

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Генеральный директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

(подпись)

М.п. «29» июля 2022 г.

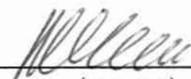


Государственная система по обеспечению единства измерений
Меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9331

Методика поверки

МП 2202-0086-2022

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

 Ю.П. Семенов
(подпись)

Научный сотрудник
 И.А. Самодуров
(подпись)

г. Санкт-Петербург

2022 г.

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9331 (далее по тексту - меры МІ 9331), применяемые в качестве вторичных (рабочих) эталонов. Результаты измерений, полученные при поверке, должны иметь прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3456.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Номинальное значение	Метрологические требования при применении в качестве вторичного (рабочего) эталона	
	Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности, $S_{\Sigma 0}$, 10^{-6} , не более	Относительная нестабильность сопротивления за год v_0 , 10^{-6} , не более
1, 10 МОм	1	± 4
100 МОм, 1, 10 Ом	0,3	± 3
100 Ом, 1 кОм	0,15	$\pm 1,5$
10 кОм, 100 кОм	0,2	± 2
1, 10 МОм	0,7	± 4
100 МОм	0,9	± 5
1 ГОм	1	± 7

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок мер МІ 9331. Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки мер по-отдельности.

Меры МІ 9331 предназначены воспроизведения, хранения и передачи единицы электрического сопротивления в цепях постоянного тока.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: сличением поверяемого средства измерений с эталоном с помощью компаратора.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки мер МІ 9331 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

№ п/п	Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
1	Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
2	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	-	-	
2.1	Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
2.2	Определение сопротивления изоляции	Да	Нет	8.2
2.3	Опробование	Да	Да	8.3

№ п/п	Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
		первичной поверке	периодической поверке	
3	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:	-	-	
3.1	Определение действительного значения мер	Да	Да	9.1
3.2	Определение среднего квадратического отклонения суммарной погрешности	Да	Да	9.2
3.3	Определение относительной нестабильности за год	Нет	Да	9.3
3.4	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Нет	Да	9.4

3 Требования к условиям проведения поверки

Таблица 3 – Требования к условиям проведения поверки

Влияющая величина	Значение влияющей величины
Температура окружающего воздуха, °С	20,0±5,0
Температура поддержания мер в воздушном термостате, °С	20,00±0,01
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84 до 106,7 (от 630 до 800)

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы на меры и измерительное оборудование, приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 4 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Контроль условий поверки (п. 8.1)	Средства измерений температуры окружающего воздуха в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С с абсолютной погрешностью не более 0,5 °С;	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 80 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 107 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;	
Определение сопротивления изоляции (п. 8.2)	Измеритель сопротивления (на испытательное напряжение не ниже 500 В) в диапазоне измерений от 1 МОм до 500 ГОм	Тераомметр Щ404-М1, рег. № 12070-89
Определение метрологических характеристик (п. 9)	Эталоны единицы электрического сопротивления постоянного тока, соответствующие требованиям не ниже, чем к вторичному эталону (эталон-копии) по Приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456	2.1.ZZB.0213.2015 Государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне 1 Ом...100 кОм
	Воздушный термостат для обеспечения постоянства температуры поверяемых объектов с диапазон регулирования и поддержания температур от 20 °С до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более ±0,005 °С	Термостат воздушный лабораторный ТК-190US
<p>Примечание - Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, другое испытательное оборудование, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</p> <p>В случае изменения Государственной поверочной схемы (ГПС) для средств измерений электрического сопротивления постоянного и переменного тока, необходимо сопоставить требования к средствам поверки и обязательные требования действующей ГПС.</p> <p>Работа с указанными средствами измерений должна проводиться в соответствии с документацией по их эксплуатации.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, установленные ГОСТ 12.3.019-80 «Правила техники безопасности, при эксплуатации электроустановок потребителей», «Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок». Соблюдены требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на меры.

При проведении поверки, поверяемые СИ и СИ, применяемые при поверке, должны быть заземлены.

Требования безопасности – по ГОСТ Р 52319 – для класса защиты I, категории измерений.

7 Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие мер МІ 9331 следующим требованиям:

- меры МІ 9331 представленные на периодическую поверку, должны иметь данные о предыдущей поверке;
- меры МІ 9331 после ремонта должны быть представлены на первичную поверку;
- корпус мер МІ 9331 и клеммы не должны иметь механических повреждений;
- отсутствие нарушения жесткой фиксации электрических соединителей (клемм) для подключения внешних цепей к мере;
- проверку соответствия внешнего вида СИ описанию типа СИ;

- проверку наличия знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа СИ;
- выявление дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и (или) на результаты поверки; устранение выявленных дефектов до начала поверки
- отсутствие внутри корпуса посторонних предметов или отсоединившихся деталей.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если меры МІ 9331 соответствуют вышеуказанным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выдержать меры в воздушном термостате при температуре 20,00 °С в течение не менее 4 ч при условиях окружающей среды, указанных в таблице 3.

Подготовить к работе средства измерений, используемые при поверке (таблица 4) в соответствии с эксплуатационной документацией.

Проверить условия окружающей среды: температуру окружающего воздуха, относительную влажность воздуха, атмосферное давление. Условия окружающей среды должны не превышать значений, указанных в пункте 3 (таблица 3).

8.2 Определение сопротивления изоляции

Измерение электрического сопротивления изоляции проводить при напряжении (500±100) В.

Электрическое сопротивление изоляции каждой меры между входными клеммами мер и корпусом должно быть не менее значений, указанных в таблице 5.

Таблица 5 – Значения сопротивления изоляции

Номинальное значение	Требования технической документации к сопротивлению изоляции, не менее
0,001 Ом - 1 Ом	25 МОм
10 Ом - 100 Ом	250 МОм
1 кОм - 10 кОм	25 ГОм
100 кОм – 1 МОм	2,5 ГОм
10 МОм – 100 МОм	250 ГОм
1 ГОм	1 ПОм

Результаты поверки сопротивления изоляции считать положительными, если сопротивление изоляции более значений, указанных в таблице 5.

8.3 Опробование

При опробовании проверяют:

- исправность электрических соединителей для подключения внешних цепей к мере.

9 Определение метрологических характеристик мер и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Определение действительного значения мер

Действительное значение меры сопротивления ($R_{д}$) определяют методом компарирования путем сличения исследуемой меры с эталонной мерой сопротивления. За результат измерений принимают усредненное значение сопротивления ($R_{ср}$) из 10 независимых измерений.

Действительное значение сопротивления меры R_i , при использовании меры из состава исходного эталона определяют по формуле:

$$R_i = R_N + \Delta R, \quad (1)$$

где R_N — действительное значение сопротивления меры из состава исходного эталона, Ом;
 ΔR — измеренная разность между действительным значением сопротивления поверяемой меры и R_N , Ом.

9.2 Определение среднего квадратического отклонения суммарной погрешности

Среднее квадратическое отклонение (СКО) суммарной погрешности $S_{\Sigma 0}$ определяют по формуле:

$$S_{\Sigma 0} = \sqrt{S^2 + S_{\theta}^2} \quad (2)$$

где S — СКО случайной погрешности измерения;

S_{θ} — СКО суммарной неисключённой систематической погрешности.

СКО случайной погрешности S измерений вычисляют по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (3)$$

где: x_i — измеренное значение сопротивления;

\bar{x} — среднеарифметическое значение из n измерений;

n — число измерений равно 10.

СКО суммарной неисключённой систематической погрешности (НСП) вычисляют по формуле:

$$S_{\theta} = \sqrt{\frac{\theta_{\delta_T}^2}{3} + \frac{\theta_{\delta_{ком}}^2}{3} + \frac{\theta_{\delta_{нестаб}}^2}{3} + \frac{\theta_{\delta_{\epsilon}}^2}{3}} \quad (4)$$

где: θ_{δ_T} — границы НСП, обусловленные температурной составляющей измеряемой меры;

$\theta_{\delta_{ком}}$ — границы НСП, обусловленные погрешностью компарирования моста-компаратора;

$\theta_{\delta_{нестаб}}$ — границы НСП, обусловленные нестабильностью эталонной меры;

$\theta_{\delta_{\epsilon}}$ — границы НСП, обусловленные эталонной мерой

9.3 Определение относительной нестабильности за год

Относительная нестабильность за год меры сопротивления определяется по формуле:

$$\nu = \frac{R_{СП} - R_{Д.П.}}{R_{НОМ}}, \quad (5)$$

где $R_{Д.П.}$ — действительное значение меры сопротивления при предыдущем исследовании, Ом;

$R_{НОМ}$ — номинальное значение сопротивления меры, Ом.

Результаты поверки считаются положительными, если среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности и относительная нестабильность сопротивления за год не превышают значений, указанных в таблицах 6 и 7.

Тип	Зав. №	Rном	Rд, Ом	S _{Σ0} 10 ⁻⁷		v ₀ 10 ⁻⁷	
				Ф	Д	Ф	Д
9331/0,001Ω	1104753	1 МОм			2		±20
9331/0,01Ω	1104793	10 МОм			2		±20
9331R/0,1Ω	1104603	0,1 Ом			1		±10
9331R/1Ω	1104600	1 Ом			0,5		±5
9331R/10Ω	1103672	10 Ом			1		±10
9331R/100Ω	1103814	100 Ом			1,5		±10
9331R/1kΩ	1104618	1 кОм			1,5		±15
9331R/10kΩ	1104004	10 кОм			2		±20
9331R/100kΩ	1104613	100 кОм			2		±20
9331R/1MΩ	1104011	1 МОм			7		±40
9331R/10MΩ	1104404	10 МОм			7		±40
9331R/100MΩ	1104469	100 МОм			7		±40
9331R/1GΩ	1104677	1 ГОм			7		±60

Примечание: Ф – фактическое значение, Д – допускаемое значение

Таблица 7

Тип	Зав. №	Rном	Rд, Ом	S _{Σ0} 10 ⁻⁷		v ₀ 10 ⁻⁷	
				Ф	Д	Ф	Д
9331/0,001Ω	1104755	1 МОм			2		±20
9331/0,01Ω	1104794	10 МОм			2		±20
9331R/0,1Ω	1104604	0,1 Ом			1		±10
9331R/1Ω	1104601	1 Ом			0,5		±5
9331R/10Ω	1103997	10 Ом			1		±10
9331R/100Ω	1103999	100 Ом			1,5		±10
9331R/1kΩ	1104619	1 кОм			1,5		±15
9331R/10kΩ	1104006	10 кОм			2		±20
9331R/100kΩ	1104614	100 кОм			2		±20
9331R/1MΩ	1104012	1 МОм			7		±40
9331R/10MΩ	1104405	10 МОм			7		±40
9331R/100MΩ	1104470	100 МОм			7		±40
9331R/1GΩ	1104688	1 ГОм			7		±60

Примечание: Ф – фактическое значение, Д – допускаемое значение

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Оценка соответствия мер обязательным метрологическим требованиям к вторичным (рабочим) эталонам проводится на соответствие приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456. Определяются среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности и относительная нестабильность сопротивления за год по формулам (2) и (5).

Результаты оценки считаются положительными, если среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности и относительная нестабильность сопротивления за год не превышают значений, указанных в таблице 8.

Таблица 8

Номинальное значение	Требования ГПС	
	Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности, $S_{\Sigma 0}$, 10^{-6} , не более	Относительная нестабильность сопротивления за год v_0 , 10^{-6} , не более
1, 10 МОм	1	± 4
100 МОм, 1, 10 Ом	0,3	± 3
100 Ом, 1 кОм	0,15	$\pm 1,5$
10 кОм, 100 кОм	0,2	± 2
1, 10 МОм	0,7	± 4
100 МОм	0,9	± 5
1 ГОм	1	± 7

10 Оформление результатов поверки

Положительные результаты первичной поверки мер оформляют отметкой поверителя в паспорте, и сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По требованию заказчика знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Положительные результаты периодической поверки мер передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

Если по результатам поверки меры признают не годным, то оформляется извещение о непригодности с протоколом поверки (Приложении А).

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении) или в паспорт по требованию заказчика.

Всего листов ___ Лист ___

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
Адрес организации, проводящей поверку

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г.

Наименование средства измерений (эталона), тип	Меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9331
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	1104753, 1104755, 1104793, 1104794, 1104603, 1104604, 1104600, 1104601, 1103672, 1103997, 1103814, 1103999, 1104618, 1104619, 1104004, 1104006, 1104613, 1104614, 1104011, 1104012, 1104404, 1104405, 1104469, 1104470, 1104677, 1104688
Изготовитель	Measurement International Limited (Measurement International), Канада
Год выпуска	2021
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки: первичная (периодическая) поверка**Методика поверки:** МП 2202-0086-2022 «ГСИ. Меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9331. Методика поверки»**Средства поверки:****Условия поверки:**

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха, °С	20,0±5,0	
Температура поддержания мер в воздушном термостате, °С	20,00±0,01	
относительная влажность воздуха, %	не более 80	
атмосферное давление, кПа	84 - 106,7	

Результаты поверки

1. Внешний осмотр: _____

2. Сопротивление изоляции (заполняется при первичной поверке) _____

Таблица 1

Номинальное значение	Требования технической документации к сопротивлению изоляции, не менее
0,001 Ом -1 Ом	25 МОм
10 Ом - 100 Ом	250 МОм
1 кОм - 10 кОм	25 ГОм
100 кОм – 1 МОм	2,5 ТОм
10 МОм – 100 МОм	250 ТОм
1 ГОм	1 ПОм

3. Опробование: _____

4. Определение метрологических характеристик (в соответствии с требованиями методики поверки _____)

Таблица 2 — Результаты поверки

Тип (модификация)	Зав. №	Rном	Рд, Ом	S _{Σ0} 10 ⁻⁷		v ₀ 10 ⁻⁷	
				Ф	Д	Ф	Д
9331/0,001Ω	1104753	1 мОм			2		±20
9331/0,01Ω	1104793	10 мОм			2		±20
9331R/0,1Ω	1104603	0,1 Ом			1		±10
9331R/1Ω	1104600	1 Ом			0,5		±5
9331R/10Ω	1103672	10 Ом			1		±10
9331R/100Ω	1103814	100 Ом			1,5		±10
9331R/1kΩ	1104618	1 кОм			1,5		±15
9331R/10kΩ	1104004	10 кОм			2		±20
9331R/100kΩ	1104613	100 кОм			2		±20
9331R/1MΩ	1104011	1 МОм			7		±40
9331R/10MΩ	1104404	10 МОм			7		±40
9331R/100MΩ	1104469	100 МОм			7		±40
9331R/1GΩ	1104677	1 ГОм			7		±60

Примечание: Ф – фактическое значение, Д – допускаемое значение

Таблица 3 — Результаты поверки

Тип (модификация)	Зав. №	Rном	Рд, Ом	S _{Σ0} 10 ⁻⁷		v ₀ 10 ⁻⁷	
				Ф	Д	Ф	Д
9331/0,001Ω	1104755	1 мОм			2		±20
9331/0,01Ω	1104794	10 мОм			2		±20
9331R/0,1Ω	1104604	0,1 Ом			1		±10
9331R/1Ω	1104601	1 Ом			0,5		±5
9331R/10Ω	1103997	10 Ом			1		±10
9331R/100Ω	1103999	100 Ом			1,5		±10
9331R/1kΩ	1104619	1 кОм			1,5		±15

Тип (модификация)	Зав. №	Rном	Rд, Ом	$S_{\Sigma 0}$ 10^{-7}		v_0 10^{-7}	
				Ф	Д	Ф	Д
9331R/10kΩ	1104006	10 кОм			2		±20
9331R/100kΩ	1104614	100 кОм			2		±20
9331R/1MΩ	1104012	1 МОм			7		±40
9331R/10MΩ	1104405	10 МОм			7		±40
9331R/100MΩ	1104470	100 МОм			7		±40
9331R/1GΩ	1104688	1 ГОм			7		±60

Примечание: Ф – фактическое значение, Д – допускаемое значение

5. Дополнительная информация: _____

Заключение: эталон соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признан годным (непригодным) к применению в качестве вторичного (рабочего) эталона единицы электрического сопротивления постоянного в соответствии с Приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3456.

На основании результатов поверки выдано (по заявлению владельца СИ)
Свидетельство о поверке № _____ от _____ г.

Поверку провёл _____ г.