

СОГЛАСОВАНО

В части раздела 5 «ПОВЕРКА»
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А. Е. Коломин

2023 г.



СОГЛАСОВАНО

Директор
ООО предприятие
«ЗИП - Научприбор»

Н. О. Герусов

02 2023 г.



МЕРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ МНОГОЗНАЧНАЯ
МС3071

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ИУСН.411642.004РЭ

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

	2	ИУСН.102-2/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/1-18		07.12.2018
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Иванько С.А.		15.02.2022
	Пров.	Соколов С.А.		15.02.2022
	Т. контр.			
	Н. контр.	Герасимов И.А.		15.02.2022
	Утв.	Герусов Н.О.		

ИУСН.411642.004РЭ

Мера электрического
сопротивления многозначная
МС3071
Руководство по эксплуатации

Лит	Лист	Листов
	2	123
ООО Предприятие «ЗИП - Научприбор»		

5 ПОВЕРКА

5.1 Общие положения

5.1.1 ММЭС применяют в качестве средств измерений, рабочих разрядных эталонов в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта № 3456.

5.1.2 Для присвоения ММЭС статуса рабочего эталона 1-го, 2-го, 3-го, 4-го разрядов исследование метрологических характеристик должно проводиться не менее двух лет с интервалом 1 год, в течение которых должно быть проведено не менее 3-х поверок. Полученные метрологические характеристики исследуемого эталона должны соответствовать показателям точности, приведенных в приказе Росстандарта № 3456.

5.1.3 Разряды допускается присваивать не всем декадам. Декадам допускается присваивать разные разряды.

5.1.4 Интервал между поверками – 1 год.

5.2 Перечень операций поверки

5.2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки	Обязательность выполнения операций при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
1	2	3	4
1 Внешний осмотр	5.6	Да	Да
2.1 Определение сопротивления изоляции ММЭС исполнений -1, -2, -3 (с сопротивлением ступени старшей декады менее 10 ⁶ Ом)	5.9.1	Да	Нет
2.2 Определение сопротивления изоляции ММЭС исполнений -4, -5 (с сопротивлением ступени старшей декады 10 ⁶ Ом и более)	5.9.1	Да	Нет
3.1 Проверка электрической прочности изоляции ММЭС исполнений -1, -2, -3	5.9.2	Да	Нет
3.2 Проверка электрической прочности изоляции ММЭС исполнений -4, -5			
4 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5.7		
5 Проверка идентификационных данных ПО	5.8	Да	Да
7 Определение значения начального сопротивления	5.9.3	Да	Да
8 Проверка отклонения начального сопротивления	5.9.4	Да*	Нет

Изм. № подл.	Подл. и дата	Изм. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

Лист
63

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
9 Определение действительных значений сопротивления	5.9.5	Да	Да
10 Проверка отклонений действительных значений от номинального сопротивления при первичной поверке	5.9.6	Да	Нет
11 Проверка основной погрешности ММЭС исполнений - X5, -X6 (классов точности 0,02 и 0,05) при периодической поверке		Нет	Да
12 Проверка основной погрешности ММЭС исполнений -X0...-X4 (классов точности 0,0005...0,01)	5.9.6	Нет	Да
13 Проверка отклонений действительных значений от номинального за пределы погрешности по п. 8 в пределах погрешности по п. 10 данной таблицы ММЭС исполнений -X0...-X4 (классов точности 0,0005...0,01)	5.9.6	Нет	Да

Примечания:

- Для работы ММЭС в режиме компенсированном действительные значения при поверке записывать в свидетельство о поверке, формуляр и в память ММЭС.
- * Проведение операции не обязательно для ММЭС, используемых в качестве СИ

5.3 Требования к условиям проведения поверки

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

5.4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.4.1 При проведении поверки применять СИ, указанные в таблице 5.2, аналогичные, или с лучшими характеристиками.

Таблица 5.2 – Метрологические характеристики и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
5.9.1, 5.9.2	Установка для проверки параметров электрической безопасности: Испытательное напряжение от 0,1 до 5000 В переменного/постоянного тока. Мощность 500 В·А. Измерение сопротивления изоляции до $2 \cdot 10^9$ Ом. Пределы допускаемой относительной погрешности \pm (от 5 до 10) %. Мегаомметры с диапазоном измерения от 0 до 10^9 Ом. Напряжение измерения 100, 250 и 500 В. Пределы допускаемой относительной погрешности \pm 15 %. Тераомметр с диапазоном измерения от 10^6 до 10^{15} Ом. Пределы допускаемой относительной погрешности \pm (от 5 до 10) %. Напряжения измерения 10, 100, 500, 100 В.	Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-815, рег. № 46633-11; GPT-825, рег. № 46633-11 Мегаомметр ЭС0202/1М-Г, рег. № 60787-15 Тераомметр ТОММ-01 Рег. № 25380-03

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

ИУСН.411642.004 РЭ

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3
5.9.3 - 5.9.6	Эталоны единицы постоянного электрического сопротивления, соответствующий требованиям к эталонам не ниже 3 разряда* по Приказу Росстандарта № 3456 в диапазоне от 0 до $2 \cdot 10^9$ Ом	<p>Мультиметры цифровые прецизионные 8508А, рег. № 25984-14 (25984-08) Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений \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 ± 5) °С. Мультиметры 3458А, рег. № 77012-19 (25900-03) Пределы допускаемой абсолютной погрешности \pm(от $5 \cdot 10^{-6} + 3 \cdot 10^{-6}$ Ом до $5 \cdot 10^{-3} + 10^7$ Ом) %. Государственный вторичный эталон единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне значений от 0,1 Ом до 100 кОм. Мост- компаратор сопротивлений 6622А, рег. № 2.1.ZZM.0506.2022 Государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы электрического сопротивления в диапазоне значений от 0,1 Ом до 13 кОм, рег. № 2.1.ZZM.0501.2022 Компаратор-калибратор универсальный КМ300, рег. № 54727-13 Пределы допускаемой относительной погрешности \pm(от $1,1 \cdot 10^{-4}$ до 10^{-2}) %. Набор однозначных мер электрического сопротивления термостатированный МС3050Т, Рег. № 42649-09, номинальные значения сопротивления 10^{-1}; 1; 10^1; 10^2 Ом. кл.т. 0,0005; номинальные значения сопротивления 10^2; 10^3; 10^4; 10^5 Ом, кл.т. 0,0005. Мера электрического сопротивления однозначная МС 3050М-3, рег. № 46843-11, номинальное значение сопротивления 10^{-2} Ом, кл.т. 0,01.</p>
5.3.1	<p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с погрешностью не более 2 %</p>	Термогигрометр Ива-6Н-Д, рег. № 46434-11
<p>Примечания: * указан разряд для поверки ММЭС в качестве средства измерений. При поверке в качестве рабочих эталонов необходимо выполнять требования приказа Росстандарта № 3456</p>		

5.4.2 Применяемые средства поверки должны быть: исправны, поверены, иметь запись о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФ); аттестованы в качестве эталонов и иметь действующее свидетельство об аттестации, утвержденные приказом Росстандарта.

Интв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата
Интв. № полн	Подл. и дата	Интв. № полн

2	ИУСН.102-3/4-22	15.02.2022
1	ИУСН.101-1/2-18	07.12.2018
Лит	Изм.	№ докум.
		Подл.
		Дата

ИУСН.411642.004 РЭ

5.5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.

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

5.5.2 При подготовке к работе выполнять требования п. 4.2. Порядок работы с ММЭС изложен в п. 4.3.

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

5.6 Внешний осмотр средства измерений

5.6.1 При проведении внешнего осмотра ММЭС при первичной поверке необходимо убедиться в:

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

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

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

5.7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

5.7.1 Подготовка к работе

5.7.1.1 При проведении поверки руководствоваться приказом № 3456, ГОСТ 8.401, ГОСТ 23737, ГОСТ 22261 и методикой МИ 1695. ММЭС поверять способом комплектной поверки.

Интв. № подл.	Интв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	15.02. 2022	ИУСН.102-3/4-22	Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист
												66
Интв. № подл.	Интв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	07.12. 2018	ИУСН.101-1/2-18	Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист
												66

5.7.1.2 Рекомендуемые методы измерения сопротивления при поверки ММЭС следующие:

- а) прямого измерения сопротивления при помощи цифрового омметра;
- 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.

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

- Мультиметр Agilent 3458A (для исполнений -11, -12, -13, -21, -22, -23, -34, -45, -46),
- Мультиметр цифровой прецизионный Fluke 8508A (для ММЭС исполнений -13, -23, -33, -34, -43, -44, -45, -46, -54, -55, -56),
- омметр цифровой Щ306 (для исполнений -46, -56).

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

- МС3050Т, указанных ниже для применения компаратора сопротивления (для ММЭС всех исполнений);
- однозначные меры электрического сопротивления (ОМЭС) Р4013, Р4023 (или Р4015, Р4016) класса точности 0,005 номинальными значениями сопротивления 10^6 и 10^7 Ом соответственно (для исполнений -53, -54, -55, -56).

5.7.1.4 В качестве образцовых СИ для метода измерения равнономинальных и разнономинальных сопротивлений **компаратором** сопротивлений применять:

- мост-компаратор 6622А для всех исполнений ММЭС при измерениях от 0,1 Ом;
- компаратор-калибратор универсальный КМ300 (далее компаратор) для всех исполнений ММЭС кроме -43, -53, -54, -55, -56;
- наборы мер электрического сопротивления термостатированные МС3050Т с номинальными сопротивлениями ОМЭС 10^{-1} ; 1; 10; 10^2 Ом и 10^2 ; 10^3 ; 10^4 ; 10^5 Ом;
- однозначная мера электрического сопротивления Р4013, класса точности 0,005 номинальным сопротивлением 10^6 Ом.

При поверке ММЭС в качестве образцовых применять МЭС:

- вторичные эталоны, временные изменения которых на момент поверки не должны превышать $\pm 0,00016$ %, для 1^й и 2^й декад ММЭС исполнения -10 и для 1^й...3^й декад исполнений -20;
- 1 разряда, временные изменения, которых на момент поверки не должны превышать

Инд. № подл.	Подл. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

$\pm 0,0003 \%$, для 1^й и 2^й декад ММЭС исполнения -11 и для 1^й...3^й декад исполнения -21, -31,
 - 1 разряда для 1^й и 2^й декад ММЭС исполнения -12 и для 1^й...3^й декад исполнений -22, -
 32;

- 2 разряда для 1^й...3^й декад исполнений -13, -23, -33, -43;

- 3 разряда для всех остальных младших декад.

Вместо МС3050Т допускается применять ОМЭС.

Соотношение доверительных погрешностей (пределов допускаемых погрешностей, допускаемых отклонений действительных значений сопротивлений) при поверке образцовых и поверяемых ММЭС по должно быть не более 1:3. При поверке соблюдать требования приказа № 3456.

5.7.1.5 Допускается применять другие, вновь разработанные или находящиеся в применении СИ, удовлетворяющие по точности требованиям приказа № 3456, методике поверки МИ 1695 и обеспечивающие поверку ММЭС с погрешностью не более одной третьей от допускаемой погрешности.

5.7.1.6 Поверку ММЭС производить **в некомпенсированном** режиме. Поверку декад проводить по четырёхпроводной схеме (не только с сопротивлением менее 10^5 Ом и менее).

В случае изменений действительных значений сопротивления необходимо изменить их значения в памяти 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)Rd** набирая значения и вводя по нажатию кнопки «**ВВОД**» (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 Отрыть готовый для записи профиль и Записать в прибор профиль Rd;

- Считать из прибора и затем войти в Редактирование профиля.

Внимание! Превышать значения номинальной мощности на резисторах каждой ступени и значения максимальных напряжений, подаваемых на декады, не допускается.

5.7.1.7 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),

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022		68
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018		

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

5.7.1.8 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.

5.7.1.9 Поверку ММЭС допускается осуществлять любым из способов управления омметром:

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).

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

5.7.2 Подготовка к измерениям при проведении поверки

Провести подготовку к измерениям при проведении поверки 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.

Изм. № подл.	Подп. и дата	Изм. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

5.7.3 Опробование

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

Опробование выполнять после выполнения следующих операций:

- подготовки к работе по п. 5.7.1;
- внешний осмотр по п. 5.6;

5.7.3.2 При не подсоединённом сетевом кабеле 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 кабеля в соединителе сетевого.

5.8 Проверка программного обеспечения средства измерений

5.8.1 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.

Изнв. № пошп	Изнв. № дубл.	Взам. изв. №	Подп. и дата

	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист 70
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018		
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата		

п. 3.3.4 и 3.3.5.

Значение начального сопротивления ($R0_{max}$ или $R0_{min}$) не должно превышать значения максимального сопротивления, указанного в п. 3.3.4 на значение, указанное в п. 3.3.5.

5.9.5 Определение действительных значений сопротивления и их отклонений

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

5.9.5.1.1 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.

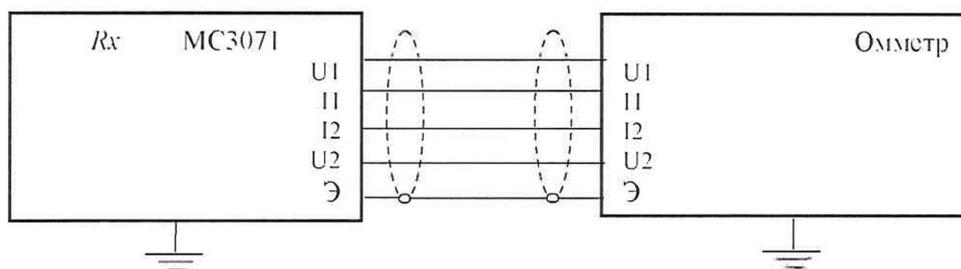


Рисунок 5.1 – Схема для определения действительных значений ММЭС с использованием цифрового омметра (мультиметра).

Подготовку к измерениям считать законченной после достижения температурного равновесия ММЭС.

Для определения значений воспроизводимого сопротивления и значения начального сопротивления подключение должно происходить по четырёхпроводной схеме (не только для значений сопротивления 10^5 Ом и менее).

Для измерений значений сопротивления 10^6 Ом 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

Изм. №	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. №	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. №	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
Изм. №	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

Изм. №	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
2		ИУСН.102-3 4-22		05.02.2022
1		ИУСН.101-1 2-18		02.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

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

5.9.5.1.2 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.

5.9.5.1.3 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. 3.3.6 при первичной поверке (*указываются в графе 5 таблицы 5.4 РЭ*).

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

5.9.5.2.1 Произвести подготовку к поверке с применением компаратора-калибратора (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. 5.9.5.1.1;

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;

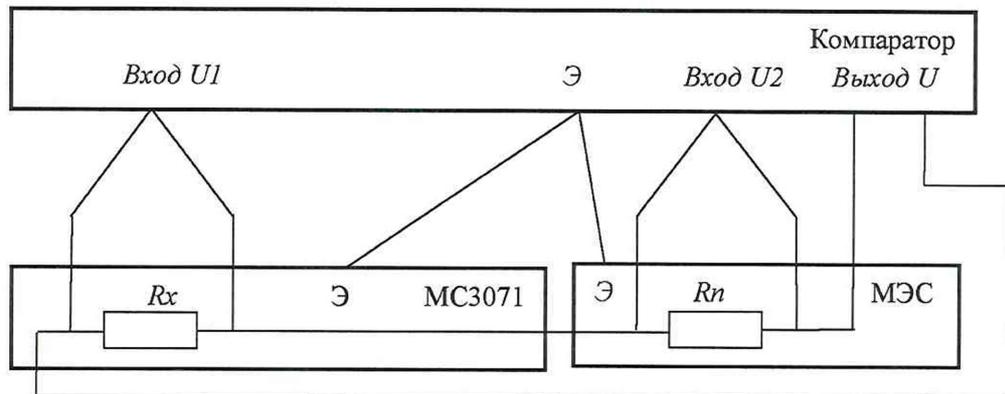
Интв. № подл.	Подп. и дата
Интв. № дубл.	Взам. инв. №
Подп. и дата	Подп. и дата

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист
						75

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

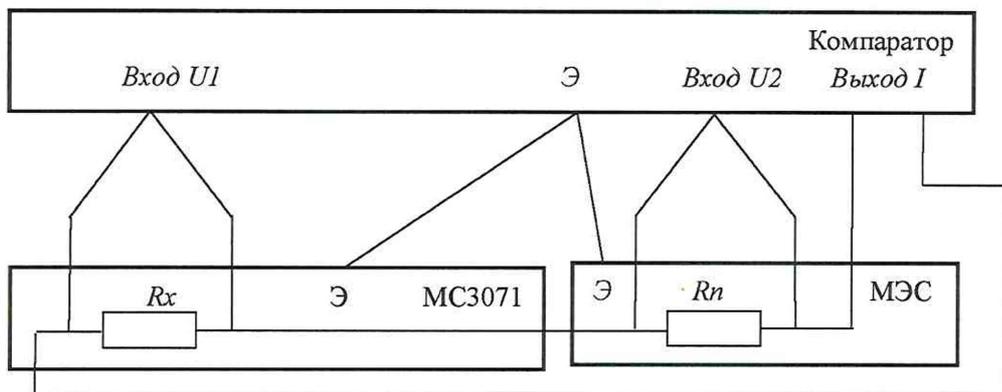
и) подготовку к работе считать законченной после достижения температурных равновесий мер.

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».

Изн. № подл.	Изн. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.

2	ИУСН.102-3/4-22	15.02.2022		
1	ИУСН.101-1/2-18	07.12.2018		
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

ИУСН.411642.004 РЭ

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

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

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

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

5.9.5.2.3 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 настройки 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 **№ 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*).

Интв. № подл	Подл. и дата	Интв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018

ИУСН.411642.004 РЭ

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 (20)	-
	10 000000	10 000		
-10	9 000000; 8 000000; 7 000000; 6 000000; 5 000000; 4 000000; 3 000000; 2 000000; 1 000000	10 000		
	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		
	9 000; 8 000; 7 000; 6 000; 5 000; 4 000	1 000		
-07	3 000; 2 000			
	1 000			
-06	900; 800; 700; 600; 500; 400; 300; 200	100	7	
	100		10	
-05	90; 80; 70; 60; 50; 40	10	30	
	30; 20; 10		10	
-04	9; 8; 7; 6; 5; 4; 3; 2, 1	1	70	
	0,9; 0,8; 0,7; 0,6; 0,5; 0,4		100	
-03	0,3; 0,2; 0,1	0,1	300	
	0,09; 0,08; 0,07; 0,06; 0,05; 0,04		300 500**	
-02	0,03; 0,02; 0,01	0,1 0,01**	300**	
	0,009; 0,008; 0,007; 0,006; 0,005; 0,004		0,1**	
-01	0,003; 0,002; 0,001			

Примечания:

1. Номера исполнений декад – согласно нумерации завода-изготовителя.
2. В скобках указаны допустимые значения
3. * - характеристики КМ300 не позволяют проводить поверку со 2-й по 9 ступень декады -11 (9x10 МОм) с достаточной точностью, необходимо использовать другие СИ.
** - значения для исполнения МС3071-2.

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

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата

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. 3.3.6 при первичной поверке (указываются в графе 5 таблицы 5.4 РЭ).

5.9.6 Проверка основной погрешности

5.9.6.1 Проверку основной погрешности ММЭС 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, проведенных предприятием - изготовителем.

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

5.9.6.3 Отклонение действительного значения от номинального значения ММЭС всех исполнений при первичной поверке или аттестации (при проверке точности при изготовлении) и ММЭС класса точности 0,02 и 0,05 при периодических поверках (при проверке основной погрешности) действительных значений электрического сопротивления, % определять по формуле:

$$\delta = \frac{R_{дей} - R_{ном}}{R_{ном}} \cdot 100\%, \quad (4.2)$$

где $R_{дей}$ - действительное значение сопротивления при поверке,
 $R_{ном}$ - номинальное значение сопротивления.

5.9.6.4 Отклонение действительного значения, определённое при данной поверке от действительного значения, определённое при предыдущей поверке для ММЭС класса точности 0,01 и более точных (при определении основной погрешности - нестабильности п. 3.3.7) при периодических поверках определять по формуле:

$$\delta = \frac{R_{дей2} - R_{дей1}}{R_{ном}} \cdot 100\%, \quad (4.3)$$

где $R_{дей2}$ - действительное значение сопротивления, определённое при данной поверке,
 $R_{дей1}$ - действительное значение сопротивления, определённое при предыдущей поверке.

5.9.6.5 Значение погрешностей не должны превышать допустимых значений п.п. 3.3.6 и 3.3.7.

Нестабильность для аттестации разрядных ММЭС классов точности 0,02 и 0,05 а также с целью работы ММЭС в компенсированном режиме определять по формуле 4.3.

Пош. и. дата
Взам. инв. №
Изм. №, докл.
Пош. и. дата
Изм. №, подп.

2	ИУСН.102-3 4-22	02.07.2018			ИУСН.411642.004 РЭ	Литер
1	ИУСН.101-1 2-18	02.07.2018				
Лит	Изм.	№ докум.	Пош.	Дата		80

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1 Цели проведения технического обслуживания

Техническое обслуживание ММЭС необходимо проводить с целью обеспечения её нормируемых технических характеристик на протяжении всего срока эксплуатации. Выполнение технического обслуживания необходимо для контроля технического состояния и обеспечения сохранности ММЭС.

6.2 Основные виды технического обслуживания

Техническое обслуживание включает в себя:

- внешний осмотр во время эксплуатации,
- ремонт при возникновении неисправностей,
- консервация на время продолжительного хранения,
- очистка фильтра входящего воздуха и корпуса ММЭС от пыли.

6.3 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводить при каждом начале работы с ММЭС, перед упаковыванием и при распаковывании.

При внешнем осмотре проверяется наличие пломб, сохранность соединителей, органов индикации и управления, отсутствие повреждений корпуса и принадлежностей (кабеля сетевого и кабелей интерфейсов).

6.4 Очистка фильтра

Очистку или замену фильтра проводить по мере его засорения или годности.

6.5 Основные средства измерений и инструмент

Основные СИ приведены в таблицах 5.1 и 5.2. Специальный инструмент не требуется.

6.6 Ремонт

Ремонт ММЭС, при возникновении неисправности, допускается проводить только представителями предприятия - изготовителя или организацией, получившей на это право.

После ремонта для эксплуатации ММЭС в метрологических целях поверка обязательна (при нарушении сохранности пломб).

Перечень неисправностей, методов поиска и способов устранения неисправностей пользователем приведены в таблице 6.1.

Перечень неисправностей и возможных причин, способов отыскания и методы устранения неисправностей, при которых необходим ремонт ММЭС приведён в таблице 6.2.

Ивл. № подл.	Подп. и дата	Ивл. № дубл.	Взам. ивл. №	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Лит	Изм.	№ докум.	Подп.	Дата	ИУСН.411642.004 РЭ	Лист
	2	ИУСН.102-3/4-22		15.02.2022		
	1	ИУСН.101-1/2-18		07.12.2018		82

Таблица 6.1 – Перечень неисправностей, возможных причин и способов устранения неисправностей

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Возможные причины неисправности	Способ устранения неисправности
Нет связи с ПК при подключении к ПК	Не установлен драйвер ММЭС в меню параметров Неисправен кабель связи	Установить драйвер Выйти из меню Заменить кабель связи
Отсутствие свечения индикатора, отсутствие вращения крыльчатки вентилятора	Отсутствие питания Перегорел предохранитель	Проверить кабель сетевой Заменить предохранитель

Таблица 6.2 – Перечень неисправностей, возможных причин и способов отыскания неисправностей и устранения неисправностей, при которых необходим ремонт ММЭС

Неисправность, внешние проявления и дополнительные признаки	Возможные причины	Способ отыскания неисправности и методы устранения	Применяемые измерительные приборы
Нет связи с ПК при подключении к ПК	Неисправна плата интерфейса	Проверить работоспособность платы интерфейса	Осциллограф С1-118
Отсутствие свечения индикатора, отсутствие вращения крыльчатки вентилятора	Неисправность платы источника питания	Проверить напряжение питания на разъемах платы источника питания заменить неисправный диодный мост или микросхему стабилизатора	Мультиметр В7-80
Искажённая информация на индикаторе, крыльчатка вентилятора вращается	Неисправность платы управления и индикации	Проверить работоспособность стабилизатора на плате управления и индикации	Мультиметр В7-80
Не устанавливается значение сопротивления	Неисправность платы декады	Проверить цепи ступеней и определить по управляющему сигналу, какая ступень неисправна	Мультиметр В7-80
Значение сопротивления не соответствует устанавливаемому значению	Выход из строя прецизионного резистора платы декады Выход из строя ключа или его драйвера платы декады	Проверить ключи, проверить прецизионные резисторы платы декады Проверить драйверы платы декады	Мультиметр В7-80

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

Изм. № подл.	2	ИУСН.102-3/4-22	15.02.2022
Изм. № подл.	1	ИУСН.101-1/2-18	07.12.2018
Лит	Изм.	№ докум.	Подп.
			Дата

ИУСН.411642.004 РЭ

Лист

83