

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 МП 9210

Методика поверки

МП 2202-0084-2022

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 9210 (далее по тексту - меры МІ 9210), применяемые в качестве вторичных эталонов (эталон-копий). 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 эталона (эталон-копии)	
	Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности, $S_{\Sigma 0}$, 10^{-6} , не более	Относительная нестабильность сопротивления за год v_0 , 10^{-6} , не более
1 Ом	0,1	± 1
100 Ом	0,03	$\pm 0,15$
10 кОм	0,05	$\pm 0,2$

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок мер МІ 9210. Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки мер по-отдельности.

Меры МІ 9210 предназначены воспроизведения, хранения и передачи единицы электрического сопротивления в цепях постоянного тока в жидкостной среде.

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

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки мер МІ 9210 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
3	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:	-	-	
3.1	Определение действительного значения мер	Да	Да	9.1

№ 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	
3.2	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 жидкостном 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 сотрудники ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», аккредитованного на право поверки и имеющие разрешение на работу с Государственным первичным эталоном единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

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; 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,	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

	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 Ц404-М1, рег. № 12070-89
Определение метрологических характеристик (п. 9)	Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014	ГЭТ 14-2014
	Жидкостный (масляный) термостат для обеспечения постоянства температуры поверяемых объектов с диапазоном регулирования и поддержания температур от 20 °С до 25 °С, с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,005$ °С	Термостат масляный М301
<p>Примечание - Допускается использовать при поверке другие 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 9210 следующим требованиям:

- меры МІ 9210, представленные на периодическую поверку, должны иметь данные о предыдущей поверке;
- меры МІ 9210 после ремонта должны быть представлены на первичную поверку;
- корпус мер МІ 9210 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 9210 соответствуют вышеуказанным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выдержать меры в жидкостном термостате при температуре 20,00 °С в течение не менее 4 ч при условиях окружающей среды, указанных в таблице 2.

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
1 Ом	25 МОм
100 Ом	2,5 ГОм
10 кОм	250 ГОм

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_d) определяют методом компарирования путем сличения исследуемой меры с эталонной мерой сопротивления. За результат измерений принимают усредненное значение сопротивления (R_{cp}) 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 $S_{\Sigma o}$ определяют по формуле:

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

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} – среднееарифметическое значение из n измерений;

n – число измерений равно 10.

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

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

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;

$\theta_{\delta_{\varepsilon}}$ – 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 таблице 6.

Таблица 6

Тип	Зав. №	Rном	Rд, Ом	$S_{\Sigma 0}$ 10^{-7}		v_0 10^{-7}	
				Ф	Д	Ф	Д
MI 9210A/1	1104747	1 Ом			0,4		±5
MI 9210A/1	1103350	1 Ом			0,4		±5
MI 9210B/100Ω	1101512	100 Ом			0,3		±1
MI 9210B/100Ω	1101507	100 Ом			0,3		±1
MI 9210B/10kΩ	1104488	10 кОм			0,4		±1
MI 9210B/10kΩ	1101513	10 кОм			0,4		±1

Примечание: Ф – фактическое значение, Д – допускаемое значение

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Оценка соответствия мер обязательным метрологическим требованиям к вторичным эталонам (эталонам-копиям) 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 7.

Таблица 7

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 Ом	0,1	±1
100 Ом	0,03	±0,15
10 кОм	0,05	±0,2

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.



ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
190005, Санкт-Петербург, Московский пр., д. 19

**Уникальный номер записи об аккредитации в реестре аккредитованных лиц
RA.RU.311541**

НИЛ № 2202

Всего листов __ лист 8

г. Санкт-Петербург, Московский пр-т, д.19, к 1, помещение 206

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г.

Наименование средства измерений (эталона), тип	Меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9210
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	1103350, 1104747, 1101507, 1101512, 1101513, 1104488
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 2202-0084-2022 «ГСИ. Меры электрического сопротивления постоянного тока МІ 9210. Методика поверки»**Средства поверки:**

- Государственный первичный эталон единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014;
- Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха, °С	20,0±5,0	
Температура поддержания мер в жидкостном 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	Заводской №	Значение сопротивления изоляции	Требования технической документации к сопротивлению изоляции, не менее
1 Ом	1104747		25 МОм
	1103350		
100 Ом	1101512		2,5 ГОм
	1101507		
10 кОм	1104488		250 ГОм
	1101513		

3. Опробование: _____

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

Таблица 2 — Результаты поверки

Тип	Зав. №	Rном	Rд, Ом	S _{Σ0} 10 ⁻⁷		v ₀ 10 ⁻⁷	
				Ф	Д	Ф	Д
МІ 9210А/1	1104747	1 Ом			0,4		±5
МІ 9210А/1	1103350	1 Ом			0,4		±5
МІ 9210В/100Ω	1101512	100 Ом			0,3		±1
МІ 9210В/100Ω	1101507	100 Ом			0,3		±1
МІ 9210В/10кΩ	1104488	10 кОм			0,4		±1
МІ 9210В/10кΩ	1101513	10 кОм			0,4		±1

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 эталона (эталона-копии) 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.