

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
Н.И. Ханов
«14» марта 2015 г.



Калибраторы импеданса М-500В, М-550
Фирма MEATEST, spol. s r. o., Чешская Республика

Методика поверки
МП 2202-0054-2014

г.р. 60725-15

Руководитель лаборатории
государственных эталонов в области измерения
параметров электрических цепей

 Ю.П. Семенов

Санкт-Петербург
2014

Содержание

1	Операции и средства поверки	3
2	Требования безопасности	4
3	Условия поверки.....	4
4	Подготовка к поверке.....	4
5	Проведение поверки.....	5
5.1	Внешний осмотр	5
5.2	Опробование.....	5
5.2.4	Подтверждение соответствия ПО	5
5.3	Определение метрологических характеристик	5
6	Оформление результатов поверки.....	6
Приложение А		7
Приложение Б		8

Настоящая методика поверки распространяется на калибраторы импеданса М-500В и М-550 (далее – калибраторы), изготовитель – MEATEST, spol. s r. o., Чешская Республика, предназначенные для воспроизведения единицы электрического сопротивления, емкости и индуктивности в диапазоне частот от 100 Гц до 20 кГц (М-500В) и от 20 Гц до 1 МГц (М-550).

Настоящая методика устанавливает методы и средства периодической поверки калибраторов.

Интервал между поверками - 1 год.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться 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
Внешний осмотр Опробование Идентификация ПО	Визуально Измеритель RLC Agilent E4980A R=1 МОм – 100 МОм; L= 10 нГн – 1 кГн; C=1 фФ – 10 мФ; $\delta = \pm(0,05 - 1) \%$; (в режиме компарирования – $(\pm 0,02 - 0,4) \%$)	5.1 5.2
Определение действительного значения и погрешности электрического сопротивления (R), емкости (C) и индуктивности (L). Определение годовой нестабильности	Измеритель RLC Agilent E4980A R=1 МОм – 100 МОм; L= 10 нГн – 1 кГн; C=1 фФ – 10 мФ; $\delta = \pm(0,05 - 1) \%$; (в режиме компарирования – $(\pm 0,02 - 0,4) \%$); меры сопротивления E1-5 R=1 Ом – 10 кОм, $\delta R = \pm 0,01 \%$ (на постоянном токе), $\pm 0,02 \%$ ($f=1$ кГц); меры сопротивления P4015 R=100 кОм, P4016 R=1 МОм, P4017 R=10 МОм; $\delta R = \pm 0,005 \%$ (на постоянном токе), $\pm 0,005 \%$ (100 кОм), $\pm 0,01 \%$ (1 МОм), $\pm 0,05 \%$ (10 МОм) при $f=1$ кГц; составная мера сопротивления по ГОСТ Р 8.686-2009 R=100 МОм, $\delta R = \pm 0,5 \%$ ($f=1$ кГц); меры емкости P597 C=0,1 нФ – 1 мкФ, $\delta C = \pm (0,02 - 0,05) \%$; мера емкости КМЕ-101 C= 10 пФ, $\delta C = \pm 0,02 \%$; меры индуктивности P5101-P5115 (P596) L=1 мкГн – 1 Гн, $\delta L = (0,02-0,05) \%$; составная мера индуктивности по ГОСТ Р 8.686-2009, L= 10 Гн, $\delta L = \pm 0,1 \%$ при частоте 1 кГц.	5.3

Таблица 2 – Вспомогательные средства измерений и устройства

Наименование	Обозначение	Диапазон измерений	Погрешность
Психрометр	МВ-4М	10-100 %	$\pm 5 \%$
Барометр	БАММ-1	80-107 кПа	± 1 кПа
Термометр	ТЛ-4	0-50 °С	$\pm 0,1$ °С
4-х зажимный измерительный экранированный кабель	Agilent 16048A (или аналогичный)	$l=1$ м	-

1.2 Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик калибраторов с требуемой точностью.

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 и насадки должны быть в рабочем состоянии, чистые и без поврежденной изоляции.

3 Условия поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- | | |
|--|-------|
| - температура окружающей среды, °С | 20±1 |
| - атмосферное давление, кПа | 101±4 |
| - относительная влажность, %, не более | 80 |

4 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- поверяемые калибраторы должны быть подготовлены к работе в соответствии с технической документацией;
- применяемые средства измерений, испытательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с их технической документацией.

5 Проведение поверки

5.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- исправность корпусов, органов управления;
- наличие четкой маркировки.

5.2 Опробование

5.2.1 Включают калибратор и подключают к измерителю RLC. Выбирают частоту 1 кГц.

5.2.2 Выбирают поочередно два-три встроенных эталона сопротивления, емкости и индуктивности. Проверяют, чтобы значение, индицируемое на экране калибратора соответствовало значению, отображаемому на экране измерителя. Если одно из значений не фиксируется на дисплее измерителя, прибор бракуют.

5.2.4 Подтверждение соответствия ПО

Подтверждение соответствия ПО калибратора М-550 осуществляется путем определения его идентификационных данных.

Нажатием кнопки «Menu» открывается окно «Main menu», в котором выбирают строку «General». В появившемся окне выбираем строку «Device information». На экране появляется информация о приборе – заводской номер калибратора и номер версии ПО.

Проверяют (визуально) версию ПО.

Результаты считаются положительными, если версия ПО не ниже 1,0.

Для калибратора М-500В подтверждение соответствия осуществляется путем проверки наименования модели на лицевой панели прибора и вида экрана главного меню.

5.3 Определение метрологических характеристик

5.3.1 Измеряемые параметры R, L, C определяют в нормальной области частот и нормальных диапазонах, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование измерителя	R	L	C
М-500В	0,1 Ом – 10 МОм (1 кГц)	1 мГн, 10 мГн, 1 Гн (1 кГц); 100 мГн (10 кГц); 10 Гн (100 Гц)	10 пФ – 10 мкФ (1 кГц)
М-550	0,1 Ом – 100 МОм (1 кГц); 10 Ом – 10 кОм (1 МГц)	1 мГн – 10 Гн (1 кГц); 10 мкГн – 10 Гн (10 кГц); 10 мкГн – 100 мГн (100 кГц)	1 нФ – 100 мкФ (50 Гц); 10 пФ – 100 мкФ (1 кГц); 10 пФ – 1 мкФ (100 кГц); 10 пФ – 100 нФ (1 МГц)
Примечание: в зависимости от особенностей применения калибратора по просьбе потребителя выбирают другие измеряемые параметры и другие частоты из диапазона измерений калибратора и из частотного диапазона соответственно			

5.3.2 Действительные значения воспроизводимого сопротивления калибраторов, и погрешность воспроизведения определяют при частотах, указанных в таблице 3, методом сличения (замещения) в соответствии с ГОСТ 8.237-2003. Годовую нестабильность определяют в соответствии с ГОСТ 8.237-2003.

5.3.3 Действительные значения воспроизводимой емкости калибраторов и погрешность воспроизведения определяют при частотах, указанных в таблице 3 методом сличения (замещения) в соответствии с ГОСТ 8.255-2003. Годовую нестабильность определяют в соответствии с ГОСТ 8.255-2003.

5.3.4 Действительные значения воспроизводимой индуктивности калибраторов и погрешность воспроизведения определяют при частотах, указанных в таблице 3 методом сличения (замещения) в соответствии с МИ 1985-89. Годовую нестабильность определяют в соответствии с МИ 1985-89.

5.3.5 Относительная погрешность по R , L , C не должны превышать значений, указанных в приложении Б.

5.3.6 В калибраторе предусмотрена возможность изменения индицируемого значения встроенного эталона. Эта процедура может быть применена в том случае, когда годовая нестабильность существенно превышает пределы допускаемой погрешности. В этом случае в протоколе измерений также необходимо фиксировать значение введенных поправок. При этом, отношение пределов допускаемой погрешности применяемого эталона к относительному значению вносимого изменения должно быть не более 1:2,5.

6 Оформление результатов поверки

6.1 Положительные результаты поверки калибраторов оформляют свидетельством.

В Свидетельстве о поверке указывают срок действия и дату поверки. На оборотной стороне Свидетельства должны быть приведены полученные данные и климатические условия, при которых проводилась поверка.

По запросу или в случае большого объема полученных данных к Свидетельству может быть оформлен протокол измерений, где приведены фактические значения погрешности параметров (R , L , C).

6.2 Калибраторы, не удовлетворяющие требованиям настоящей МП, к применению не допускаются. На них выдается извещение о непригодности установленного образца.

Форма протокола поверки калибраторов
(на примере калибратора М-500В)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № _____ от _____ г.

Наименование прибора, тип	Калибратор М-500В
Заводской номер	

Средства поверки: _____

Условия поверки:

температура окружающей среды, °С _____

относительная влажность, % _____

атмосферное давление, кПа _____

Результаты поверки:

Номинальное значение измеряемого параметра	Условия измерений, частота	Погрешность измерения, %	
		Фактическая	Допускаемая
Сопротивление на переменном токе (0,1 Ом – 10 МОм)			
0,1 Ом	1 кГц		0,1
1 Ом	1 кГц		0,1
10 Ом	1 кГц		0,05
100 Ом	1 кГц		0,05
1 кОм	1 кГц		0,05
10 кОм	1 кГц		0,05
100 кОм	1 кГц		0,05
1 МОм	1 кГц		0,1
10 МОм	1 кГц		0,2
Индуктивность (1 мГн – 10 Гн)			
1 мГн	1 кГц		0,5
10 мГн	1 кГц		0,5
100 мГн	10 кГц		0,5
1 Гн	1 кГц		0,5
10 Гн	100 Гц		0,5
Емкость (10 пФ – 10 мкФ)			
10 пФ	1 кГц		2
100 пФ	1 кГц		0,2
1 нФ	1 кГц		0,05
10 нФ	1 кГц		0,05
100 нФ	1 кГц		0,05
1 мкФ	1 кГц		0,1
10 мкФ	1 кГц		0,1

Поверку провел

Метрологические характеристики калибраторов импеданса М-500В, М-550

Таблица 1 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения сопротивления калибратора М-500В

Номинальное значение	Нестабильность за год	Пределы допускаемой погрешности R*	Макс. темп. коэф.	Q*	I _{max}
	×10 ⁻⁶	%	×10 ⁻⁶ ·K ⁻¹	×10 ⁻⁵	мА
Четырехполюсное включение					
SHORT	50 мкОм (абс.знач.)	-	-	-	500
0,1 Ом	30	0,1	2	менее 100	500
1,0 Ом	30	0,1	2	менее 10	200
10 Ом	30	0,05	2	менее 1	50
100 Ом	30	0,05	2	менее 1	15
1 кОм	30	0,05	2	менее 1	5
10 кОм	30	0,05	2	менее 5	1,5
100 кОм	30	0,05	2	менее 50	0,50
1,0 МОм	30	0,1	2	менее 500	0,05
10 МОм	100	0,2	50	менее 50	0,005
Двухполюсное включение					
SHORT	50 мОм (абс.знач.)	-	-	-	500
10 Ом	5000	0,5	2	-	50
100 Ом	500	0,05	2	-	15
1,0 кОм	50	0,05	2	-	5
10 кОм	30	0,05	2	-	1,5
100 кОм	30	0,5	2	-	0,50
1,0 МОм	30	5,0	2	-	0,05
Примечание: * при частоте 1 кГц Q – добротность, определяется по формуле $2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_s / R_s$ или $1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_p \cdot R_p)$; I _{max} – максимальное значение измерительного тока					

Таблица 2 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения емкости калибратора М-500В

Номинальное значение	Нестабильность за год	Пределы допускаемой погрешности C*	Макс. темп. коэф.	Макс. значение D*	U _{max}
	×10 ⁻⁶	%	×10 ⁻⁶ ·K ⁻¹	×10 ⁻⁴	В
Четырехполюсное включение					
OPEN	5 фФ (абс.знач.)	-	-	-	50
10 пФ	100	2,0	20	500	50
100 пФ	100	0,2	20	50	50
1 нФ	100	0,05	20	10	50
10 нФ	100	0,05	20	5	50
100 нФ	100	0,05	20	5	50

1 мкФ	200	0,1	-150	10	15
10 мкФ	200	0,1	-150	50	1,5
Двухполюсное включение					
OPEN	5 фФ (абс.знач.)	-	-	-	50
100 пФ	100	50	20	-	50
1 нФ	100	5,0	20	-	50
10 нФ	100	0,5	20	-	50
100 нФ	100	0,1	20	-	50
1 мкФ	200	0,5	-150	-	15
10 мкФ	200	5,0	-150	-	1,5
Примечание: * при частоте 1 кГц D – тангенс угла потерь, U_{\max} – максимальное значение измерительного напряжения					

Таблица 3 – Метрологические характеристики в режиме воспроизведения индуктивности калибратора М-500В

калориметра М 3000

Номинальн ое значение	Нестабиль ность за год	Пределы допускаемой погрешности L*	Макс. темп. коэф. $\times 10^{-6} \cdot K^{-1}$	Мин. значение Q*	I _{max} мА
	$\times 10^{-6}$				
Четырехполюсное включение					
1 мГн	200	0,5	100	10	100
10 мГн	200	0,5	100	10	100
100 мГн	100	0,5	20	-	-
1 Гн	100	0,5	100	2,5	80
10 Гн	100	0,5	100	-	-
Двухполюсное включение					
1 мГн	200	1,0	100	-	100
10 мГн	200	1,0	100	-	100

Примечание:

* при f = 1 кГц (1 мГн, 10 мГн, 1 Гн); при f = 10 кГц (100 мГн); при f = 100 Гц (10 Гн)

Таблица 5 - Пределы допустимой погрешности в режиме воспроизведения емкости калибратора М-550

Номинальное значение	10 пФ			100 пФ			1 нФ			10 нФ			100 нФ			1 мкФ			10 мкФ			100 мкФ		
	CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON		CORR OFF	CORR ON	
Correction ON/OFF																								
Частота, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %																							
20-39	1,0	0,5		0,3	0,3		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,2	
40-74	1,0	0,5		0,3	0,3		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,1		0,1	0,2	
75-199	1,0	0,5		0,3	0,3		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,1		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
200-399	1,0	0,5		0,2	0,2		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,1		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
400-749	1,0	0,5		0,2	0,2		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
750-1999	1,0	0,5		0,1	0,1		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
2 000-3 999	1,0	0,5		0,1	0,1		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
4 000-7 499	1,0	0,5		0,1	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,2	
7 500-19 999	1,0	0,5		0,1	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,3	0,2	
20 000-39 999	1,0	0,5		0,1	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,15	0,15		-	-		-	-	
40 000-74 999	1,0	0,5		0,1	0,05		0,05	0,05		0,05	0,05		0,1	0,1		0,25	0,15		-	-		-	-	
75 000-199 999	1,0	0,5		0,1	0,1		0,1	0,05		0,05	0,05		0,3	0,2		0,5	0,25		-	-		-	-	
200 000-399 999	1,0	0,5		0,15	0,1		0,15	0,1		0,1	0,05		0,5	0,4		-	-		-	-		-	-	
400 000-749 999	1,0	1,0		0,35	0,25		0,2	0,15		0,15	0,15		1,0	0,6		-	-		-	-		-	-	
750 000-1 000 000	2,0	1,0		0,7	2,0		0,35	1,0		0,8	2,0		1,5	-		-	-		-	-		-	-	

Примечание: надпись «CORR ON» отображается на дисплее при проведении операций по учету начальных параметров «SHORT» (короткое замыкание, КЗ) и «OPEN» (холостой ход, XX), надпись «CORR OFF» отображается в остальных случаях

Таблица 6 - Пределы допускаемой относительной погрешности в режиме воспроизведения индуктивности калибратора М-550

Номинальное значение	10 мкГн			100 мкГн			1 мГн			10 мГн			100 мГн			1 Гн			10 Гн		
	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF	CORR OFF	CORR ON	CORR ON/OFF
Частота, Гц	Пределы допускаемой относительной погрешности, %																				
20-39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40-74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
75-199	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200-399	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
400-749	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
750-1999	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
2 000-3 999	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
4 000-7 499	-	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3
7 500-19 999	0,5	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,5	0,5
20 000-39 999	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0	0,5	0,5
40 000-74 999	1,0	0,3	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	-	-	-	-	-	-
75 000-100 000	2,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,15	0,15	0,15	1,0	0,15	0,15	2,0	0,5	0,5	-	-	-	-	-	-

Примечание: надпись «CORR ON» отображается на дисплее при проведении операций по учету начальных параметров «SHORT» (короткое замыкание, КЗ) и «OPEN» (холостой ход, ХХ), надпись «CORR OFF» отображается в остальных случаях