилизации показаний эталона, после чего считывают измеренное значение  $Y_i$  СКЗ амплитуды гармоники порядка  $h$  в [В]. Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.9.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения амплитуды гармоники порядка  $h$  в [В] по формуле (1).

9.9.4.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.9.5 Результаты поверки калибратора при воспроизведении гармонических составляющих сигналов считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  значение  $\Delta_i$  не превышает  $\pm 0,20$  % от диапазона первой гармоники.

9.10 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термопреобразователей сопротивления (ТС).

9.10.1 Подключают эталон R к выходным клеммам калибратора «HI» и «LO» в качестве клемм питания и к клеммам «I+» и «I-» в качестве измерительных клемм в соответствии с рисунком 5.

9.10.2 Нажимают кнопку функции «OPTION» на калибраторе, выбирают «TEMPERATURE RTD», тип датчика RTD (Platinum) и шкалу температуры Standard PT385, задают номинальное сопротивление  $R_0$  ТС при температуре  $0^\circ\text{C}$ .

9.10.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [ $^\circ\text{C}$ ], равномерно распределенных по диапазону воспроизведения (моделирования) температуры (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.10.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.10.4.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение моделируемой температуры  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.10.4.2 Дожидаются стабилизации показаний электрического сопротивления в [Ом] на органах индикации эталона, после чего считывают и заносят в протокол поверки измеренное значение  $R_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.10.4.3 Вычисляют значение температуры  $Y_i$  в [ $^\circ\text{C}$ ] по обратной функции для номинальной статистической характеристики (НСХ) исследуемого типа ТС, соответствующее измеренному значению сопротивления  $R_i$ , по формулам, приведенным в приложении Б документа ГОСТ 6651-2009.

9.10.4.4 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения (моделирования) сигналов ТС в [ $^\circ\text{C}$ ] по формуле (1).

9.10.4.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.10.5 Результаты поверки калибратора при воспроизведении (моделировании) сигналов платиновых ТС ( $\alpha = 0,00385^\circ\text{C}^{-1}$ ) при номинальном сопротивлении  $R_0$  считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,\text{осн}}|$ , где  $\Delta_{i,\text{осн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при

воспроизведении (моделировании) сигналов платиновых ТС в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого значения номинального сопротивления  $R_0$ .

9.10.6 Повторяют операции по пп. 9.10.2 - 9.10.5 для остальных заявленных значений номинального сопротивления  $R_0$  платиновых ТС при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

9.11 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термоэлектрических преобразователей (термопар).

9.11.1 Подключают эталон  $=U$  к выходным клеммам калибратора «HI» и «LO» в соответствии с рисунком 1. Нажимают кнопку функции «OPTION» на калибраторе, выбирают «TEMPERATURE TC», задают режим холодного спая «RJ Mode» Manual (ручной).

9.11.2 Выбирают тип термопары «TC Type» и шкалу температуры «Standard».

9.11.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в  $[^{\circ}\text{C}]$ , равномерно распределенных по диапазону воспроизведения (моделирования) температуры для выбранного типа термопары (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки. Выбирают значение температуры холодного спая  $[T_{xc} = 0\text{ }^{\circ}\text{C}]$ , задают его в поле «RJ».

9.11.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.11.4.1 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение моделируемой температуры  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.11.4.2 Дожидаются стабилизации показаний напряжения постоянного электрического тока в  $[\text{mV}]$  на органах индикации эталона, после чего считывают и заносят в протокол поверки измеренное значение  $U_i$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.11.4.3 Вычисляют значение температуры  $Y_i$  в  $[^{\circ}\text{C}]$  по обратной функции для НСХ исследуемого типа термопары, соответствующее измеренному значению напряжения  $U_i$ , по формулам, приведенным в приложении А.2 документа ГОСТ Р 8.585-2001.

9.11.4.4 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения (моделирования) сигналов термопар в  $[^{\circ}\text{C}]$  по формуле (1).

9.11.4.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.11.5 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при воспроизведении (моделировании) сигналов термопары выбранного типа считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i, \text{осн}}|$ , где  $\Delta_{i, \text{осн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении (моделировании) сигналов термопар в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого типа термопары.

9.11.6 Повторяют операции по пп. 9.11.2 - 9.11.5 для остальных заявленных типов термопар.

9.11.7 Проводят экспериментальное определение погрешности калибраторов при установке температуры холодного спая в ручном режиме.

9.11.7.1 Выбирают тип термопары «TC Type»: К. С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение моделируемой температуры  $[X_i = +100\text{ }^{\circ}\text{C}]$ . Задают в поле «RJ» значение температуры холодного спая  $[T_{xc, i} = +23\text{ }^{\circ}\text{C}]$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.11.7.2 Дожидаются стабилизации показаний напряжения постоянного электрического тока в  $[\text{mV}]$  на органах индикации эталона, после чего считывают и заносят в протокол поверки измеренное значение  $U_{xc23}$ . Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.11.7.3 Вычисляют значение воспроизводимого напряжения постоянного электрического тока  $U_{xc0}$  в [мВ] до введения коррекции по температуре холодного спая по формуле:

$$U_{xc0} = U_{xc23} + 0,919 \quad (10)$$

9.11.7.4 Вычисляют значение температуры  $Y_i$  в [°C] по обратной функции для НСХ типа термопары «К», соответствующее вычисленному значению напряжения  $U_{xc0}$ , по формулам, приведенным в приложении А.2 документа ГОСТ Р 8.585-2001.

9.11.7.5 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  в [°C] воспроизведения (моделирования) сигналов термопары при ручной установке значения температуры холодного спая по формуле (1).

9.11.7.6 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.11.7.7 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при воспроизведении (моделировании) сигналов термопары при ручной установке значения температуры холодного спая считают положительными, если выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |0,25 \text{ } ^\circ\text{C}|$ .

9.11.8 При наличии в калибраторе одновременно опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» и опции 91 (автоматическая компенсация температуры холодного спая) проводят экспериментальное определение погрешности калибраторов при установке температуры холодного спая в автоматическом режиме.

9.11.8.1 Подключают опцию 91 к клеммам калибратора «HI», «LO» и «R» в соответствии с рисунком 8, а эталон  $=U$  к клеммам опции 91.

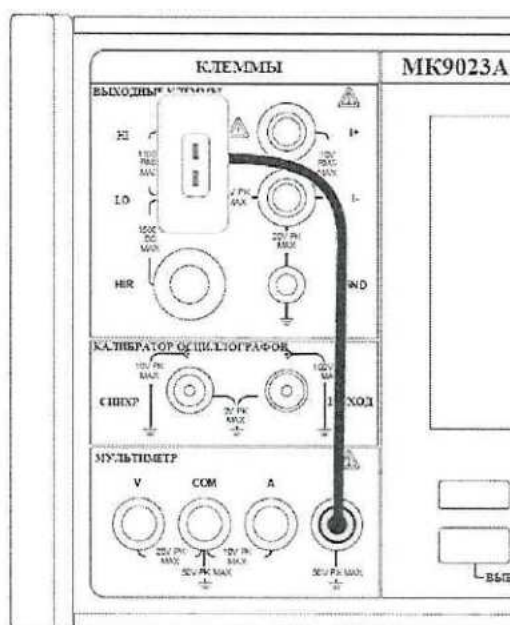


Рисунок 8

9.11.8.2 Выбирают тип термопары «ТС Type»: К. С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение моделируемой температуры [ $X_i = +100 \text{ } ^\circ\text{C}$ ]. Устанавливают RJ Mode в автоматический режим. Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.11.8.3 Дожидаются стабилизации показаний напряжения постоянного электрического тока в [мВ] на органах индикации эталона, после чего считывают и заносят в протокол поверки измеренное значение  $U_{комп}$ . Одновременно измеряют температуру  $T_{xc}$  в месте расположения клемм опции 91 эталонным термометром с погрешностью не более  $\pm 0,05 \text{ } ^\circ\text{C}$  (например, ЛТА/Б-Э, рег. № 69551-17) и заносят измеренное значение в протокол поверки. Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.11.8.4 Вычисляют значение напряжения  $U_{xc}$  в [мВ] для НСХ типа термопары «К», соответствующее измеренному значению температуры холодного спая  $T_{xc}$ , по формулам, приведенным в приложении А.1 документа ГОСТ Р 8.585-2001.

9.11.8.5 Вычисляют значение воспроизводимого напряжения постоянного электрического тока  $U_{xc0}$  в [мВ] до введения коррекции по температуре холодного спая по формуле:

$$U_{xc0} = U_{\text{комп}} + U_{xc} \quad (11)$$

9.11.8.6 Вычисляют значение температуры  $Y_i$  в [°C] по обратной функции для номинальной статистической характеристики (НСХ) типа термопары «К», соответствующее вычисленному значению напряжения  $U_{xc0}$ , по формулам, приведенным в приложении А.2 документа ГОСТ Р 8.585-2001.

9.11.8.7 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  в [°C] воспроизведения (моделирования) сигналов термопары при автоматической установке значения температуры холодного спая по формуле (1).

9.11.8.8 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.11.8.9 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при воспроизведении (моделировании) сигналов термопары при автоматической установке значения температуры холодного спая считают положительными, если выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |0,55 \text{ } ^\circ\text{C}|$ .

9.11.9 Результаты поверки калибратора при воспроизведении (моделировании) сигналов термопар считают положительными, если получены положительные результаты исследований по всем операциям пп. 9.11.1 - 9.11.7, а также п. 9.11.8 (при наличии опций «МУЛЬТИМЕТР/MER» и 91).

9.12 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления с встроенной опцией «МЕГОМ/HVR» (режим источника высокого сопротивления).

9.12.1 Нажимают кнопку функции «RESISTANCE» на калибраторе несколько раз, пока не будет выбран режим «RESITANCE HVR», нажимают функциональную клавишу «MODE» (РЕЖИМ) и выбирают в списке пункт «Variable» (переменная), проверяют индикацию режима «High resistance» (Высокое сопротивление), подтверждают выбор нажатием на «ENTER».

9.12.2 собирают схему измерений, подключая линии связи от эталонов  $=U$  (воспроизведение) и  $=I$  (измерение малых токов) к выходным клеммам «HI» и «LO» калибратора в соответствии с рисунком 6.

9.12.3 Выбирают исследуемый диапазон воспроизведения электрического сопротивления среди перечисленных в описании типа.

9.12.4 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [кОм], [МОм] или [ГОм], равномерно распределенных по исследуемому диапазону воспроизведения электрического сопротивления (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.12.5 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.12.5.1 Устанавливают от эталона  $=U$  значение напряжения постоянного электрического тока  $U_i = 10 \text{ В}$  (для диапазона с верхней границей до 199,9 кОм),  $U_i = 100 \text{ В}$  (для диапазонов с верхней границей свыше 199,9 кОм до 199,99 МОм),  $U_i = 200 \text{ В}$  (для диапазона с верхней границей до 999,9 МОм),  $U_i = 1000 \text{ В}$  (для диапазонов с верхней границей от 1,9999 до 100 ГОм).

9.12.5.2 С использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного сопротивления  $X_i$ . Включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ».

9.12.5.3 После стабилизации показаний, с органов индикации эталона  $=I$  считывают измеренное значение  $I_{\text{изм},i}$  в [мкА], переводят дольные единицы в [А] и заносят измеренное

значение в протокол проверки. Отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.12.5.4 Вычисляют значение электрического сопротивления  $Y_i$  в [Ом] по формуле (6).

9.12.5.5 Переводят значение  $Y_i$  из [Ом] в кратные единицы, соответствующие единицам, в которых выбрано контрольное значение  $X_i$ , после чего вычисляют и заносят в протокол поверки относительную погрешность  $\delta_i$  воспроизведения электрического сопротивления в [%] по формуле (9).

9.12.6 Результаты поверки калибратора с опцией «МЕГОМ/HVR» в исследуемом диапазоне воспроизведения электрического сопротивления считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\delta_i| < |\delta_{i,осн}|$ , где  $\delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности калибраторов при воспроизведении электрического сопротивления с опцией «МЕГОМ/HVR» в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона воспроизведения сопротивления.

9.12.7 Повторяют операции по пп. 9.12.3 - 9.12.6 для остальных заявленных для поверки диапазонов воспроизведения электрического сопротивления.

9.13 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении силы постоянного и переменного электрического тока с внешними опциями 140-50 или 0950 (токовые катушки 10х, 25х, 50х витков).

9.13.1 Собирают схему измерений, подключая эталон  $=I$  и  $\sim I$  (воспроизведение) проводником  $W$  в виде витков (с количеством витков, равным коэффициенту трансформации  $K_{т\tau}$  - числу витков катушки) к исследуемому сектору (10х, 25х, 50х) токовой катушки 140-50 или 0950, фиксируют зажим электроизмерительных клещей в соответствии с рисунком 9.

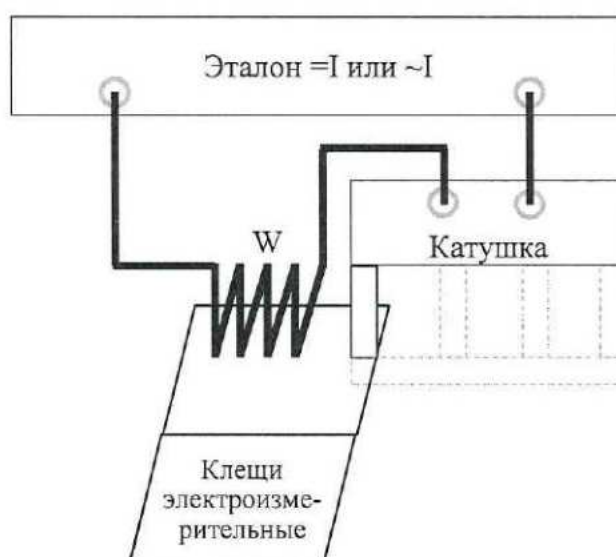


Рисунок 9

Примечания:

1 Направление тока, индуцируемого на выходе катушки, должно быть противоположно направлению тока, протекающего по ампер-виткам проводника  $W$ .

2 Поскольку значение относительной погрешности коэффициента трансформации силы постоянного и переменного электрического тока неизменно и полностью определяется конструктивными и геометрическими особенностями катушки (количеством ампер-витков), то определение МХ опции 140-50 или 0950 при первичной поверке проводят в двух контрольных точках диапазона преобразований, а проведение периодической поверки не требуется.

9.13.2 Выбирают 2 контрольных значения  $X_i$  (в контрольных точках  $i = 1, 2$ ) в [A], расположенные в диапазоне силы постоянного и переменного электрического тока на входе катушки (например, 5 А и 19 А), и заносят их в протокол поверки.

9.13.3 Для каждой контрольной точки  $i$  выполняют следующие операции.

9.13.3.1 С использованием органов управления эталона  $=I$  задают значение силы постоянного электрического тока  $X_i$  на вход катушки.

9.13.3.2 С органов индикации электроизмерительных клещей с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний разности значений силы постоянного электрического тока в [A], после чего выбирают из них наибольшее значение  $\Delta_{=,i}$ . Отключают воспроизведение силы тока на вход катушки.

9.13.3.3 С использованием органов управления эталона  $\sim I$  задают значение силы переменного электрического тока  $X_i$  частотой 50 Гц на вход катушки.

9.13.3.4 С органов индикации электроизмерительных клещей с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний разности значений силы переменного электрического тока в [A], после чего выбирают из них наибольшее значение  $\Delta_{\sim,i}$ . Отключают воспроизведение силы тока на вход катушки.

9.13.3.5 Вычисляют относительные погрешности  $\delta_{=,i}$  и  $\delta_{\sim,i}$  коэффициента трансформации силы постоянного и переменного электрического тока в [%] по формуле:

$$\delta_{=(\sim),i} = \frac{\Delta_{=(\sim),i}}{X_i \cdot K_{\text{ТТ}}} \cdot 100 \quad (12)$$

9.13.3.6 Заносят в протокол поверки значения  $\delta_{=,i}$  и  $\delta_{\sim,i}$ .

9.13.4 Выполняют операции по пп. 9.13.1 - 9.13.3 для остальных коэффициентов трансформации  $K_{\text{ТТ}}$  секторов токовой катушки (25х, 50х; 10х для опции 0950).

9.13.5 Результаты поверки калибратора при воспроизведении силы постоянного и переменного электрического тока с внешними опциями 140-50 или 0950 считают положительными, если калибратор прошел поверку по п. 9.3 и п. 9.4 настоящей методики с положительным результатом, а также для всех  $K_{\text{ТТ}}$  секторов токовой катушки в каждой точке  $i$  выполняются неравенства  $|\delta_{=,i}| < |\delta_{K_{\text{ТТ}}}|$  и  $|\delta_{\sim,i}| < |\delta_{K_{\text{ТТ}}}|$ , где  $\delta_{K_{\text{ТТ}}}$  - пределы допускаемой относительной погрешности значения коэффициента трансформации токовой катушки в условиях эксплуатации, указанные в описании типа.

9.14 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при работе в режиме определения нормируемых метрологических характеристик осциллографов (с встроенными опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1»).

9.14.1 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока, прямоугольного и синусоидального напряжения переменного электрического тока низкой частоты с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.1.1 Подключают эталон  $=U$  к выходному коаксиальному разъему типа N калибратора в соответствии с рисунком 10. Нажимают кнопку функции «SCOPE» на калибраторе, проверяют индикацию режима «SCOPE VOLTAGE».

9.14.1.2 Нажимают на функциональную клавишу «Shape» (форма) и выбирают пункт «DC Positive» (положительное напряжение постоянного электрического тока). В меню Source выбирают импеданс 1 МОм.

9.14.1.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [В], равномерно распределенных по диапазону воспроизведения напряжения постоянного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.14.1.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают значение выходного напряжения  $X_i$ ;
- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;
- с органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [В], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ ;
- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;
- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  воспроизведения напряжения постоянного электрического тока в [В] по формуле (1);
- заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.14.1.5 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении напряжения постоянного электрического тока с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» в точке  $i$ , указанные в описании типа для выбранного значения нагрузки.

9.14.1.6 Повторяют операции по пп. 9.14.1.2 - 9.14.1.5 с настройками «DC Positive», Source 50 Ом; «DC Negative», Source 1 МОм; «DC Negative», Source 50 Ом.

Примечание - для определения погрешности воспроизведения напряжения постоянного тока на нагрузке 50 Ом через тройник к выходу калибратора дополнительно подключают нагрузку 50 Ом.

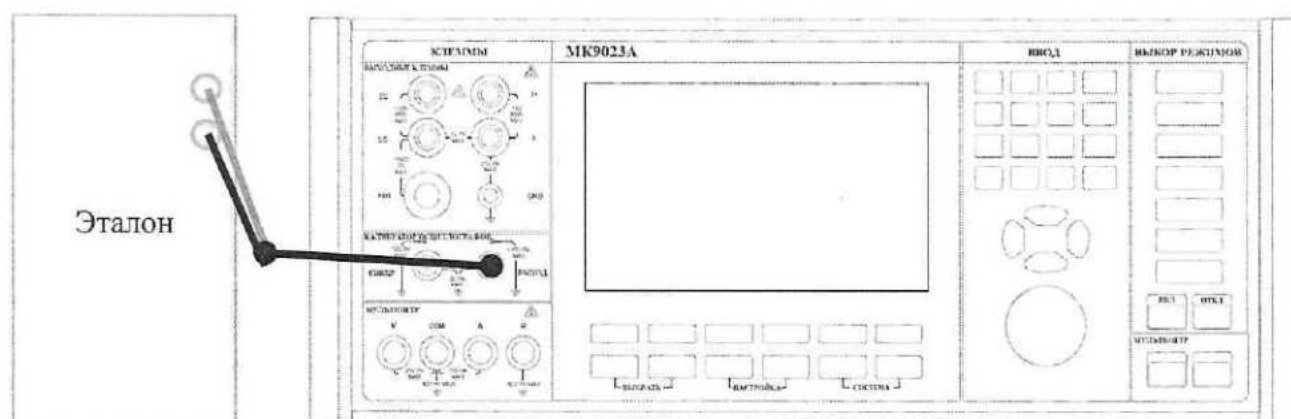


Рисунок 10

9.14.1.7 Подключают эталон  $F$  вместо эталона  $=U$  к выходному коаксиальному разъему типа N калибратора в соответствии с рисунком 10. Проверяют индикацию режима «SCOPE VOLTAGE».

9.14.1.8 Нажимают на функциональную клавишу «Shape» (форма) и выбирают пункт «Symmetric square» (симметричный прямоугольный). В меню Source выбирают импеданс 1 МОм.

9.14.1.9 Выбирают контрольные значения  $F_k = 15$  Гц, 50 Гц, 500 Гц и 1000 Гц ( $k = 1, 2, 3, 4, 5$ ) и для каждого последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение 2 В, частота  $F_k$ ;
- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;
- с органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний частоты в [Гц], после чего выбирают из них значение  $Y_k$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $F_k$ ;
- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_k$  установки частоты переменного тока в [Гц] по формуле (2);

- заносят в протокол поверки значения  $Y_k$  и  $\Delta_k$ .

9.14.1.10 Результаты экспериментального определения погрешности установки частоты считают положительными, если в каждой контрольной точке  $k$  выполняется неравенство  $|\Delta_k| < |\Delta_{k,осн}|$ , где  $\Delta_{k,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки частоты в точке  $k$ , указанные в описании типа для режима воспроизведения напряжения с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.1.11 Повторяют операции по пп. 9.14.1.8 - 9.14.1.10 с настройками «Shape»: «Sine» (синусоидальный).

9.14.1.12 Подключают эталон  $\sim U$  вместо эталона  $F$  к выходному коаксиальному разъему типа  $N$  калибратора в соответствии с рисунком 10. Проверяют индикацию режима «SCOPE VOLTAGE».

9.14.1.13 Нажимают на функциональную клавишу «Shape» (форма) и выбирают пункт «Symmetric square» (симметричный прямоугольный). В меню Source выбирают импеданс 1 МОм.

9.14.1.14 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [В], равномерно распределенных по диапазону воспроизведения напряжения (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.14.1.15 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение  $X_i$ , частота  $F_k$  (значение частоты  $F_k$  устанавливают такое же, как в первой контрольной точке п. 9.14.1.9 настоящей методики);

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- с органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [В], после чего выбирают из них значение  $Y_{i,k}$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ ;

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_{i,k}$  воспроизведения напряжения в [В] на частоте  $F_k$  по формуле (3);

- повторяют операции по п. 9.14.1.15 для остальных значений частоты переменного тока  $F_k$ , выбранных в п. 9.14.1.9;

- заносят в протокол поверки значения  $Y_{i,k}$  и  $\Delta_{i,k}$ .

9.14.1.16 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» при воспроизведении напряжения заданной формы считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  для каждой частоты  $F_k$  выполняется неравенство  $|\Delta_{i,k}| < |\Delta_{i,k,осн}|$ , где  $\Delta_{i,k,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении напряжения в точке  $i$ , указанные в описании типа для выбранных формы сигнала и значения нагрузки.

9.14.1.17 Повторяют операции по пп. 9.14.1.13 - 9.14.1.16 с настройками «Shape»: «Symmetric square», Source 50 Ом; «Shape»: «Sine», Source 1 МОм; «Shape»: «Sine», Source 50 Ом.

Примечание - для определения погрешности воспроизведения прямоугольного и синусоидального напряжения на нагрузке 50 Ом через тройник к выходу калибратора дополнительно подключают нагрузку 50 Ом.

9.14.2 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов в режиме генератора синусоидального напряжения с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.2.1 Подключают эталон  $F$  к выходному коаксиальному разъему типа  $N$  калибратора в соответствии с рисунком 10. Нажимают кнопку функции «SCOPE» на калибраторе несколько раз до появления индикации режима «SCOPE SINE».

9.14.2.2 Выбирают 5 контрольных значений  $F_k$  ( $k = 1, 2, 3, 4$ ) в [Гц], [кГц] или [МГц], равномерно распределенных по диапазону установки частоты синусоидального напряжения

исследуемой опции «ОСЦ1/SC0» или «ОСЦ2/SC1» (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.14.2.3 Для каждой точки  $k$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают тип кабеля, устанавливают сигнал со следующими параметрами: напряжение «1.0000  $V_{RMS}$ », частота  $F_k$ ;

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- с органов индикации эталона с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний частоты в [Гц], [кГц] или [МГц], после чего выбирают из них значение  $Y_k$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $F_k$ ;

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_k$  установки частоты синусоидального напряжения в [Гц], [кГц] или [МГц] по формуле (2);

- заносят в протокол поверки значения  $Y_k$  и  $\Delta_k$ .

9.14.2.4 Результаты экспериментального определения погрешности установки частоты считают положительными, если в каждой контрольной точке  $k$  выполняется неравенство  $|\Delta_k| < |\Delta_{k,огн}|$ , где  $\Delta_{k,огн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности установки частоты в точке  $k$ , указанные в описании типа для режима генератора синусоидального напряжения с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.2.5 Подключают эталон  $\sim U$  к выходному коаксиальному разъему типа N калибратора через проходную нагрузку 50 Ом в соответствии с рисунком 10. Проверяют индикацию режима «SCOPE SINE» на калибраторе, задают тип кабеля.

9.14.2.6 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мВ] или [В], равномерно распределенных по диапазону амплитуды сигнала (пиковое значение  $V_{pk}$ ) (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.14.2.7 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение  $X_i$  ( $V_{pk}$ ), частота 50 кГц;

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- дожидаются стабилизации показаний на эталоне, после чего считывают измеренное значение  $U_i$  в [В] ( $СКЗ \mid V_{RMS}$ );

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;

- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  установки амплитуды напряжения (пиковое значение  $V_{pk}$ ) в [В] на частоте 50 кГц по формуле:

$$\Delta_i = \sqrt{2} \cdot U_i - X_i \quad (13)$$

- заносят в протокол поверки значения  $U_i$  и  $\Delta_i$ .

9.14.2.8 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» при воспроизведении синусоидального напряжения считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  для частоты 50 кГц выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,огн}|$ , где  $\Delta_{i,огн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при воспроизведении напряжения (пиковое значение  $V_{pk}$ ) в точке  $i$ , указанные в описании типа для частоты 50 кГц.

9.14.2.9 Подключают средство измерений  $P_{свч}$  (ваттметр поглощаемой мощности) к выходному коаксиальному разъему типа N калибратора в соответствии с рисунком 10. Проверяют индикацию режима «SCOPE SINE» на калибраторе, задают тип кабеля.

9.14.2.10 Выполняют следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение 2,5 мВ ( $V_{pk}$ ), частота  $F_0 = 100$  кГц;

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- дожидаются стабилизации показаний на средстве измерений  $P_{свч}$ , после чего считывают измеренное значение мощности  $P_{100кГц}$  в [Вт] с учетом пересчета дольных единиц (также учитывают коэффициент амплитудно-частотной коррекции ваттметра на установленной частоте) и заносят его в протокол поверки;

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ».

9.14.2.11 Выбирают не менее 4 контрольных значений частоты  $F_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4$ ) в [кГц] или [МГц], равномерно распределенных по диапазону частот опции «ОСЦ1/SC0» или «ОСЦ2/SC1», не менее 1-й контрольной точки на каждый поддиапазон частоты, в котором нормирована неравномерность АЧХ в описании типа (например, 300 кГц, 5 МГц, 50 МГц, 400 МГц, 1100 МГц (только для опции «ОСЦ2/SC1»)), и заносят их в протокол поверки.

9.14.2.12 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение  $U_i = 2,5$  мВ ( $V_{pk}$ ), частота  $F_i$ ;

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- дожидаются стабилизации показаний на средстве измерений  $P_{свч}$ , после чего считывают измеренное значение мощности  $P_i$  в [Вт] с учетом пересчета дольных единиц (также учитывают коэффициент амплитудно-частотной коррекции ваттметра на установленной частоте) и заносят его в протокол поверки;

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;

- вычисляют неравномерность АЧХ  $\Delta_{АЧХ,i}$  в [В] (пиковое значение  $V_{pk}$ ) по формуле:

$$\Delta_{АЧХ,i} = 10 \cdot \sqrt{P_i} - 10 \cdot \sqrt{P_{100кГц}} \quad (14)$$

Примечание - указанная формула выведена из формулы мощности, рассеиваемой активной нагрузкой  $P = U_{RMS}^2/R$ . При  $R = 50$  Ом напряжение равно  $U_{pk} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{P \cdot R} = 10\sqrt{P}$ ;

- заносят в протокол поверки значения  $P_i$  и  $\Delta_{АЧХ,i}$ .

9.14.2.13 Результаты экспериментального определения неравномерности АЧХ при воспроизведении синусоидального напряжения с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_{АЧХ,i}| < [(\delta_{АЧХ,i} U_i / 100) + \Delta_{pk,i}]$ , где  $\delta_{АЧХ,i}$  - неравномерность АЧХ на установленной частоте в [%];  $U_i$  - установленное напряжение в [В] (пиковое значение  $V_{pk}$ );  $\Delta_{pk,i}$  - постоянная составляющая неравномерности АЧХ в [В] (пиковое значение  $V_{pk}$ ) с учетом пересчета дольных единиц, указанные в описании типа.

9.14.2.14 Повторяют операции по пп. 9.14.2.10 - 9.14.2.13 для значений напряжения 200 мВ, 400 мВ, 600 мВ, 1,5 В (1 В для частоты св. 1 ГГц в опции «ОСЦ2/SC1»).

9.14.3 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при установке периода следования импульсов с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.3.1 Подключают эталон  $F$  к выходному коаксиальному разъему типа  $N$  калибратора в соответствии с рисунком 10. Нажимают кнопку функции «SCOPE» на калибраторе несколько раз, пока не будет выбран режим Pulse.

9.14.3.2 Выбирают 5 контрольных значений периода следования импульсов  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [с], равномерно распределенных по диапазону установки периода опции «ОСЦ1/SC0» или «ОСЦ2/SC1», (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.14.3.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

- с использованием клавиш курсора, поворотной ручки или клавиатуры калибратора задают сигнал со следующими параметрами: напряжение  $U_i = 1$  В ( $V_{pk}$ ), период  $T_i$ , коэффициент заполнения 50 %;

- включают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ВКЛ»;

- дожидаются стабилизации показаний на эталоне, после чего считывают измеренное значение периода  $Y_i$  в [с];

- отключают рабочий режим калибратора нажатием на кнопку «ОТКЛ»;
- вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  установки периода следования импульсов в [с] по формуле (1);
- заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.14.3.4 Результаты экспериментального определения погрешности установки периода следования импульсов с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < [2,5 \cdot 10^{-6} \cdot X_i]$  (для «ОСЦ1/SC0») или  $|\Delta_i| < [1 \cdot 10^{-7} \cdot X_i]$  (для «ОСЦ2/SC1»).

9.14.3.5 Повторяют операции по пп. 9.14.3.2 - 9.14.3.4 в режиме Time marker, предварительно установив его несколькими нажатиями кнопки функции «SCOPE».

9.14.4 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов в режиме измерения входного сопротивления осциллографа с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.4.1 Подключают эталон R (воспроизведение) через переходник к выходному коаксиальному разъему типа N калибратора в соответствии с рисунком 10. Нажимают программную клавишу R-meter в любом режиме опций «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1».

9.14.4.2 На эталоне устанавливают значение электрического сопротивления  $X_i = 50 \text{ Ом}$ .

9.14.4.3 Дожидаются стабилизации показаний на дисплее калибратора, после чего считывают измеренное значение импеданса  $Y_i$  в [Ом] и заносят его в протокол поверки.

9.14.4.4 Вычисляют относительную погрешность  $\delta_i$  измерения входного сопротивления в [%] по формуле (9) и заносят его в протокол поверки.

9.14.4.5 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора в режиме измерения входного сопротивления осциллографа с опциями «ОСЦ1/SC0» и «ОСЦ2/SC1» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\delta_i| < |\delta_{i, \text{осн}}|$ , где  $\delta_{i, \text{осн}}$  - пределы допускаемой основной относительной погрешности калибраторов в режиме измерения входного сопротивления осциллографа, указанные в описании типа.

9.14.4.6 Повторяют операции по пп. 9.14.4.2 - 9.14.4.5 для значения электрического сопротивления  $X_i = 1 \text{ МОм}$ .

9.14.5 Результаты поверки калибратора в части модуля поверки осциллографов (опция «ОСЦ1/SC0» или «ОСЦ2/SC1») считают положительными, если получены положительные результаты по всем операциям экспериментального определения метрологических характеристик по пп. 9.14.1 - 9.14.4 настоящей методики.

9.15 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении напряжения постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER».

9.15.1 Подключают эталон  $=U$  (воспроизведение) к входным клеммам «V» и «COM» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора в соответствии с рисунком 11. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «Voltage DC» для измерения напряжения постоянного электрического тока, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора.

9.15.2 Выбирают исследуемый диапазон измерений напряжения постоянного электрического тока среди перечисленных в описании типа.

9.15.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мВ] или [В], равномерно распределенных по исследуемому диапазону измерений напряжения постоянного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

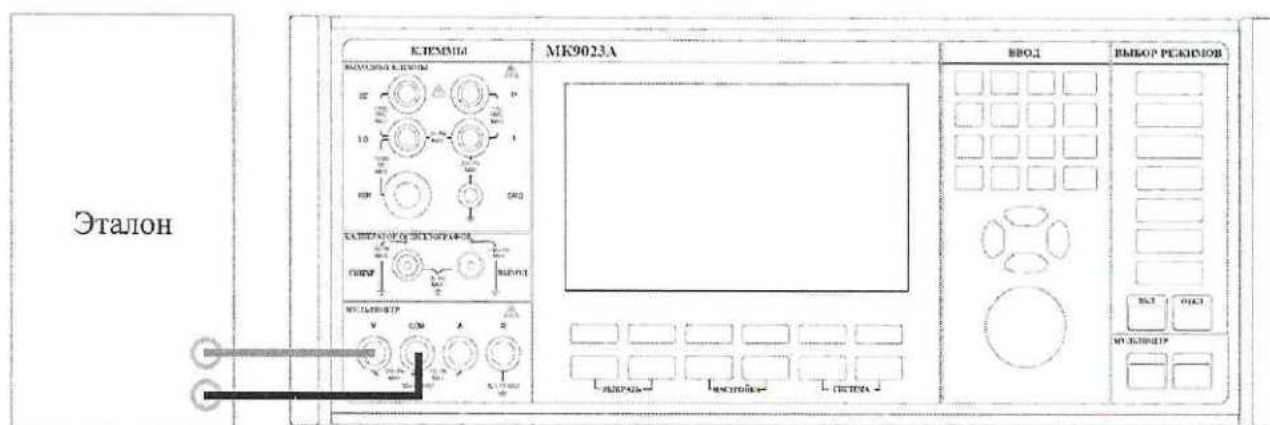


Рисунок 11

9.15.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.15.4.1 С использованием органов управления эталона задают контрольное значение напряжения  $X_i$  на вход калибратора.

9.15.4.2 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мВ] или [В], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.15.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений напряжения постоянного электрического тока в [мВ] или [В] по формуле (1).

9.15.4.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.15.5 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне измерений напряжения постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i, \text{осн}}|$ , где  $\Delta_{i, \text{осн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении напряжения постоянного электрического тока в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона.

9.15.6 Повторяют операции по пп. 9.15.2 - 9.15.5 для остальных заявленных для поверки диапазонов измерений напряжения постоянного электрического тока.

9.16 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении силы постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER».

9.16.1 Подключают эталон  $=I$  (воспроизведение) к входным клеммам «А» и «СОМ» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора в соответствии с рисунком 12. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «Current DC» для измерения силы постоянного электрического тока, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора.

9.16.2 Выбирают исследуемый диапазон измерений силы постоянного электрического тока среди перечисленных в описании типа.

9.16.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [мкА] или [мА], равномерно распределенных по исследуемому диапазону измерений силы постоянного электрического тока (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

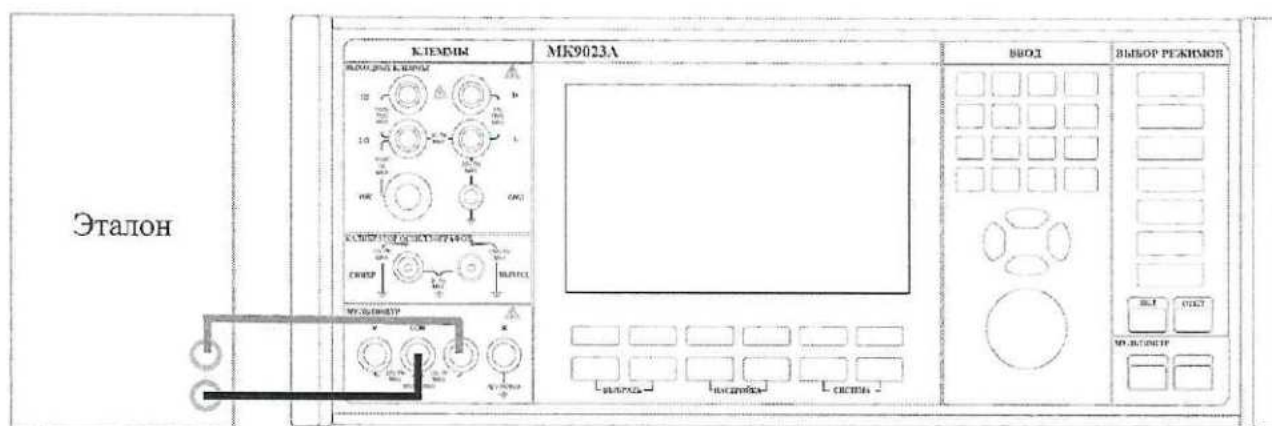


Рисунок 12

9.16.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.16.4.1 С использованием органов управления эталона задают контрольное значение силы тока  $X_i$  на вход калибратора.

9.16.4.2 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [мкА] или [мА], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.16.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений силы постоянного электрического тока в [мкА] или [мА] по формуле (1).

9.16.4.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.16.5 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне измерений силы постоянного электрического тока с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении силы постоянного электрического тока в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона.

9.16.6 Повторяют операции по пп. 9.16.2 - 9.16.5 для остальных заявленных для поверки диапазонов измерений силы постоянного электрического тока.

9.17 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении электрического сопротивления с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER».

9.17.1 Подключают эталон R (воспроизведение) через переходник (опция 9000-60), подключенный к клемме R опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «Resistance» для измерения электрического сопротивления, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора.

9.17.2 Выбирают исследуемый диапазон измерений электрического сопротивления среди перечисленных в описании типа.

9.17.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [кОм], равномерно распределенных по исследуемому диапазону измерений электрического сопротивления (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.17.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.17.4.1 С использованием органов управления эталона задают контрольное значение электрического сопротивления  $X_i$  на входе калибратора.

9.17.4.2 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний в [кОм], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.17.4.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений электрического сопротивления в [кОм] по формуле (1).

9.17.4.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.17.5 Результаты поверки калибратора в исследуемом диапазоне измерений электрического сопротивления с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении электрического сопротивления в точке  $i$ , указанные в описании типа для исследуемого диапазона.

9.17.6 Повторяют операции по пп. 9.17.2 - 9.17.5 для остальных заявленных для поверки диапазонов измерений электрического сопротивления.

9.18 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении частоты с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER».

9.18.1 Подключают эталон F (воспроизведение) к входным клеммам «V» и «COM» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора в соответствии с рисунком 11. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «Frequency» для измерения частоты, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора.

9.18.2 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [Гц] или [кГц], равномерно распределенных по исследуемому диапазону измерений частоты (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки.

9.18.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.18.3.1 С использованием органов управления эталона задают контрольное значение частоты  $X_i$  на вход калибратора.

9.18.3.2 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний частоты в [Гц] или [кГц], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.18.3.3 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений частоты в [Гц] или [кГц] по формуле (1).

9.18.3.4 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.18.4 Результаты поверки калибратора при измерении частоты с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER» считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i,осн}|$ , где  $\Delta_{i,осн}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении частоты в точке  $i$ , указанные в описании типа.

9.19 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов ТС с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/MER».

9.19.1 Подключают эталон R (воспроизведение) через переходник (опция 9000-60), подключенный к клемме R опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «RTD» и тип Platinum, номинальное сопротивление  $R_0$  исследуемого ТС, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора.

9.19.2 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в [°C], равномерно распределенных по диапазону значений температуры, преобразуемой выбранным типом термопреобразователя сопротивления (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона температуры), и заносят их в протокол поверки.

9.19.3 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.19.3.1 Вычисляют значение электрического сопротивления  $R_i$  в [Ом] по НСХ исследуемого типа ТС, соответствующее контрольному значению температуры  $X_i$ , по формулам, приведенным в разделе 5 документа ГОСТ 6651-2009 или находят значение  $R_i$  по таблицам приложения А документа ГОСТ 6651-2009.

9.19.3.2 С использованием органов управления эталона задают значение электрического сопротивления  $R_i$  на вход калибратора.

9.19.3.3 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний температуры в  $^{\circ}\text{C}$ , после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.19.3.4 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений сигналов ТС в  $^{\circ}\text{C}$  по формуле (1).

9.19.3.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.19.4 Результаты поверки калибратора при измерении сигналов исследуемого типа ТС при номинальном сопротивлении  $R_0$  считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i, \text{огн}}|$ , где  $\Delta_{i, \text{огн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении сигналов исследуемого типа ТС в точке  $i$ , указанные в описании типа для выбранного значения номинального сопротивления  $R_0$ .

9.19.5 Повторяют операции по пп. 9.19.2 - 9.19.4 для остальных заявленных значений номинального сопротивления  $R_0$  платиновых ТС при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ .

9.20 Экспериментальное определение метрологических характеристик калибраторов при измерении сигналов термопар с встроенной опцией «МУЛЬТИМЕТР/ MER».

9.20.1 Подключают эталон  $=U$  (воспроизведение) к входным клеммам «V» и «COM» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора в соответствии с рисунком 11. Нажимают кнопку «Функция» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» на калибраторе, выбирают функцию «ТС» для измерения сигналов от термопар, используя клавиши со стрелками или поворотную ручку курсора. Задают режим холодного спая - «Manual» (без автоматической компенсации).

9.20.2 Выбирают тип термопары «TC Type» и шкалу температуры «Standard».

9.20.3 Выбирают 5 контрольных значений  $X_i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ) в  $^{\circ}\text{C}$ , равномерно распределенных по диапазону значений температуры, преобразуемой выбранным типом термопары (например, 0 - 5 %, 25 %, 50 %, 75 % и 95 - 100 % от диапазона), и заносят их в протокол поверки. Задают значение температуры холодного спая  $[T_{\text{хс}} = 0^{\circ}\text{C}]$ .

9.20.4 Для каждой точки  $i$  последовательно проводят следующие операции:

9.20.4.1 Вычисляют значение напряжения постоянного электрического тока  $U_i$  в [мВ] для НСХ исследуемого типа термопары, соответствующее контрольному значению температуры  $X_i$ , по формулам, приведенным в приложении А документа ГОСТ Р 8.585-2001 или находят значение  $U_i$  по таблицам раздела 4 документа ГОСТ 6651-2009.

9.20.4.2 С использованием органов управления эталона задают значение напряжения постоянного электрического тока  $U_i$  на вход калибратора.

9.20.4.3 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний температуры в  $^{\circ}\text{C}$ , после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.20.4.4 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений сигналов термопар в  $^{\circ}\text{C}$  по формуле (1).

9.20.4.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.20.5 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при измерении сигналов исследуемого типа термопары считают положительными, если в каждой контрольной точке  $i$  выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |\Delta_{i, \text{огн}}|$ , где  $\Delta_{i, \text{огн}}$  - пределы допускаемой основной абсолютной погрешности калибраторов при измерении сигналов исследуемого типа термопары в точке  $i$ , указанные в описании типа.

9.20.6 Повторяют операции по пп. 9.20.2 - 9.20.5 для остальных заявленных типов термопар.

9.20.7 Проводят экспериментальное определение погрешности калибраторов при установке температуры холодного спая в ручном режиме.

9.20.7.1 С использованием органов управления калибратора выбирают тип термопары «TC Type»: К. Задают в соответствующее поле значение температуры холодного спая  $[T_{\text{хс}, i} = +23^{\circ}\text{C}]$ .

9.20.7.2 С использованием органов управления эталона задают на вход калибратора значение напряжения постоянного электрического тока [ $U_i = 3,177 \text{ мВ}$ ], соответствующее температуре горячего конца термопары [ $X_i = +100 \text{ }^\circ\text{C}$ ] с учетом установленного значения температуры холодных концов термопары.

9.20.7.3 С дисплея калибратора с интервалом в несколько секунд осуществляют не менее 5 отсчетов показаний температуры в [ $^\circ\text{C}$ ], после чего выбирают из них значение  $Y_i$ , наиболее отклоняющееся от контрольного значения  $X_i$ .

9.20.7.4 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  измерений сигналов термопар при установке температуры холодного спая в ручном режиме в [ $^\circ\text{C}$ ] по формуле (1).

9.20.7.5 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.20.7.6 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при измерении сигналов термопары при ручной установке значения температуры холодного спая считают положительными, если выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |0,33 \text{ }^\circ\text{C}|$ .

9.20.8 При наличии в калибраторе одновременно опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» и опции 91 (автоматическая компенсация температуры холодного спая) проводят экспериментальное определение погрешности калибраторов при измерении температуры холодного спая в автоматическом режиме.

9.20.8.1 Подключают опцию 91 к клеммам «V», «COM» и «R» опции «МУЛЬТИМЕТР/MER» калибратора в соответствии с рисунком 13, а эталон  $=U$  (воспроизведение) к клеммам опции 91.

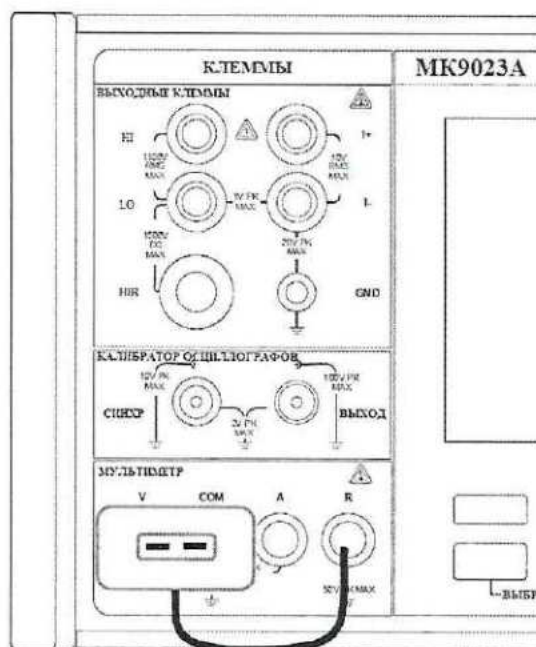


Рисунок 13

9.20.8.2 Выбирают тип термопары «ТС Туре»: К. Задают режим холодного спая - «External» (внешняя автоматическая компенсация).

9.20.8.3 С использованием органов управления эталона задают на вход калибратора значение напряжения постоянного электрического тока [ $U_i = 0 \text{ мВ}$ ].

9.20.8.4 Дожидаются стабилизации показаний температуры на органах индикации калибратора, после чего считывают и заносят в протокол поверки измеренное значение  $Y_i$ . Одновременно измеряют температуру холодного спая  $X_i$  в месте расположения клемм опции 91 эталонным термометром с погрешностью не более  $\pm 0,05 \text{ }^\circ\text{C}$  (например, ЛТА/Б-Э, рег. № 69551-17) и заносят измеренное значение в протокол поверки.

9.20.8.5 Вычисляют абсолютную погрешность  $\Delta_i$  в [ $^\circ\text{C}$ ] автоматического измерения значения температуры холодного спая по формуле (1).

9.20.8.6 Заносят в протокол поверки значения  $Y_i$  и  $\Delta_i$ .

9.20.8.7 Результаты экспериментального определения погрешности калибратора при измерении сигналов термопары с автоматической компенсацией температуры холодного спая считают положительными, если выполняется неравенство  $|\Delta_i| < |0,63 \text{ } ^\circ\text{C}|$ .

9.20.9 Результаты поверки калибратора при измерении сигналов термопар считают положительными, если получены положительные результаты экспериментального определения метрологических характеристик по всем операциям пп. 9.20.1 - 9.20.7, а также п. 9.20.8 (при наличии опции 91).

9.21 Результаты поверки калибратора считают положительными, если все заявленные измеряемые величины и поддиапазоны измерений прошли поверку (пп. 9.1 - 9.20 настоящей методики) с положительным результатом, калибратор прошел внешний осмотр (п. 6.1 настоящей методики), опробование (п. 8.2 настоящей методики) и проверку программного обеспечения (п. 7 настоящей методики) с положительным результатом.

## 10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформляют в соответствии с приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г. «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

10.2 Нанесение знака поверки на калибраторы не предусмотрено.

10.3 Протоколы поверки оформляют в произвольной форме.

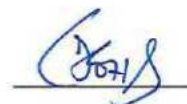
Начальник центра 201 «Центр научных исследований, разработки, испытаний, метрологического обеспечения измерительных систем, электрических и магнитных измерений»  
ФГБУ «ВНИИМС»

 И.М. Каширкина

Начальник отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»  
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.С. Смирнов

Разработал:  
Инженер 1-й кат. отдела 201/2 «Отдел метрологического обеспечения измерительных систем»  
ФГБУ «ВНИИМС»

 А.А. Коновалов