

УТВЕРЖДАЮ



Руководитель ГЦИ СИ
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Н.И. Ханов
«05» мая 2015 г.

МОСТЫ-КОМПАРАТОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИЕ СЕРИИ 6622А
МОДЕЛИ: 6622А-В, 6622А-ХR, 6622А-ХPR, 6622А-ХPS, 6622А-НV, 6622А-Т

Методика поверки
МП 2202-0056-2015

и.р. 61103-15

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

Ю.П. Семенов

Санкт-Петербург
2015

Содержание

1	Операции и средства поверки	3
2	Требования безопасности	4
3	Условия поверки	4
4	Подготовка к поверке	5
5	Проведение поверки	5
6	Оформление результатов поверки	9

Настоящая методика поверки распространяется на мосты-компараторы постоянного тока для измерения сопротивления автоматические серии 6622А модели: 6622А-В, 6622А-ХR, 6622А-ХPR, 6622А-ХPS, 6622А-НV, 6622А-Т, изготовитель Guildline Instrument Limited, Канада, предназначены для прецизионных измерений отношения сопротивления на постоянном токе и (или) прямых измерений сопротивления на постоянном токе при условии подключения эталонной меры.

Интервал между поверками – 1 год.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применяться средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Основные операции и средства поверки

Наименование операции	Средства поверки и их нормативные технические характеристики	Номер пункта методики	Обязательность проведения при поверке	
			первичная	периодическая
Внешний осмотр	-	5.1	Да	Да
Опробование	Меры электрического сопротивления из состава вторичных эталонов (ВЭТ): - Р321 номинального значения 1 Ом; - МС3009 номинального значения 10 Ом; - МС3009 номинального значения 100; - МС3009 номинального значения 1 кОм.; - МС3009 номинального значения 10кОм; - Р4013 номинального значения 1 МОм; Термостат жидкостный М301, диапазон температур от 5 до 40 °С, погрешность поддержания 0,002 °С; Термостат воздушный МІ9003, диапазон температур от 15 до 40 °С, погрешность поддержания 0,05 °С; Платиновый термометр сопротивления ПТС-100, расширенная неопределенность 0,01 °С; Мультиметр Agilent 34401А, погрешность по сопротивлению 0,003 %	5.2	Да	Да
Подтверждение соответствия ПО	-	5.2.4	Да	Да
Определение погрешности измерений: по сопротивлению	Меры электрического сопротивления из состава Государственного первичного эталона единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014: - Р321 номинального значения 1 Ом; - МС3009 номинального значения 100 Ом; - МС3009 номинального значения 1 кОм; - МС3009 номинального значения 10 кОм. Переходные меры электрического сопротивления из состава (ПМЭС) ГЭТ 14-2014:	5.3.1	Да	Да

	<ul style="list-style-type: none"> - P3030 номинального значения 11x10 Ом; - P3030 номинального значения 11x1 кОм; - ПМС-6 номинального значения 11x10 кОм; - P4080 номинального значения 11x100 кОм. <p>Меры электрического сопротивления из состава ВЭТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - P321 номинального значения 0,1 Ом; - P321 номинального значения 1 Ом; - МС3009 номинального значения 10 Ом; - МС3009 номинального значения 100 Ом; - МС3009 номинального значения 1 кОм; - МС3009 номинального значения 10 кОм; - МС3009 номинального значения 100 кОм; - P4013 номинального значения 1 МОм; - P4023 номинального значения 10 МОм; - P4033 номинального значения 100 МОм; - P4003 номинального значения 1000 МОм. <p>ПМЭС из состава ВЭТ:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ПМС-6 номинального значения 11x100 Ом; - P40112 номинального значения 11x1 МОм; - P40113 номинального значения 11x10 МОм; - P40114 номинального значения 11x100 МОм <p>Термостат жидкостный М301, диапазон температур от 5 до 40 °С, погрешность поддержания 0,002 °С;</p> <p>Термостат воздушный М19003, диапазон температур от 15 до 40 °С, погрешность поддержания 0,05 °С;</p> <p>Платиновый термометр сопротивления ПТС-100, расширенная неопределенность 0,01 °С;</p> <p>Мультиметр Agilent 34401А, погрешность по сопротивлению 0,003 %;</p>			
--	---	--	--	--

1.2 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик мостов-компараторов.

1.3 Все средства измерений должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2 Требования безопасности

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия обеспечения безопасности:

- перед использованием прибора следует убедиться, что изоляция проводов не повреждена, и проводящие части нигде не оголены;
- провода, насадки должны быть в рабочем состоянии, чистые и без поврежденной изоляции.

3 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--|------------|
| - температура окружающего воздуха, °С | 23±4 |
| - относительная влажность, % | 20 – 50 |
| - атмосферное давление, кПа | 84 – 104 |
| - температуры ОМЭС и ПМЭС
размещенных в жидкостном термостате, °С | 20,00±0,01 |
| - температура ОМЭС и ПМЭС | |

4 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверяемые мосты-компараторы должны быть подготовлены к работе в соответствии с рекомендациями, изложенными в технической документации;
- применяемые средства измерений, испытательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с их технической документацией.
- термостаты воздушный и жидкостный должны быть обязательно заземлены;
- для достижения требуемой точности при измерении отношения сопротивлений мостами-компараторами серии 6622А ОМЭС и ПМЭС, перед началом их измерения, выдерживаются в термостатах не менее 24 ч.
- ОМЭС и ПМЭС должны располагаться на специальных изолированных подложках размещенных в термостатах.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- исправность корпуса, органов управления, шкалы дисплея;
- предохранитель должен стоять под данную сеть (220 В);
- целостность измерительных проводов;
- наличие четкой маркировки.

5.2 Опробование

Для проведения опробования выполняются следующие операции:

- включить тумблер прибора;
- дать прогреться мосту-компаратору 60 мин;
- подсоединить соответствующие резисторы для процедуры опробования и установить следующие параметры измерения приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры измерения для процедуры опробования

№ п/п	Неизвестный резистор R_x	Эталонный резистор R_s	Измерительный ток или напряжение (для R_x)	Скорость реверсирования	Режим измерения
	1 Ом	1 Ом	100 мА	10	Normal
	100	100	1 мА	10	Normal
	10 кОм	10 кОм	0,1 мА	10	Normal
	1 МОм	1 МОм	30 В	30	High Ohms
	100 Ом	1 Ом	1 мА	60	Normal
	10 кОм	100 Ом	0,05 мА	90	Normal

5.2.1 Для измерения отношения сопротивлений при отношении 1:1 выполняют следующие операции:

- к клемме R_s моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- к клемме R_x моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 10 минут измерений фиксируется значение R_a ;
- производят взаимозамену резисторов;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 10 минут измерений фиксируется значение R_b ;

Коэффициент взаимозамены вычисляется по формуле:

$$e_i = \left(\frac{1}{2}\right) \cdot |R_a \cdot R_b - 1| \cdot 10^6, \quad (1)$$

где e_i – коэффициент взаимозамены;

R_a – коэффициент отношения измерения $R_X:R_S$;

R_b – коэффициент отношения измерения $R_X:R_S$ при изменении положения резисторов.

- максимально допустимое конечное значение e_i для пары резисторов составляет $\pm 100 \cdot 10^{-6}$

5.2.2 Для измерения отношения резисторов 100:1 выполняются следующие операции:

- к клемме R_s моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- к клемме R_x моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 100 Ом;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 10 минут измерений фиксируется значение R_a ;
- к клемме R_s моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 10 Ом;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 10 минут измерений фиксируется значение R_b ;
- к клемме R_s моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- к клемме R_x моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 10 Ом;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 10 минут измерений фиксируется значение R_c ;

Коэффициент деления вычисляется по формуле:

$$e_j = \frac{\left(\frac{1}{3}\right) \cdot |R_a - R_b \cdot R_c|}{100} 10^6, \quad (2)$$

где e_j – коэффициент деления;

R_a – коэффициент отношения измерения 100:1;

R_b – коэффициент отношения измерения 100:10;

R_c – коэффициент отношения измерения 10:1.

- максимально допустимое конечное значение e_j для пары резисторов составляет $\pm 100 \cdot 10^{-6}$

5.3 Подтверждение соответствия ПО

Подтверждение соответствия ПО осуществляется путем определения его идентификационных данных.

При включении прибора во время самокалибровки на дисплее появляется информация об измерителе.

Проверяют (визуально) наименование прибора и версию ПО.

Результаты считаются положительными, если версия ПО соответствует 6622А-XX.

5.4 Определение метрологических характеристик. Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений

Выбрать соответствующие настройки для измерения, которые указаны в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 Данные для ввода в режиме измерения «Normal»

Сопротивления Rs	Сопротивление Rx	I _{test} , мА	I(max), мА	Время измерения, с
1 Ом	0,1 Ом	150	150	60
1	1	100	150	20
1	10	10	150	20
1	100	1	150	20
10	1	100	150	20
10	10	10	150	20
10	100	1	100	20
10	1 к	0,5	100	40
100	10 Ом	10	100	20
100	100	1	50	20
100	1 к	0,5	50	40
100	10	0,1	50	60
1 кОм	100 Ом	5	50	40
1	1 кОм	1	10	40
1	10	0,1	10	60
1	100	0,05	10	90
10	1	1	10	60
10	10	0,1	10	60
10	100	0,05	10	90
100 кОм	10 кОм	0,1	5	90
100 кОм	100 кОм	0,07	5	90

Таблица 3 Данные для ввода в режиме измерения «high ohms»

Сопротивления Rs	Сопротивление Rx	V _{test} , В	V(max), В	Время измерения, с
10 кОм	1 МОм	10	100	90
100 кОм	1 МОм	10	100	90
100 кОм	10 МОм	10	100	90
1 МОм	100 кОм	10	100	90
1 МОм	1 МОм	100	300	120
1 МОм	10 МОм	100	300	120
1 МОм	100 МОм	100	300	120
10 МОм	1 МОм	100	300	120
10 МОм	10 МОм	100	300	120
10 МОм	100 МОм	100	300	120
100 МОм	100 МОм	100	300	120
100 МОм	1 ГОм	100	300	150

5.4.1 Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений при отношении 1:1

Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений при отношении 1:1 проводится следующим образом:

- к клемме Rs моста-компаратора подсоединят эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- к клемме Rx моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор номинального значения 1 Ом;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 150 измерений фиксируется значение R_a ;

- производят взаимозамену резисторов;
- производят запуск измерений отношения сопротивлений;
- через 150 измерений фиксируется значение R_b ;

Относительная погрешность измерений отношения сопротивлений $\delta_{1:1}$ вычисляется по формуле:

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

где R_a – коэффициент отношения измерения $R_X:R_S$;
 R_b – коэффициент отношения измерения $R_X:R_S$ при изменении положения резисторов.

Произвести измерения отношения сопротивлений для номинальных значений сопротивлений кратных и дольных десяти 10^n Ом, где $n=1, 2 \dots 8$, согласно пункту 5.3.1.

Результаты измерений занести в протокол измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешности не превышают пределов указанных в технической документации.

5.4.2 Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений при отношении 10:1

- к клемме R_s моста-компаратора подсоединяют ПМЭС 11×10 Ом с параллельным включением резисторов (1 Ом);
- к клемме R_x подсоединяют эталонный резистор R (номинального значения 10 Ом) с номинальным значением в десять раз больше относительно номинального значения ПМЭС с параллельным включением;
- фиксируют измеренное значение отношения сопротивлений N_1 , после 150 измерений;
- эталонный резистор R подключают к клемме R_s ;
- ПМЭС включают последовательно (номинальное значение сопротивления 100 Ом) и подсоединяют к клемме R_x ;
- фиксируют измеренное значение отношения сопротивлений N_2 , после 150 измерений;

Относительная погрешность измерений отношения сопротивлений $\delta_{10:1}$ вычисляется по формуле:

$$\delta_{10:1} = \frac{100 - N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2} \cdot 10^6 \quad (3)$$

Повторить измерения отношения сопротивлений 10:1 для резисторов номинальных значений кратных и дольных десяти в диапазоне сопротивлений от 10 Ом до 100 МОм.

Результаты измерений занести в протокол измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешности не превышают пределов указанных в технической документации.

5.4.3 Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений при отношении 100:1

- к клемме R_s моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор $R1$ номинального значения 1 Ом;
- к клемме R_x моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор $R2$ с номинальным значением 100 Ом;
- фиксируют измеренное значение отношения сопротивлений $N_{100:1}$, после 150 измерений;
- к клемме R_x подсоединяют ПМЭС 11×10 Ом, включенную последовательно, с номинальным значением сопротивления 100 Ом;
- фиксируют измеренное значение отношения сопротивлений $N_{П-1}$, после 150 измерений;

- к клемме Rs подсоединяют ПМЭС 11х10 Ом, с параллельным включением, с номинальным значением сопротивления 1 Ом;
- к клемме Rx моста-компаратора подсоединяют эталонный резистор R2 с номинальным значением 100 Ом;
- фиксируют измеренное значение отношения сопротивлений $N_{100-П}$, после 150 измерений; Относительную погрешность измерений отношения сопротивлений $\delta_{100:1}$ вычисляют по формуле:

$$\delta_{100:1} = \frac{100 \cdot N_{100-1} - N_{100-П} \cdot N_{П-1}}{N_{100-П} + N_{П-1} - 100} \cdot 10^6 \quad (4)$$

Повторить измерения отношения сопротивлений 100:1 для резисторов номинальных значений кратных и дольных десяти в диапазоне сопротивлений от 10 Ом до 1 МОм.

Результаты измерений занести в протокол измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешности не превышают пределов указанных в технической документации.

5.4.4 Определение относительной погрешности измерений отношения сопротивлений при отношении 1:10

- к клемме Rs подсоединить эталонный резистор с номинальным значением 1 Ом;
- к клемме Rx подсоединить резистор с номинальным значением 0,1 Ом;
- фиксируют измеренное значение отношений сопротивления K, после 150 измерений. Относительную погрешность измерений отношения сопротивлений $\delta_{1:10}$ вычисляют по формуле:

$$\delta_{1:10} = \frac{K - K_d}{K_d} \cdot 10^6 \quad (5)$$

где K_d – действительное значение отношения сопротивлений.

Повторить измерения отношения сопротивлений 1:10 для резисторов номинальных значений кратных и дольных десяти в диапазоне сопротивлений от 1 Ом до 100 МОм.

Результаты измерений занести в протокол измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешности не превышают пределов указанных в технической документации.

6. Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки оформляются свидетельством о поверки и протоколом поверки (Приложение А).

6.2 Мосты-компараторы серии 6622А, не удовлетворяющие требованиям настоящей МП, к применению не допускаются. На них выдается извещение о непригодности установленного образца.

Приложение А

Форма протокола поверки

(рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Организация проводившая поверку	
Дата поверки	
Наименование прибора, тип	
Заводской номер	
Заказчик	
Дата предыдущей поверки	

Поверка осуществляется по методике поверки МП 2202-0056-2015 «Мосты-компараторы постоянного тока для измерения электрического сопротивления автоматические серии 6622А модели: 6622А-В, 6622А-ХR, 6622А-ХPR, 6622А-ХPS, 6622А-НV, 6622А-Т»

Средства
поверки _____

Условия
поверки _____

Результаты поверки:

1 Внешний
осмотр _____

2 Опробование

3 Результаты измерений

Таблица 1 – Определение фактической относительной погрешности измерения отношения сопротивлений для отношений 1:1

Отношение сопротивлений		$\delta_{1:1}$, фактическая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом	δ , допускаемая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом
1 Ом	1 Ом		$\pm 0,01$
10	10		$\pm 0,04$
100	100		$\pm 0,04$
1 кОм	1 кОм		$\pm 0,04$
10	10		$\pm 0,05$
100	100		$\pm 0,2$
1 МОм	1 МОм		$\pm 0,4$
10	10		± 1
100	100		$\pm 3,5$

Приложение А

Форма протокола поверки (рекомендуемая)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____

Организация проводившая поверку	
Дата поверки	
Наименование прибора, тип	
Заводской номер	
Заказчик	
Дата предыдущей поверки	

Поверка осуществляется по методике поверки МП 2202-0056-2015 «Мосты-компараторы постоянного тока для измерения электрического сопротивления автоматические серии 6622А модели: 6622А-В, 6622А-ХR, 6622А-ХPR, 6622А-ХPS, 6622А-НV, 6622А-Т»

Средства поверки _____

Условия поверки _____

Результаты поверки:

1 Внешний осмотр _____

2 Опробование _____

3 Результаты измерений

Таблица 1 – Определение фактической относительной погрешности измерения отношения сопротивлений для отношений 1:1

Отношение сопротивлений		$\delta_{1:1}$, фактическая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом	δ , допускаемая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом
1 Ом	1 Ом		$\pm 0,01$
10	10		$\pm 0,04$
100	100		$\pm 0,04$
1 кОм	1 кОм		$\pm 0,04$
10	10		$\pm 0,05$
100	100		$\pm 0,2$
1 МОм	1 МОм		$\pm 0,4$
10	10		± 1
100	100		$\pm 3,5$

Таблица 2 - Определение фактической относительной погрешности измерения отношения сопротивлений для отношений 10:1

Номинальное значение сопротивлений		$\delta_{10:1}$, фактическая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом	δ , допускаемая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом
R_s	R_x		
1 Ом	10 Ом		$\pm 0,04$
10	100		$\pm 0,04$
100 Ом	1 кОм		$\pm 0,04$
1 кОм	10 кОм		$\pm 0,04$
10	100		$\pm 0,15$
100 кОм	1 МОм		$\pm 0,3$
1 МОм	10 МОм		$\pm 0,6$
10	100		± 2
100 МОм	1 ГОм		± 6

Таблица 3 – Определение фактической относительной погрешности измерения отношения сопротивлений для отношения 100:1

Номинальное значение сопротивлений		$\delta_{100:1}$, фактическая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом	δ , допускаемая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом
R_s	R_x		
1 Ом	100 Ом		$\pm 0,05$
10 Ом	1 кОм		$\pm 0,05$
100 Ом	10 кОм		$\pm 0,1$
1 кОм	100 кОм		$\pm 0,5$
10 кОм	1 МОм		± 1
100 кОм	10 МОм		± 3
1 МОм	100 МОм		± 6

Таблица 4 - Определение фактической относительной погрешности измерения отношения сопротивлений для отношения 1:10

Номинальное значение сопротивлений		$\delta_{1:10}$, фактическая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом	δ , допускаемая относительная погрешность измерений отношения сопротивлений, мкОм/Ом
R_s	R_x		
1 Ом	0,1 Ом		$\pm 0,4$
10 Ом	1 Ом		$\pm 0,4$
100 Ом	10 Ом		$\pm 0,4$
1 кОм	100 Ом		$\pm 0,4$
10 кОм	1 кОм		$\pm 0,4$
100 кОм	10 кОм		$\pm 0,7$
1 МОм	100 кОм		$\pm 1,5$
10 МОм	1 МОм		± 4
100 МОм	10 МОм		± 8

Дополнительная информация (Состояние объекта поверки, сведения о ремонте) _____

Поверку произвел _____
Ф.И.О. подпись дата