



РОССИЯ

ОКП 42 2513  
Группа КГС (ОКС) П33 (17.220.20)  
Гос. регистрационный № \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
ТН ВЭД 9030 20 990 0  
(9ТС N RU Д-RU.АЯ24.В.05636)



*Место нанесения знака*

МЕРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МНОГОЗНАЧНАЯ  
МС3071

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ИУСН.411642.004РЭ



Дата введения в действие 12. 05. 2015 г.

ООО предприятие «ЗИП - Научприбор»  
350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 5

Тел/факс: +7(861)252-25-80, +7(861)252-32-20, +7(861)252-32-92  
e-mail: znp@znp.ru, znp1@znp.ru http: //www.znp.ru

2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

В части раздела 5 «ПОВЕРКА»  
Начальник испытательного центра  
ФБУ «Краснодарский ЦСМ»



В. И. Даценко

«15» мая 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор  
ООО предприятие  
«ЗИП - Научприбор»



Н. О. Герусов

«12» мая 2015 г.

МЕРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МНОГОЗНАЧНАЯ  
МС3071

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ  
ИУСН.411642.004РЭ  
(введено впервые)

СОГЛАСОВАНО

Технический директор  
ООО предприятие  
«ЗИП - Научприбор»

Заславский В. А.

«12» мая 2015 г.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

| Лит | Изм.      | № докум.       | Подп. | Дата     |
|-----|-----------|----------------|-------|----------|
|     | Разраб.   | Иванько С.А.   |       | 12.05.15 |
|     | Пров.     | Соколов С.А.   |       | 12.05.15 |
|     | Т. контр. |                |       |          |
|     | Н. контр. | Герасимов И.А. |       | 12.05.15 |
|     | Утв.      | Герусов Н.О.   |       | 12.05.15 |

ИУСН.411642.004РЭ

Мера электрического  
сопротивления многозначная  
МС3071  
Руководство по эксплуатации

| Лит                                   | Лист | Листов |
|---------------------------------------|------|--------|
|                                       | 2    | 101    |
| ООО Предприятие<br>«ЗИП - Научприбор» |      |        |

## 5 ПОВЕРКА

### 5.1 Требования при проведении поверки

5.1.1 Поверка (калибровка) ММЭС проводится аккредитованными юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями в национальной системе аккредитации.

Интервал между поверками ММЭС – 1 год.

5.1.2 Поверку проводить в условиях, оговоренных в п. 4.1.4. Род тока должен быть постоянный.

5.1.3 При проведении поверки применять СИ, указанные в таблицах 5.1 и 5.2.

Таблица 5.1 – Перечень средств измерений и оборудования

| Наименование  | Тип                         | Основные метрологические характеристики  |
|---|-----------------------------|--|
| Эталонный универсальный вольтметр<br>Фирма "Fluke Corporation", США   | Fluke 8508A<br>№ГР 25984-14 | Диапазон измерения сопротивления от 0 до $2 \cdot 10^9$ Ом. Погрешность $\pm$ (от $1,7 \cdot 10^{-3} \% + 2 \cdot 10^{-4}$ Ом до $1,51 \cdot 10^{-1} \% + 5 \cdot 10^{-2}$ Ом) при температуре $(23 \pm 5) ^\circ\text{C}$ . |
| Мультиметр<br>Фирма "Agilent Technologies, Inc.", США                 | 3458A<br>№ГР 25900-03       | Диапазон измерения от 0 до $10^9$ Ом. Погрешность $\pm$ (от $5 \cdot 10^{-6} + 3 \cdot 10^{-6}$ Ом до $5 \cdot 10^{-3} + 10^7$ Ом) %.  |
| Компаратор-калибратор универсальный                                   | КМ300<br>№ГР 54727-13       | Диапазон компарирования сопротивлений от $10^{-4}$ до $10^7$ Ом.<br>Погрешность $\pm$ (от $1,1 \cdot 10^{-4}$ до $10^{-2}$ ) %.<br>(РЭ КМ300 Раздел 8, Приложение Г.3)   |
| Мегаомметр  | ЭС0202/1М-Г<br>№ГР 60787-15 | Диапазон измерения от 0 до $10^9$ Ом. Напряжение измерения 100, 250 и 500 В. Погрешность $\pm 15$ %.   |
| Тераомметр  | ТОММ-01<br>№ГР 25380-03     | Диапазон измерения от $10^6$ до $10^{15}$ Ом.<br>Погрешность $\pm$ (от 5 до 10) %.<br>Напряжения измерения 10, 100, 500, 100 В.  |
| Установка для проверки параметров электрической безопасности          | GPT-815<br>№ГР 46633-11     | Испытательное напряжение от 0,1 до 5000 В переменного/постоянного тока. Мощность 500 В·А.  |
| Установка для проверки параметров электрической безопасности          | GPT-825<br>№ГР 46633-11     | Испытательное напряжение от 0,1 до 5000 В постоянного тока. Мощность 500 В·А.<br>Измерение сопротивления изоляции до $2 \cdot 10^9$ Ом.<br>Погрешность $\pm$ (от 5 до 10) %.   |
| Набор однозначных мер электрического сопротивления термостатированный | МС3050Т<br>№ГР 42649-09     | Номинальные значения сопротивления $10^{-1}$ ; 1; $10^1$ ; $10^2$ Ом. Класс точности 0,0005.   |
|   |                             | Номинальные значения сопротивления $10^2$ ; $10^3$ ; $10^4$ ; $10^5$ Ом. Класс точности 0,0005.  |
| Мера электрического сопротивления однозначная                         | Р3050М-3<br>№ГР 46843-11    | Номинальное значение сопротивления $10^{-2}$ Ом. Класс точности 0,01.  |
| Ваттметр многофункциональный цифровой                                 | СМ3010<br>№ГР 59844-15      | Диапазон измерения от $2 \cdot 10^{-3}$ до $7 \cdot 10^3$ Вт.<br>Погрешность $\pm 0,1$ % (при $\cos \varphi = 1$ ).  |
| Термогигрометр  | Ива-6Н-Д<br>№ГР 46434-11    | Диапазоны измерений: температур от минус 20 до $60 ^\circ\text{C}$ , относительной влажности от 1 до 98 %.<br>Разрешение $0,1 ^\circ\text{C} / 0,1$ %  |

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Лит Изм. № докум. Подп. Дата

ИУСН.411642.004РЭ

Лист

57

*Примечания:*

1 Компарирование сопротивлений с использованием ПО производится с использованием ПО КМ300 (см. Г.2 РЭ КМ300) и ПО МС3071 (см. п. 4.3.11 настоящего РЭ);

2 Вместо МС3050Т допускается использовать однозначные меры МС3050М (№ГР 46843-11).

Таблица 5.2 – Перечень средств измерений, допустимых\* для поверки ММЭС

| Наименование                                  | Тип   | Основные метрологические характеристики  |
|---|---|--|
| Омметр цифровой                               | Щ306<br>№ГР 10983-87                          | Диапазон измерения от $10^{-3}$ до $10^9$ Ом.<br>Погрешность $\pm$ (от 0,005 до 0,5) %   |
| Тераомметр                                    | Е6-13А**<br>№ГР 4649-80                       | Диапазон измерения от $10^2$ до $10^{13}$ Ом.<br>Погрешность $\pm$ (от 4 до 10) %<br>Измерительное напряжение 100В                         |
| Катушка электрического сопротивления          | Р321<br>№ГР 1162-58                           | Номинальное значение сопротивления $10^{-1}$ Ом. Класс точности 0,01   |
| Катушка электрического сопротивления          | Р310<br>№ГР 1162-58                           | Номинальное значение сопротивления $10^{-2}$ Ом. Класс точности 0,01   |
| Меры электрического сопротивления однозначные | Р4013<br>№ГР 5084-75;<br>Р4023<br>№ГР 5085-75 | Номинальное значение сопротивления $10^6$ Ом. Класс точности 0,005;<br>Номинальное значение сопротивления $10^7$ Ом. Класс точности 0,005. |

\* - находящиеся в применении (или их аналоги, вновь разработанные);

\*\* - допускается использование тераомметра с применением внешнего источника высокого напряжения 500В (раздел 5 методики ЗАФ.452.009МП для мер Р40111-Р40115), например, Б5-60М или КМ300.

Источник питания аналоговый Б5-60М      Выходное напряжение от 0 до 6000 В.  
№ГР 49787-12      Выходной ток до 3 мА.  
Компаратор-калибратор КМ300КН      Выходное напряжение от 0 до 1000 В.  
универсальный      №ГР 54727-13

5.1.4 Требования безопасности при поверке.

При проведении поверки или калибровки соблюдать требования раздела 2 настоящего РЭ.

5.1.5 При подготовке к работе выполнять требования п. 4.2.

5.1.6 При проверке изоляции ММЭС на прочность снижать испытательное напряжение при каждом последующем испытании на 15 %. В противном случае возникает риск повреждения ММЭС.

**5.2 Методы поверки и рекомендации**

5.2.1 При проведении поверки руководствоваться ГОСТ 8.401, ГОСТ 23737, ГОСТ 22261 и методикой МИ 1695. ММЭС поверять способом комплектной поверки.

5.2.2 Рекомендуемые методы поверки следующие:

а) прямого измерения сопротивления при помощи цифрового омметра;

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|     |      |          |       |      |

б) измерения сопротивления при помощи компаратора сопротивлений или потенциометра постоянного тока сличением с образцовыми мерами сопротивления.

Рекомендуется проводить автоматизированную поверку ММЭС в составе измерительного комплекса (с управлением от ПК) для увеличения достоверности результатов измерений и уменьшения временных затрат.

5.2.3 В качестве образцовых СИ для поверки параметров методом **прямого измерения** сопротивления применять цифровой омметр (один из нижеперечисленных):

- эталонный универсальный вольтметр Fluke 8508A (для ММЭС всех исполнений),
- вольтметр прецизионный Agilent 3458A (для всех исполнений кроме -56, -57, -58),
- омметр цифровой Ц306 (для исполнений -35, -36, -46, -47).

При проведении поверки методом прямого измерения сопротивления рекомендуется сличать показания цифрового омметра с МЭС:

- МС3050Т, указанных ниже (для ММЭС всех исполнений);
- однозначные меры электрического сопротивления (ОМЭС) Р4013, Р4023 класса точности 0,005 (не хуже 0,01) номинальными сопротивлениями  $10^6$  и  $10^7$  Ом соответственно (для исполнений -56, -57, -58).

5.2.4 В качестве образцовых СИ для метода измерения равнономинальных и разнономинальных сопротивлений **компаратором** сопротивлений, а также для измерений при определении дополнительной погрешности при изменении мощности рассеивания на резисторах (для всех исполнений ММЭС кроме -56, -57, -58) применять:

- компаратор - калибратор универсальный КМ300 (далее компаратор);
- наборы мер электрического сопротивления термостатированные МС3050Т номинальными сопротивлениями  $10^{-1}$ ; 1; 10;  $10^2$  Ом и  $10^2$ ;  $10^3$ ;  $10^4$ ;  $10^5$  Ом.

При поверке ММЭС в качестве образцовых применять МЭС:

- 1 разряда, временные изменения которых на момент поверки не должны превышать  $\pm 0,0003$  %, для 1<sup>й</sup> и 2<sup>й</sup> декад ММЭС исполнений -11 и для 1<sup>й</sup>...3<sup>й</sup> декад -21,
- 1 разряда для 1<sup>й</sup> и 2<sup>й</sup> декад ММЭС исполнений -12 и для 1<sup>й</sup>...3<sup>й</sup> декад -22,
- 2 разряда для 1<sup>й</sup>...3<sup>й</sup> декад исполнений -33,
- 3 разряда для всех остальных декад.

Вместо МС3050Т допускается применять ОМЭС.

Соотношение доверительных погрешностей (пределов допускаемых погрешностей, допускаемых отклонений действительных значений сопротивлений) образцовых и поверяемых СИ должно быть не более одной второй при поверке образцовых ММЭС 3-го разряда и не более одной третьей при поверке рабочих ММЭС от допускаемой погрешности.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

5.2.5 Допускается применять другие вновь разработанные или находящиеся в применении СИ, удовлетворяющие по точности требованиям методике поверки МИ 1695 и обеспечивающие поверку ММЭС с погрешностью не более одной третьей от допускаемой погрешности.

5.2.6 Поверку (калибровку) ММЭС производить в режиме **некомпенсированном**. В случае изменений действительных значений сопротивления необходимо изменить их значения в ММЭС, для чего необходимо ввести в меню ММЭС пароль, указанный в разделе 2 формуляра.

После введения в меню ММЭС верного пароля действительные значения сопротивления возможно менять двумя способами:

- непосредственно с передней панели ММЭС в меню 5)Rд набирая значения и вводя по нажатию кнопки «Ввод» (ММЭС автоматически переходит в некомпенсированный режим и при этом возможно проводить измерения сопротивления ступеней декад ММЭС);

- под управлением ППО.

Запись или редактирование действительных значений сопротивления под управлением ППО возможно одним из способов:

- Создать или Открыть готовый для записи профиль и Записать в прибор профиль Rд;

- Считать из прибора и затем войти в Редактирование профиля.

*Внимание! Превышать номинальную мощность на резисторах каждой ступени не допускается.*

### 5.3 Способы управления ММЭС и СИ

5.3.1 Способы управления ММЭС в зависимости от состава поверочного оборудования:

а) непосредственно с управлением ММЭС с её передней панели;

б) при помощи ПК под управлением ППО «УММС» (способ описан в настоящем РЭ),

в) при помощи ПК в составе измерительного комплекса под управлением СПО.

5.3.2 Поверку ММЭС допускается осуществлять любым из способов управления компаратором:

а) непосредственно самим компаратором с управлением с передней панели;

б) при помощи ПК под управлением ПО **компарирование КМ300** (способ описан в настоящем РЭ),

в) при помощи ПК в составе измерительного комплекса с применением компаратора под управлением СПО.

5.3.3 Поверку ММЭС допускается осуществлять любым из способов управления омметром:

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

- а) непосредственно самим омметром с управлением с передней панели;
- б) при помощи ПК под управлением ППО омметра (при наличии),
- в) при помощи ПК в составе измерительного комплекса с применением омметра под управлением СПО (при наличии).

5.3.4 При поверке допускается сочетание любых способов управления ММЭС и СИ.

#### 5.4 Объем поверки

5.4.1 Объем и последовательность операций поверки ММЭС приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Объем и последовательность операций поверки

| Наименование операции  | Номер пункта           |                  | Вид поверки |               |
|--|------------------------|------------------|-------------|---------------|
|  | технических требований | методики поверки | первичная   | периодическая |
| 1  | 2                      | 3                | 4           | 5             |
| 1 Внешний осмотр   | 3.3.1... 3.3.3, 3.9.1  | 5.5              | +           | +             |
| 2.1 Определение сопротивления изоляции ММЭС исполнений -1, -2, -3 (с сопротивлением ступени старшей декады менее $10^6$ Ом)                                    | 3.3.19.1               | 5.6              | +           | -             |
|  | 3.3.19.2               |                  |             | +             |
| 2.2 Определение сопротивления изоляции ММЭС исполнений -4, -5 (с сопротивлением ступени старшей декады $10^6$ Ом и более)                                      | 3.3.19.1               | 5.6              | +           | +             |
|  | 3.3.19.2               |                  |             |               |
| 3.1 Проверка электрической прочности изоляции ММЭС исполнений -1, -2, -3   | 3.3.20.1               | 5.7              | +           | -             |
|  | 3.3.20.2               |                  |             | +             |
| 3.2 Проверка электрической прочности изоляции ММЭС исполнений -4, -5   | 3.3.20.1               | 5.7              | +           | +             |
|  | 3.3.20.2               |                  |             |               |
| 4 Опробование и проверка идентификационных данных ПО   | -                      | 5.9              | +           | +             |
| 5 Определение значения начального сопротивления  | 3.3.4                  | 5.10             | +           | +             |
| 6 Проверка отклонения начального сопротивления   |                        | 5.11             | +           | +             |
| 7 Определение действительных значений сопротивления  | 3.3.6                  | 5.12             | +           | +             |
| 8 Проверка отклонения действительных значений сопротивления при <b>первичной</b> поверке   |                        |                  | +           | -             |
| 9 Проверка отклонения действительных значений сопротивления при <b>периодической</b> поверке ММЭС исполнений -X5... -X8 (классов точности 0,02 и менее точных) |                        |                  | -           | +             |
| 10 Проверка основной погрешности (нестабильности)  | 3.3.7                  | 5.13             | -           | +             |

*Примечание – Знак «+» означает, что операция проводится, а знак «-» – не проводится.*

Подл. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Подл. и дата  
 Инв. № подл.

## 5.5 Внешний осмотр

5.5.1 При проведении внешнего осмотра ММЭС при первичной проверке необходимо убедиться:

- а) в наличие формуляра (паспорта) и РЭ;
- б) в соответствие заводского номера и года изготовления предоставленной на поверку ММЭС и указанных в формуляре (паспорте);
- в) в отсутствии повреждений корпуса, органов управления и индикации, зажимов измерительной цепи, в удовлетворительности их крепления;
- г) в отсутствии повреждений сетевых соединителей и выключателей, зажимов защитного заземления, экрана, в удовлетворительности их крепления;
- д) в отсутствии повреждений сетевого кабеля и кабелей интерфейсов;
- е) в плавности хода при вращении оси энкодера и равномерности фиксации положений;
- ж) в целостности и ясности читаемой маркировки;
- и) в отсутствии внутри ММЭС посторонних предметов или отсоединившихся деталей (методом наклонов ММЭС «на весу»);
- к) в наличии неповреждённых пломб предприятия - изготовителя.

5.5.2 При периодической проверке выполнить действия, указанные в п. 5.5.1 и убедиться в наличии пломб поверяющей организации, указанной в формуляре (паспорте).

5.5.3 При нарушениях пломб поверяющей организации ММЭС подвергается первичной проверке. При этом проводится испытание изоляции действием повышенного напряжения.

## 5.6 Проверка сопротивления изоляции

5.6.1 Измерение сопротивления изоляции производить по ГОСТ 22261. Время каждого измерения не менее одной минуты.

Измерение по п. 3.3.19.1 производить на постоянном токе при помощи тераомметра с погрешностью не более 30 % при напряжении (500±100) В.

Измерение по п. 3.3.19.2 производить на переменном токе при помощи мегаомметра с погрешностью не более 30 % при напряжении (500±100) В.

5.6.2 При измерениях сетевой кабель должен быть **подключен** к ММЭС и по отдельности **замкнуты между собой** электрические измерительные цепи, цепи интерфейса. Замыкать два сетевых контакта вилки сетевой, без контакта защитного заземления. Цепи интерфейсов USB и RS232 при проверке замыкать между собой. Сетевой выключатель должен находиться во включенном положении. Кабели интерфейсов должны быть отключены от ММЭС.

|              |              |               |              |              |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|
| Интв. № подл | Подп. и дата | Интв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата |
|--------------|--------------|---------------|--------------|--------------|

|     |      |          |       |      |                   |      |
|-----|------|----------|-------|------|-------------------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата | ИУСН.411642.004РЭ | Лист |
|     |      |          |       |      |                   | 62   |

5.6.3 ММЭС считать выдержавшей испытания, если сопротивление изоляции соответствует требованиям п. 3.3.19.1, 3.3.19.2.

### 5.7 Проверка прочности изоляции

5.7.1 Проверку электрической прочности изоляции (п. 3.3.20.1, 3.3.20.2) проводить в соответствии с методами, изложенными в разделе 7 ГОСТ 22261 и ГОСТ 12.2.091 на переменном токе. При постоянном токе напряжение повышать до амплитудного значения напряжения переменного тока.

5.7.2 Приложенное испытательное напряжение, плавно повышать до номинального значения 1,5 кВ (0,5 кВ для цепей интерфейса), выдерживать 1 мин, затем плавно опустить напряжение до 0 кВ.

5.7.3 При испытаниях выполнять требования п. 5.6.2, как и для измерений сопротивления изоляции.

5.7.4 Проверка сопротивления изоляции по п. 5.7 после проверки прочности изоляции обязательна. ММЭС считать выдержавшей испытания, если не произошло пробоев изоляции и сопротивление изоляции соответствует п. 3.3.19.1.

### 5.8 Подготовка к измерениям при проведении поверки

Провести подготовку к измерениям при проведении поверке следующим образом:

а) обеспечить защитное заземление ММЭС и СИ посредством подключения к розеткам питающей сети с заземляющими контактами или подсоединения зажимов защитного заземления «» к защитному контуру заземления (при отсутствии заземляющих контактов),

для случая применения отдельного контура заземления подсоединить к нему зажимы заземления ММЭС и выбранных для поверки СИ

или использовать отдельный контур заземления для цепи экрана;

б) соединить измерительную цепь ММЭС со СИ с учётом маркировки соединителей;

в) подсоединить ММЭС и СИ к питающей сети;

г) при применении ОМЭС поместить их в масляный (или воздушный) термостат;

д) включить и подготовить к работе оборудование в соответствии с их руководствами по эксплуатации;

е) в случае применения измерительного комплекса, подготовить его к работе согласно эксплуатационной документации на него.

Подготовку к работе считать законченной после достижения температурных равновесий мер.

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инт. № подл. | Подп. и дата |
| Инт. № дубл. | Взам. инв. № |
| Подп. и дата | Подп. и дата |

|     |      |          |       |      |                   |
|-----|------|----------|-------|------|-------------------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата | ИУСН.411642.004РЭ |
|     |      |          |       |      |                   |

## 5.9 Опробование

5.9.1 Перед проведением измерений метрологических характеристик при поверки ММЭС выполнить опробование.

Опробование выполнять после выполнения следующих операций:

- подготовки к работе по п. 4.2;
- внешний осмотр по п. 5.5;
- проверки сопротивления изоляции по п. 5.6;
- проверки прочности изоляции по п. 5.7;
- подготовки к измерениям при проведении поверки по п. 5.8.

5.9.2 При не подсоединённом сетевом шнуре к питающей сети на ММЭС провести проверку:

- сетевого выключателя (выполнить пару циклов включения-выключения, при этом проверить чёткость срабатывания без излишних усилий и чёткость фиксации клавиши выключателя в крайних положениях);
- энкодера (плавность хода при вращении и равномерность фиксации в положениях);
- жёсткость фиксации сетевого шнура в соединителе сетевого.

5.9.3 Включить сетевое питание ММЭС, провести проверку соответствия идентификационных данных ВПО, отображаемых на индикаторе при включении ММЭС и следующие проверки на функционирование:

- индикатора (по включению ММЭС оценить наличие свечения и высвечивание информации по достаточности яркости свечения для визуального восприятия информации и равномерность свечения индикатора);
- кнопок управления (чёткости срабатывания по нажатию при проведении дальнейшей поверки);
- энкодера (чёткости срабатывания при вращении и нажатии кнопки на оси энкодера при проведении дальнейшей поверки);
- проверку обмена данными с ПК по интерфейсу RS232 (при подключенном кабеле RS232 к ПК по факту определения ПО подключения ММЭС к ПК);
- проверку обмена данными с ПК по интерфейсу USB (при подключенном кабеле USB к ПК по факту определения ПО подключения ММЭС к ПК).

Для проверки обмена данными необходимо на ПК предварительно установить и проверить идентификационные данные ППО. Идентификационные данные ВПО и ППО должны соответствовать данным, указанным в разделе 2 формуляра.

## 5.10. Определение начального сопротивления

5.10.1 Определение начального сопротивления **омметром**.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |                   |
|------|------|----------|-------|------|-------------------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата | ИУСН.411642.004РЭ |
|      |      |          |       |      |                   |

Определить значение начального сопротивления  $R_0$  методом прямого измерения омметром следующим образом:

- а) подключить к ММЭС омметр по схеме рисунка 5.1;
- б) установить на ММЭС номинальное значение 0 Ом;
- в) измерить действительное значение начального сопротивления  $R_0$ ;
- г) записать измеренное значение для четырёхпроводного соединения в формуляр (таблица 5.4 настоящего РЭ).

Отсоединить потенциальные провода омметра от потенциальных зажимов ММЭС и подключить к токовым зажимам. Определить значение начального сопротивления  $R_0$  омметром, повторив пункты б, в и записать измеренное значение начального сопротивления ММЭС для двухпроводного соединения в формуляр (таблица 5.4 РЭ).

#### 5.10.2 Определение начального сопротивления компаратором.

Определить значение начального сопротивления компаратором сопротивления методом сравнения значений сопротивлений ММЭС и образцовой МЭС следующим образом:

- а) подключить ММЭС и образцовую МЭС к компаратору по схеме рисунка 5.3, при этом потенциальные провода *Вход U1* компаратора подключить к потенциальным зажимам ММЭС, а *Вход U2* - к потенциальным зажимам МЭС;
- б) прогреть ММЭС и СИ, согласно эксплуатационной документации на них;
- в) установить на ММЭС номинальное значение 0 Ом;
- г) ввести действительное значение сопротивления образцовой МЭС в программу *компарирования КМ300* для исполнений ММЭС номинальных значений

-1X и -2X 0,1 Ом,                      - 3X 1 Ом,                      - 4X и -5X 10 Ом;

- д) ввести значения тока (соответствует, указанному значению в таблице 5.5) в программу *компарирования КМ300* для исполнений ММЭС

-1X, - 2X и - 3X 300 мА,      - 4X 100 мА,                      -5X 30 мА;

- е) определить начальное сопротивление;
- ж) записать измеренное значение для четырёхпроводного соединения в формуляр (таблица 5.4 РЭ).

Отсоединить потенциальные провода компаратора от потенциальных зажимов ММЭС и подключить к токовым зажимам. Определить значение начального сопротивления, повторив пункты в, г, д, е и записать измеренное значение начального сопротивления ММЭС для двухпроводного соединения в формуляр (таблица 5.4 РЭ).

5.10.3 Значение начального сопротивления в нормальных условиях применения не должно превышать значения, указанного в п. 3.3.4.

|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |                   |
|------|------|----------|-------|------|-------------------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата | ИУСН.411642.004РЭ |
|      |      |          |       |      |                   |

## 5.11 Определение отклонения начального сопротивления

5.11.1 Определить значение отклонения начального сопротивления  $\delta R_0$  в нормальных условиях применения следующим образом:

- а) произвести два измерения начального сопротивления по п. 5.10 при повышенной и пониженной температурах диапазона нормальных условий применения,
- б) определить значения отклонений начального сопротивления, измеренных по п. 5.11.1а

- для ММЭС исполнений - X 1... - X 5 (классов точности 0,02) и более точных по формуле:

$$\delta R_0 = \frac{R_{0\max} - R_{0\min}}{R_{0\max} + R_{0\min}} \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

где  $R_{0\max}$  и  $R_{0\min}$  - соответственно максимальное и минимальное измеренные по п. 5.11а значения начального сопротивления, Ом,

- для ММЭС исполнений - X 6... - X 8 классов точности 0,05 и менее точных по формулам:

$$\delta R_{0\max} = \frac{R_{0\max} - R_{0тк}}{R_{тк}} \cdot 100\%, \quad (5.2)$$

$$\delta R_{0\min} = \frac{R_{0\min} - R_{0тк}}{R_{тк}} \cdot 100\%, \quad (5.3)$$

где  $R_{0тк}$  - значение начального сопротивления, Ом, измеренного при температуре калибровки по п. 5.10.

Значение изменения начального сопротивления  $\delta R_0$  не должны превышать значений, указанных в п. 3.3.4.

5.11.2 Допускается для исполнений ММЭС - X 1... X -5 (класса точности 0,02 и более точных) значение отклонения начального сопротивления в нормальных условиях применения заменять проверкой суммарного отклонения в рабочем диапазоне температур; отклонения в диапазоне нормальных условий применения и дополнительной погрешности диапазона рабочих температур.

Суммарную погрешность рассчитывать по формуле:

$$\delta R_0 = \frac{R_{0\max} - R_{0\min}}{R_{0\max} + R_{0\min}} \cdot 100\%, \quad (5.4)$$

где  $R_{0\max}$  и  $R_{0\min}$  - соответственно максимальное и минимальное измеренные значения начального сопротивления в крайних точках диапазона рабочих условий применения, Ом.

Рассчитанное значение суммарной погрешности изменения начального сопротивления  $\delta R_0$  не должны превышать суммы относительных значений, указанных в п. 3.3.4 и 3.4.5.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Значение начального сопротивления ( $RO_{\max}$  или  $RO_{\min}$ ) не должно превышать значения максимального сопротивления, указанного в п. 3.3.4.

## 5.12 Определение действительных значений сопротивления и их отклонений

5.12.1 Метод **прямого измерения** действительных значений сопротивления с помощью **цифрового омметра**.

5.12.1.1 Произвести подготовку к измерениям следующим образом:

- а) поместить ММЭС в воздушный термостат;
- б) обеспечить защитное заземление ММЭС и омметра;
- в) при применении отдельного контура заземления подсоединить к нему зажимы заземления ММЭС и омметра, (в противном случае производить подключения к защитному контуру заземления);
- г) подключить омметр к ММЭС по схеме рисунка 5.1, соединив измерительную цепь ММЭС и омметра с учётом маркировки соединителей;
- д) подсоединить ММЭС и омметр к питающей сети;
- е) включить и подготовить к работе вышеперечисленные приборы и оборудование в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

Подготовку к измерениям считать законченной после достижения температурного равновесия ММЭС.

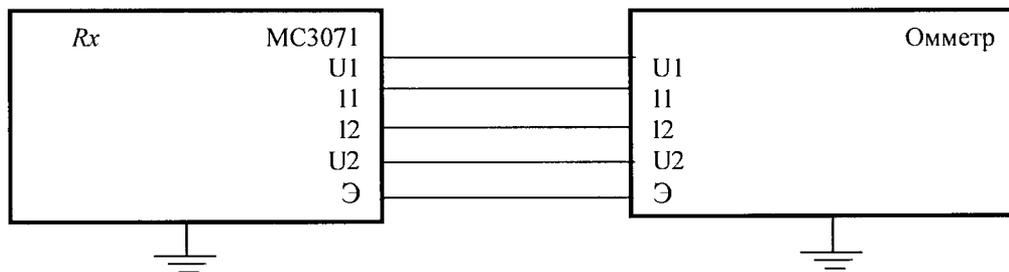


Рисунок 5.1 – Схема для определения действительных значений ММЭС с использованием цифрового омметра.

Для определения значений сопротивления менее 10 кОм (и значения начального сопротивления) подключение должно происходить по четырёхпроводной схеме (для определения значений сопротивления 10 кОм и более подключение можно производить по двухпроводной схеме).

Для измерений значений сопротивления 1 МОм и более для подключения применять экранированные измерительные провода с использованием зажима экрана ММЭС, подключив к нему экраны измерительных проводов. С другой стороны экран проводов подключать к экрану применяемого СИ. Рекомендуется подключать экран к отдельному контуру заземления

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл

Лит. Изм. № докум. Подп. Дата

ИУСН.411642.004РЭ

Лист

67

и для питания ММЭС и СИ использовать развязывающие сетевые трансформаторы с заземлённым экраном между первичными и вторичными обмотками.

5.12.1.2 Устанавливая на ММЭС необходимое значение сопротивления производить измерения значений сопротивлений омметром.

Для определения действительных значений сопротивления ступеней декад ММЭС из измеренного значения сопротивления необходимо вычесть значение начального сопротивления. Это необходимо для значений начального сопротивления, составляющих более 0,2 предела допускаемой абсолютной погрешности проверяемого показания.

5.12.1.3 Действительные значения сопротивлений ступеней декад ММЭС с вычетом начального сопротивления записать в формуляр (*графы 3 таблицы 5.4 РЭ*).

Вычислить относительные отклонения значений действительного сопротивления от номинальных значений и записать (*графы 4 таблицы 5.4 РЭ*). Относительное отклонение действительных значений сопротивлений, определённых с вычетом значения начального сопротивления не должна превышать допустимых значений п. 1.3.4 (*указываются в графе 5 таблицы 5.4 РЭ*).

5.12.2 Метод определения действительных *равнономинальных* и *разнономинальных* значений сопротивлений с применением **компаратора**.

5.12.2.1 Произвести подготовку к поверке с применением компаратора-калибратора универсального КМ300 (далее компаратор) следующим образом:

а) при применении отдельного контура заземления подсоединить к нему зажимы заземления « $\perp$ » ММЭС, компаратора, МС3050Т и/или ОМЭС, в противном случае производить подключения к защитному контуру заземления. Для измерений свыше 1 МОм см. п. 5.12.1.1;

б) соединить измерительную цепь компаратора, ММЭС и МС3050Т и/или ОМЭС с учётом маркировки соединителей:

- для поверки ступеней ММЭС значением сопротивления свыше 100 Ом по схеме рисунка 5.2 (используется «*выход U*» компаратора),

- для поверки ступеней ММЭС значением сопротивления 100 Ом и менее по схеме рисунка 5.3 (используется «*выход I*» компаратора);

в) подсоединить ММЭС, компаратор, МС3050Т к питающей сети;

г) для случая применения ОМЭС поместить их в масляный или воздушный термостат с температурой  $(20 \pm 0,2) ^\circ\text{C}$ ;

д) подключить к питающей сети ММЭС, компаратор и МС3050Т;

е) включить и подготовить к работе вышеперечисленные приборы и оборудование в соответствии с эксплуатационной документацией на них;

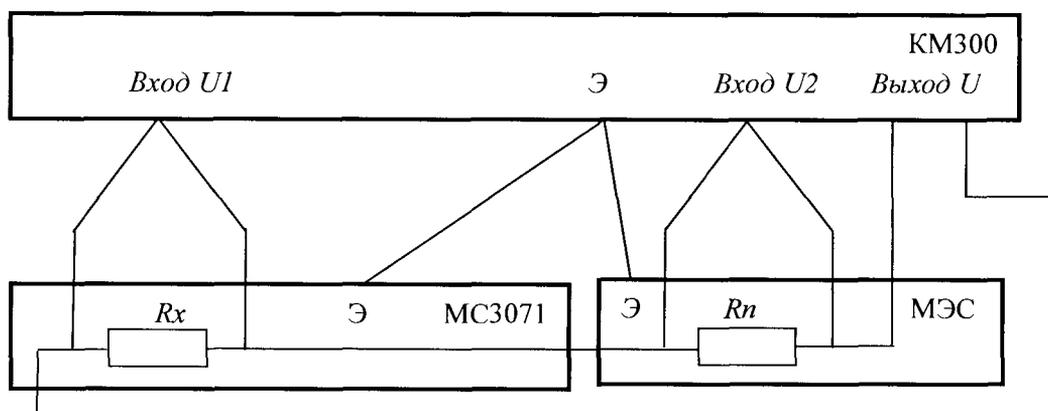
|              |
|--------------|
| Подп. и дата |
| Взам. инв. № |
| Инв. № дубл. |
| Подп. и дата |
| Инв. № подл. |

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |

ж) в случае применения измерительного комплекса, подготовить его к работе в соответствии эксплуатационной документации на него;

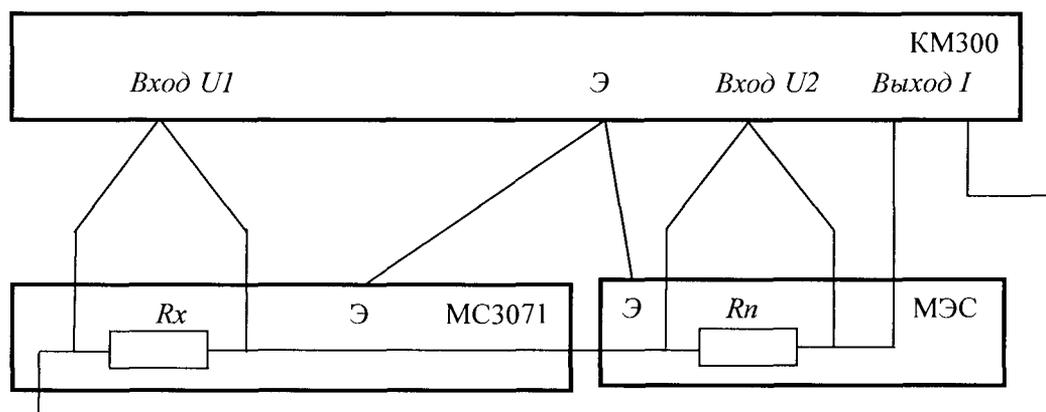
и) подготовку к работе считать законченной после достижения температурных равновесий мер.

*Примечание – При подключении вышеперечисленного оборудования к розеткам питающей сети с использованием заземляющих контактов подключение по п. а не производить.*



$R_n$  – сопротивление образцовой меры электрического сопротивления (МЭС);  
 $R_x$  – сопротивление, установленное на поверяемой ММЭС.

Рисунок 5.2 – Схема для определения действительных значений сопротивлений ступеней ММЭС с использованием выхода компаратора «выход  $U$ ».



$R_n$  – сопротивление образцовой меры электрического сопротивления (МЭС);  
 $R_x$  – сопротивление, установленное на поверяемой ММЭС.

Рисунок 5.3 – Схема для определения действительных значений сопротивлений ступеней ММЭС с использованием выхода компаратора «выход  $I$ ».

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|     |      |          |       |      |

Таблица 5.4 – Определённые действительные значения сопротивлений и их отклонения от номинального значения при поверке ММЭС

| Поверяемые              |             | Действительное значение сопротивления для $x$ декады $n$ ступени $R_{xn}$ Ом | Отклонение действительного значения сопротивления от номинального значения для $x$ декады $n$ ступени $\delta_{xn}$ , % | Допустимое значение отклонения сопротивления от номинального значения для $x$ декады $n$ ступени $\pm\delta_{d xn}$ , % |
|-------------------------|-------------|--|---|---|
| декада $x$              | ступень $n$ |  |   |   |
| 1                       | 2           | 3  | 4   | 5   |
| 1                       | 1           | $R_{11} =$   | $\delta_{11} =$   | $\delta_{d 11} =$   |
|                         | 2           | $R_{12} =$   | $\delta_{12} =$   | $\delta_{d 12} =$   |
|                         | 3           | $R_{13} =$   | $\delta_{13} =$   | $\delta_{d 13} =$   |
|                         | 4           | $R_{14} =$   | $\delta_{14} =$   | $\delta_{d 14} =$   |
|                         | 5           | $R_{15} =$   | $\delta_{15} =$   | $\delta_{d 15} =$   |
|                         | 6           | $R_{16} =$   | $\delta_{16} =$   | $\delta_{d 16} =$   |
|                         | 7           | $R_{17} =$   | $\delta_{17} =$   | $\delta_{d 17} =$   |
|                         | 8           | $R_{18} =$   | $\delta_{18} =$   | $\delta_{d 18} =$   |
|                         | 9           | $R_{19} =$   | $\delta_{19} =$   | $\delta_{d 19} =$   |
| 2                       | от 1 до 9   | от $R_{21}$ до $R_{29}$  | от $\delta_{21}$ до $\delta_{29}$   | от $\delta_{d 21}$ до $\delta_{d 29}$   |
| 3                       | от 1 до 9   | от $R_{31}$ до $R_{39}$  | от $\delta_{31}$ до $\delta_{39}$   | от $\delta_{d 31}$ до $\delta_{d 39}$   |
| 4                       | от 1 до 9   | от $R_{41}$ до $R_{49}$  | от $\delta_{41}$ до $\delta_{49}$   | от $\delta_{d 41}$ до $\delta_{d 49}$   |
| 5                       | от 1 до 9   | от $R_{51}$ до $R_{59}$  | от $\delta_{51}$ до $\delta_{59}$   | от $\delta_{d 51}$ до $\delta_{d 59}$   |
| 6                       | от 1 до 9   | от $R_{61}$ до $R_{69}$  | от $\delta_{61}$ до $\delta_{69}$   | от $\delta_{d 61}$ до $\delta_{d 69}$   |
| 7                       | от 1 до 9   | от $R_{71}$ до $R_{79}$  | от $\delta_{71}$ до $\delta_{79}$   | от $\delta_{d 71}$ до $\delta_{d 79}$   |
| Начальное сопротивление |             | $R_{04X} =$  |   |   |
|                         |             | $R_{02X} =$  |   |   |

5.12.2.2 Поверку ММЭС осуществить одним из способов управления компаратором в зависимости от состава поверочного оборудования:

- непосредственно самим компаратором с управлением с его передней панели;
- при помощи компаратора под управлением программы «компарирование КМ300» с управлением от ПК (способ описан далее),
- в составе измерительного комплекса с управлением от ПК.

Подп. и дата  
Взам. инв. №  
Инв. № дубл.  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|     |      |          |       |      |

5.12.2.3 Поверка декад ММЭС при помощи компаратора под управлением программы «компарирование КМ300».

Произвести установки на компараторе при поверке каждой ступени декад (в зависимости от исполнения проверяемой ММЭС):

а) ввести действительное значение сопротивления образцовой меры  $R_{оп}$  действительное МС3050Т или/и ОМЭС (в случае отличия температуры среды МЭС от температуры, при которой МЭС была поверена необходимо откорректировать действительные значения сопротивления внесением поправок на изменение температуры), присвоить номер мере  $R_{ref\_Number}$ ;

б) ввести значения  $R_{ном}$  в зависимости от номинального сопротивления поверяемых декад  $R_{NX}$  (совпадает с номинальным сопротивлением МЭС);

в) выбрать значения напряжений или токов в зависимости от поверяемой ступени исполнения ММЭС в соответствии с таблицей 5.5.

Измерить с помощью компаратора значения сопротивлений поверяемых ступеней.

Рекомендуемые режимы при компарировании сопротивлений с наилучшей погрешностью (см. РЭ КМ300 или через окно настройки параметров КМ300):

- время индикации **1.3 секунд;**
- фильтр **отключен;**
- число разрядов **8 ½;**
- число измерений **N 9;**
- однократная установка **Ok** – отключить (флажок снят);
- интервал установки **Ok – 2.** Установка Ok будет выполняться через каждые два

измерения;

- режим без термостата – **отключить** (флажок снят). Предполагается наличие термостата.

Измерение считать действительным, если случайное отклонение погрешности компарирования не превышает расчетной погрешности компарирования.

Измеренные действительные значения воспроизводимых сопротивлений ступеней декад ММЭС с вычетом начального сопротивления записать в формуляр (графы 3 таблицы 5.4 настоящего РЭ).

Вычислить относительные отклонения значений действительного сопротивления от номинальных значений и записать (графы 4 таблицы 5.4 РЭ). Относительное отклонение действительных значений сопротивлений, определённых с вычетом значения начального сопротивления не должна превышать допустимых значений п. 1.3.4 (указываются в графе 5 таблицы 5.4 РЭ).

|              |              |
|--------------|--------------|
| Инд. № подл. | Подп. и дата |
| Инд. № дубл. | Взам. инв. № |
| Инд. № подл. | Подп. и дата |
| Инд. № подл. | Подп. и дата |

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|     |      |          |       |      |

Таблица 5.5 – Рекомендуемые значения напряжений и токов на компараторе при поверке ММЭС

| Номер исполнения декады | Поверяемые номинальные сопротивления ММЭС $R_x$ , Ом  | Номинальные значения сопротивлений образцовых МЭС, $R_{об}$ , Ом | Значения, устанавливаемые на компараторе |          |
|-------------------------|---|--|--|----------|
|                         |   |  | напряжения, В                            | тока, мА |
| 1                       | 2   | 3  | 4  | 5        |
| -11                     | 90 000000; 80 000000; 70 000000; 60 000000; 50 000000; 40 000000; 30 000000; 20 000000; 10 000000 | 10 000   | 10                                       | -        |
| -10                     | 9 000000; 8 000000; 7 000000; 6 000000; 5 000000; 4 000000; 3 000000; 2 000000; 1 000000          | 10 000   |  |          |
| -09                     | 900 000; 800 000; 700 000; 600 000; 500 000; 400 000; 300 000; 200 000; 100 000                   | 10 000   |  |          |
| -08                     | 90 000; 80 000; 70 000; 60 000; 50 000; 40 000; 30 000; 20 000; 10 000                            | 10 000   |  |          |
| -07                     | 9 000; 8 000; 7 000; 6 000; 5 000; 4 000  | 1 000  |  |          |
|                         | 3 000; 2 000  |  |  |          |
| -06                     | 900; 800; 700; 600; 500; 400; 300; 200  | 100  |  |          |
|                         | 100   |  |  |          |
| -05                     | 90; 80; 70; 60; 50; 40  | 10   |  |          |
|                         | 30; 20; 10  |  |  |          |
| -04                     | 9; 8; 7; 6; 5; 4, 3, 2,   | 1  |  |          |
|                         | 1   |  |  |          |
| -03                     | 0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4  | 0,1  |  |          |
|                         | 0,3; 0,2; 0,1   |  |  |          |
| -02                     | 0,09; 0,08; 0,07; 0,06; 0,05; 0,04  | 0,1 (0,01)*  |  |          |
|                         | 0,03; 0,02; 0,01  |  |  |          |
| -01                     | 0,009; 0,008; 0,007; 0,006; 0,005; 0,004  | 0,1*   |  |          |
|                         | 0,003; 0,002; 0,001   |  |  |          |

Примечания: 1 Номера исполнений декад - согласно нумерации завода-изготовителя.

2 \* - значения для исполнения МС3071-2.

Подп. и дата  
 Взам. инв. №  
 Инв. № дубл.  
 Инв. № подл.  
 Подп. и дата  
 Инв. № подл.

|     |      |          |       |      |
|-----|------|----------|-------|------|
| Лит | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|     |      |          |       |      |

ИУСН.411642.004РЭ

### 5.13 Проверка основной погрешности

5.13.1 Проверку основной погрешности ММЭС (п. 3.3.7; нестабильность) проводить один раз в год. При положительных испытаниях, в дальнейшем, допускается проводить испытания раз в три года.

Для подтверждения стабильности допускается использовать результаты испытаний не более, чем трехгодичной давности, и (или) ОМЭС с аналогичными резисторами того же класса точности или более точных, чем у поверяемой ММЭС, проведённых предприятием - изготовителем.

5.13.2 При поверке должны быть записаны номера образцовых МЭС, температура среды в термостатах, окружающего воздуха и влажность окружающего воздуха, при которых производилась поверка.

5.13.3 Нестабильность воспроизводимых значений электрического сопротивления для ММЭС класса точности 0,02 и менее точных определять по формуле:

$$\delta_{\text{н}} = \frac{R_{\text{д}} - R_{\text{ном}}}{R_{\text{ном}}}, \quad (4.2)$$

где  $R_{\text{д}}$  - действительное значение сопротивления,

$R_{\text{ном}}$  - номинальное значение сопротивления.

5.13.4 Нестабильность воспроизводимых значений электрического сопротивления для ММЭС класса точности 0,01 и более точных определять по формуле:

$$\delta_{\text{н}} = \frac{R_{\text{д2}} - R_{\text{д1}}}{R_{\text{ном}}}, \quad (4.2)$$

где  $R_{\text{д2}}$  - действительное значение сопротивления, определённое при данной поверке,

$R_{\text{д1}}$  - действительное значение сопротивления, определённое при предыдущей поверке.

5.13.5 Значение погрешности не должно превышать допустимого значения п. 3.3.7.

### 5.14 Оформление результатов поверки

5.14.1 Результаты первичной поверки ММЭС оформляются отметкой в формуляре (паспорте) и клеймением каждой ММЭС и наклеиванием «Знака поверки».

5.14.2 На ММЭС, признанный годным к эксплуатации при периодической поверке в органах Госстандарта выдают свидетельство установленной формы и наносят отпечаток поверительного клейма и наклеивают наклейку «Знака поверки».

Действительные значения сопротивлений, определённые в соответствии с п. 5.12 (табл. 5.3) настоящего РЭ указываются на оборотной стороне свидетельства и в формуляре.

5.14.3 ММЭС не удовлетворяющая требованиям настоящего РЭ к применению не допускается. Имеющиеся на ней клейма гасят и выдают извещение о непригодности ММЭС с указанием причин.

Инв. № подл. Подп. и дата. Инв. № дубл. Инв. инв. №. Взам. инв. №. Подп. и дата.

|      |      |          |       |      |
|------|------|----------|-------|------|
| Лит. | Изм. | № докум. | Подп. | Дата |
|      |      |          |       |      |