

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
Установка для измерения сопротивления
постоянного тока 6625А

Методика поверки

МП 2202-0088-2022

Заместитель руководителя лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

Е.В. Кривицкая

(подпись)

Научный сотрудник

И.А. Самодуров

(подпись)

г. Санкт-Петербург

2022 г.

1 Общие положения

1.1 Область применения

Настоящая методика поверки распространяется на Установку для измерения сопротивления постоянного тока 6625А (далее - установка), 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 результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 2 - Метрологические требования к мосту-компаратору с расширителем

Плечо моста-компаратора		Относительное среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности S_{Σ} , не более, мкОм/Ом
R_s	R_x	
1 Ом	1 мОм – 0,08 Ом включ.	0,2
	свыше 0,08 – 6,3 Ом включ.	0,05
	свыше 6,3 – 13,4 Ом включ.	0,05
	свыше 13,4 – 107 Ом включ.	0,1
10 Ом	8 – 63 Ом включ.	0,05
	свыше 63 – 134 Ом включ.	0,05
	свыше 134 – 1075 Ом включ.	0,05
100 Ом	80 – 630 Ом включ.	0,05
	свыше 630 – 1340 Ом включ.	0,05
	свыше 1,34 – 10,75 кОм включ.	0,1
1 кОм	800 Ом – 6,3 кОм включ.	0,05
	свыше 6,3 – 13,4 кОм включ.	0,05
	свыше 13,4 – 107,5 кОм включ.	0,5
10 кОм	8 – 63 кОм включ.	0,05
	свыше 63 – 134 кОм включ.	0,15
100 кОм	80 – 630 кОм включ.	0,2
	свыше 630 кОм – 1,34 МОм включ.	0,3
1 МОм	800 кОм – 6,3 МОм включ.	0,4
	свыше 6,3 – 13,4 МОм включ.	0,6
10 МОм	8 – 63 МОм включ.	0,7
	свыше 63 – 134 МОм включ.	0,7

Данная методика поверки устанавливает методику первичной и периодической поверок установки 6625А. Методикой поверки не предусмотрено возможность проведения поверки в отдельных диапазонах и не предусмотрено проведение поверки по отдельности.

Из-за устройства установки 6625А, при определении метрологических характеристик для встроенного моста-компаратора, автоматически подтверждаются метрологические характеристики расширителя.

Установка 6625А предназначена для компарирования одновременно 8-и мер сопротивления и передачи единицы электрического сопротивления в цепях постоянного тока.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки: метод компарирования или сравнения при помощи двух эталонных мер сопротивления.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Для поверки установки 6625А 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	-	-	8
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
2.4	Проверка программного обеспечения	Да	Да	8.5
3	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям:	-	-	9
3.1	Определение среднего квадратического отклонения суммарной погрешности	Да	Да	9.1
3.2	Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	Нет	Да	9.2

3 Требования к условиям проведения поверки

Таблица 3 – Требования к условиям проведения поверки

Влияющая величина	Значение влияющей величины
Температура окружающего воздуха, °С	20,0±1,0
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.

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы на мост-компаратор с расширителем и измерительное оборудование.

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, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
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 Ш404-М1, рег. № 12070-89
Определение метрологических характеристик (п.9)	Государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне 1 Ом ... 100 кОм	2.1.ZZB.0213.2015
	Жидкостный (масляный) термостат для обеспечения термостатирования мер сопротивления, с абсолютной погрешностью не более ±0,005 °С	Термостат масляный М301
	Воздушный термостат для обеспечения термостатирования мер сопротивления, с абсолютной погрешностью не более ±0,03 °С	Воздушный термостата ТК-190
<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 мост-компаратор с расширителем.

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 установки 6625А следующим требованиям:

- установка, представленная на периодическую поверку, должны иметь данные о предыдущей поверке;
- установка после ремонта должны быть представлены на первичную поверку;
- корпус установка, встроенные средства измерений, выводные клеммы не должны иметь механических повреждений;
- отсутствие нарушения жесткой фиксации электрических соединителей (клемм) для подключения внешних цепей к установке;
- 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.
- проверка комплекта поставки установки в соответствии с описанием типа.

Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если установка соответствует вышеуказанным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выдержать установку и встроенные средства измерений в течение не менее 1 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 разделе 3 таблице 3.

8.2 Определение сопротивления изоляции

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

Электрическое сопротивление изоляции установки 6625А между входными клеммами и корпусом должно быть не менее 1 ГОм.

8.3 Опробование

При опробовании проверяют:

- исправность электрических соединителей для подключения внешних цепей к мерам сопротивлений;
 - работоспособность установки и встроенных средств измерений при включении в сеть.
- При включении моста-компаратора в сеть должно высветиться тип моста-компаратора 6622А-

XPR на дисплее прибора. Через несколько секунд должно появиться табло с корневым меню моста-компаратора;

- проверяют правильность установленного расширителя путем проверки записей информации об расширителе в мосте-компараторе. Для этого необходимо пройти по ссылке Sofcal→Extender. В данном окне убедиться об информации об расширителе 6622-A № 73839. При отсутствии данной информации ввести данные об расширителе в соответствии с эксплуатационной документацией на него.

- опробовать сканер при подключении 2 мер сопротивления в канал 1 и канал 2. Подсоединить сканер к мосту-компаратору 6622A. Подсоединить в канал 1 меру сопротивления 1 Ом, в канал 2 меру сопротивления 10 Ом. Задать параметры измерения при помощи внешнего ПО в соответствии с руководством оператора 6625A. Произвести измерения в режиме Ratio. На экране должно появиться значение 10,000. На лицевой панели сканера должно светиться Remote и соответствующие подключенные каналы 1 и 2.

8.4. Проверка программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения осуществляется на встроенном в установку мосте-компараторе. Для этого необходимо пройти по ссылке Sofcal→P.O.S.T. Должна будет появиться информация о встроенном ПО - Z.

Результат проверки считают положительным, если номер версии ПО не ниже указанного в описании типа.

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

9.1 Определение среднего квадратического отклонения суммарной погрешности $S_{\Sigma 0}$

Для определения $S_{\Sigma 0}$ необходимо проводить поверку без подключения к персональному компьютеру и использованием встроенного ПО.

9.1.1 Подсоединить эталонные меры сопротивления по 4-х проводной схеме подключения в последовательности в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 — Последовательность действий и рекомендуемые устанавливаемые параметры при определении неисключенной систематической погрешности (далее НСП), обусловленной коэффициентами передачи при компарировании мер сопротивления.

№ п/п	R_s	R_x	трев, с	I_x , мА	U, В	Обозначения в формулах
1	1 Ом	1 Ом	20	50	-	Rb
2	1 Ом	1 Ом	20	50	-	Ra
3	1 Ом	10 Ом	20	10	-	Rc
4	1 Ом	100 Ом	20	1	-	Rf
5	10 Ом	100 Ом	20	1	-	Rd
6	100 Ом	100 Ом	20	1	-	Rb
7	100 Ом	100 Ом	20	1	-	Ra
8	100 Ом	1 кОм	20	0,5	-	Rc
9	100 Ом	10 кОм	20	0,1	-	Rf
10	1 кОм	10 кОм	20	0,1	-	Rd
11	10 кОм	10 кОм	20	0,3	-	Rb
12	10 кОм	10 кОм	20	0,3	-	Ra

13	10 кОм	100 кОм	20	0,05	-	Rc
14	10 кОм	1 МОм	30	-	30	Rf
15	100 кОм	1 МОм	30	-	100	Rd
16	1 МОм	1 МОм	20	-	100	Rb
17	1 МОм	1 МОм	20	-	100	Ra
18	1 МОм	10 МОм	30	-	100	Rc
19	1 МОм	100 МОм	60	-	100	Rf
20	10 МОм	100 МОм	40	-	100	Rd

где: Rs – измерительное плечо установки 6622A для подключения эталонной меры;
Rx – измерительное плечо установки 6622A для подключения эталонной меры;
трев — время реверсирования измерительного тока;
Ix — измерительный ток, протекающий через плечо Rx;
U – испытательное напряжение, подаваемое на плечи Rs и Rx.

Примечание: в п. 1 и 2 (6 и 7; 11 и 12; 16 и 17) используются две меры сопротивления с последующей взаимной перестановкой из плеча Rs на Rx; в п. 3, 4, 5 (8, 9, 10; 13, 14, 15; 18, 19, 20) используются одинаковые меры сопротивления с одинаковыми заводскими номерами.

9.1.2 Перед началом измерений необходимо задать параметры измерения используя следующий путь диалоговых окон на дисплее встроенного моста-компаратора 6622A:

Setup→Edit Ohms→Normal (High Ohms)→Edit

В табло Edit вводятся значения, указанные в таблицах 6 и 7.

Таблица 6 — Параметры ввода данных при поверке в диапазоне от 1 Ом до 100 кОм в режиме Normal

Поле ввода	Параметр ввода
Resistance Rs:	Вводится номинальное значение резистора, который подключен к клемме Rs в Ом
Serial Rs:	Вводится серийный номер эталонного резистора
Resistance Rx:	Вводится номинальное значение резистора, который подключен к клемме Rx в Ом
Reversal Rate:	Вводится время измерений одного цикла в соответствии с таблицей 5.4.1
Test Current (mA):	Вводится измерительный ток, который проходит через плечо Rx, в соответствии с таблицей 5.4.1
Max Current (mA):	Вводится значение максимального измерительного тока 150 мА

Таблица 7 — Параметры ввода данных при поверке в диапазоне от 10 кОм до 100 МОм в режиме High Ohms

Поле ввода	Параметр ввода
Resistance Rs:	Вводится номинальное значение резистора, который подключен к клемме Rs в Ом
Serial Rs:	Вводится серийный номер эталонного резистора
Resistance Rx:	Вводится номинальное значение резистора, который подключен к клемме Rx в Ом
Reversal Rate:	Вводится время измерений одного цикла в соответствии с таблицей 5.4.1
Test Volt (V):	Вводится испытательное напряжение, которое подается на плечо Rx, в соответствии с таблицей 5.4.1
Max Volt (V):	Вводится значение максимального испытательного напряжения (100 В)

После ввода данных нажать кнопка Ok.

Нажать кнопку Previous два раза для возвращения в корневое меню. Нажать кнопку Measure. В появившемся окне убедиться, что высвечивается Ratio и нажать кнопку Meas off (начало измерений).

Контроль измерений проводить в меню окна View.

9.1.3 Результаты измерений записывают в протокол измерений за вычетом массива первых измерений. Массивом первых измерений называются первые 120 измерений, которые необходимо удалить (обнулить) из результата измерений. Для обнуления нажимают на установке «Clear Sum» → «Confirm», проводят еще минимум 10 измерений и записывают значение среднее квадратическое отклонение компарируемых случайной погрешности измерения мер сопротивления «Std.Dev» из столбца «Summary» в протокол поверки.

Полученные данные записать в протокол поверки (Приложение А).

9.1.4 Провести расчет НСП, обусловленной коэффициентами передачи при компарировании мер сопротивления мостом-компаратором с расширителем коэффициента передачи установки 6625А по следующей формулам (1) и (2):

$$S_{1:1} = \frac{(|R_a \cdot R_b| - 1) \cdot 10^6}{2} \quad (1)$$

$$S_{100:10:1} = \frac{|R_d - (R_c \cdot R_f)| \cdot 10^6}{3 \cdot R_d} \quad (2)$$

Полученные данные записать в протокол поверки (Приложение Б).

$S_{1:1}$ и $S_{100:10:1}$ не должны превышать значений, указанных в таблицах 8 и 9.

Таблица 8 – Допускаемые значения $S_{1:1}$ при отношении 1:1

Номинальное значение сопротивлений		Коэффициенты компарирования $e_{1:1}$, 10^{-6}
Мера сопротивления	Мера сопротивления	
1 Ом	1 Ом	0,05
100	100	0,05
10 кОм	10 кОм	0,05
1 МОм	1 МОм	0,4

Таблица 9 – Допускаемые значения $S_{100:10:1}$ при отношении 100:10:1

Номинальное значение сопротивлений			Коэффициенты компарирования $e_{100:10:1}$, 10^{-6}
Мера сопротивления	Мера сопротивления	Мера сопротивления	
1 Ом	10 Ом	100 Ом	0,07
100 Ом	1 кОм	10 кОм	0,2
10 кОм	100 кОм	1 МОм	1,2
1 МОм	10 МОм	100 МОм	1,2

9.1.5 Среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности S_{Σ_0} определяют по формуле:

$$S_{\Sigma_0} = \sqrt{S^2 + S_{\theta}^2} \quad (3)$$

где S – СКО случайной погрешности измерения в соответствии с п. 9.1.3;
 S_{θ} – СКО суммарной неисключённой систематической погрешности.

СКО суммарной НСП вычисляют по формуле:

$$S_{\theta} = \sqrt{\frac{\theta_{\delta_T}^2}{3} + \frac{\theta_{\delta_{ком}}^2}{3} + \frac{\theta_{\delta_3}^2}{3}} \quad (4)$$

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

$\theta_{\delta_{ком}}$ – $S_{1:1}$ или $S_{100:10:1}$ (в зависимости от проведенных измерений);

θ_{δ_3} – границы НСП, обусловленные температурной составляющей измеряемой эталонной меры.

9.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Оценка соответствия установки 6625А обязательным метрологическим требованиям к вторичным (рабочим) эталонам проводится на соответствие приказу Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3456 Определяются среднее квадратическое отклонение суммарной погрешности по формул (4).

Результаты оценки считаются положительными, если S_{Σ_0} не превышают значений, указанных в таблице 7.

Таблица 7 - Результаты оценки $S_{\Sigma 0}$

Плечо моста-компаратора		$S_{\Sigma 0}$, не более, мкОм/Ом (требования ГПС)
R_s	R_x	
1 Ом	1 мОм – 0,08 Ом включ.	0,2
	свыше 0,08 – 6,3 Ом включ.	0,3
	свыше 6,3 – 13,4 Ом включ.	0,3
	свыше 13,4 – 107 Ом включ.	0,15
10 Ом	8 – 63 Ом включ.	0,3
	свыше 63 – 134 Ом включ.	0,15
	свыше 134 – 1075 Ом включ.	0,15
100 Ом	80 – 630 Ом включ.	0,15
	свыше 630 – 1340 Ом включ.	0,15
	свыше 1,34 – 10,75 кОм включ.	0,2
1 кОм	800 Ом – 6,3 кОм включ.	0,15
	свыше 6,3 – 13,4 кОм включ.	0,2
	свыше 13,4 – 107,5 кОм включ.	0,2
10 кОм	8 – 63 кОм включ.	0,2
	свыше 63 – 134 кОм включ.	0,2
100 кОм	80 – 630 кОм включ.	
	свыше 630 кОм – 1,34 МОм включ.	0,2 0,7
1 МОм	800 кОм – 6,3 МОм включ.	0,7
	свыше 6,3 – 13,4 МОм включ.	0,7
10 МОм	8 – 63 МОм включ.	0,7
	свыше 63 – 134 МОм включ.	0,7

10 Оформление результатов поверки


Положительные результаты первичной поверки установки 6625А оформляют отметкой повелителя в свидетельстве, 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 установки 6625А передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в Приложении А.

Если по результатам поверки установку 6625А признают не годным, то оформляется извещение о непригодности с протоколом поверки (Приложении А).

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении).

	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

11

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

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от _____ г.

Наименование средства измерений (эталона), тип	Установка 6625А для измерения электрического сопротивления постоянного тока
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Изготовитель	Guildline Instruments Limited, Канада
Год выпуска	2021
Заказчик	
Серия и номер знака предыдущей поверки	
Дата предыдущей поверки	

Вид поверки: первичная (периодическая) поверка**Методика поверки:** МП 2202-0088-2022 «Установка 6625А для измерения электрического сопротивления постоянного тока. Методика поверки»**Средства поверки:**

- 2.1.ZZB.0213.2015.Государственный вторичный эталон (эталон-копия) единицы электрического сопротивления постоянного тока в диапазоне 1 Ом ...100 кОм;
- Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13

Условия поверки:

Параметры	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха, °С	20,0±1,0	
относительная влажность воздуха, %	не более 80	
атмосферное давление, кПа	84 - 106,7	

Результаты поверки

1. Внешний осмотр: _____
2. Проверка программного обеспечения: _____
3. Сопротивление изоляции (заполняется при первичной поверке) _____
4. Опробование: _____
5. Определение метрологических характеристик (в соответствии с требованиями методики поверки _____)

Таблица 7 - Результаты оценки $S_{\Sigma 0}$

Плечо моста-компаратора		$S_{\Sigma 0}$, не более, мкОм/Ом	
R_s	R_x	фактическая	допускаемая
1 Ом	0,08 – 6,3 Ом включ.		0,3
	свыше 6,3 – 13,4 Ом включ.		0,3
	свыше 13,4 – 107 Ом включ.		0,15
10 Ом	8 – 63 Ом включ.		0,3
	свыше 63 – 134 Ом включ.		0,15
	свыше 134 – 1075 Ом включ.		0,15
100 Ом	80 – 630 Ом включ.		0,15
	свыше 630 – 1340 Ом включ.		0,15
	свыше 1,34 – 10,75 кОм включ.		0,2
1 кОм	800 Ом – 6,3 кОм включ.		0,15
	свыше 6,3 – 13,4 кОм включ.		0,2
	свыше 13,4 – 107,5 кОм включ.		0,2
10 кОм	8 – 63 кОм включ.		0,2
	свыше 63 – 134 кОм включ.		0,2
100 кОм	80 – 630 кОм включ.		0,2
	свыше 630 кОм – 1,34 МОм включ.		0,2
1 МОм	800 кОм – 6,3 МОм включ.		0,2
	свыше 6,3 – 13,4 МОм включ.		0,7
10 МОм	8 – 63 МОм включ.		0,7
	свыше 63 – 134 МОм включ.		0,7

5. Дополнительная информация: _____

Заключение: эталон соответствует (не соответствует) предъявляемым требованиям и признан годным (непригодным) к применению.

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

Поверку провёл _____ г.