

СОГЛАСОВАНО

**Первый заместитель генерального
директора-заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»**



_____ **А.Н. Щипунов**

07 _____ **2022 г.**

Государственная система обеспечения единства измерений

Измерители RLC U1730C

Методика поверки

МП 651-22-052

2022 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика распространяется на измерители RLC U1730C (далее по тексту – измерители), изготавливаемые компанией «Keysight Technologies Malaysia Sdn. Bhd», Малайзия и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к государственным первичным эталонам: единицы электрической емкости ГЭТ 25-79, единицы индуктивности ГЭТ 15-79, единицы электрического сопротивления ГЭТ 14-2014.

1.3 При проведении поверки необходимо руководствоваться настоящей методикой и эксплуатационной документацией на измерители и на используемое при поверке оборудование.

В методике поверки реализованы методы прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерения	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерения электрического сопротивления (импеданса)	9.1	да	да
Определение основной абсолютной погрешности измерения электрической емкости	9.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений индуктивности	9.3	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да

2.2 При получении отрицательных результатов по любому пункту таблицы 1 поверяемый измеритель бракуется и направляется в ремонт.

2.3 Допускается проведение периодической поверки меньшего числа величин или меньшего числа поддиапазонов. Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке на основании решения эксплуатанта, оформленного в произвольной форме.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 18 до 28 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха при температуре, не более 80 %.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки измерителей допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим образованием, ознакомленный с руководством по эксплуатации (далее - РЭ) и документацией по поверке, допущенный к работе с электроустановками и имеющий право на проведение поверки (аттестованный в качестве поверителей).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9.1	Магазин электрического сопротивления диапазон воспроизводимого сопротивления от 0,01 до 12000 Ом, к. т. 0,05, максимальная частота до 1 кГц; Мера электрического сопротивления номинальным значением 100 кОм, к. т. 0,05, максимальная частота 1 кГц; Мера электрического сопротивления, номинальные значения 1 МОм, к. т. 0,05; максимальная частота 1 кГц; Мера электрического сопротивления, номинальные значения 10 МОм, к. т. 0,05; максимальная частота 1 кГц; Мера электрического сопротивления, номинальные значения 100 МОм, к. т. 0,05; максимальная частота 1 кГц.	Магазин электрического сопротивления Р4830/1, рег. № 4614-74; Мера электрического сопротивления однозначная Р4015, рег. № 7791-80; Мера электрического сопротивления однозначная Р4016, рег. № 7791-80; Мера электрического сопротивления однозначная Р4017, рег. № 7791-80; Мера электрического сопротивления однозначная Р4018, рег. № 7791-80.
9.2	Меры емкости, номинальным значением от 1 пФ до 1 мкФ, диапазон рабочих частот от 40 Гц до 100 кГц, к. т. 0,05; 0,1	Меры емкости образцовые Р597, рег. №2684-70.
9.3	Мера индуктивности, номинальным значением 10 мГн, к. т. 0,06, рабочий диапазон частот от 80 Гц до 100 кГц; Мера индуктивности, номинальным значением 100 мГн, к. т. 0,06, рабочий диапазон частот от 80 Гц до 100 кГц; Мера индуктивности, номинальным значением 500 мГн, к. т. 0,06, рабочий диапазон частот от 80 Гц до 100 кГц; Мера индуктивности, номинальным значением 1 Гн, к. т. 0,06, рабочий диапазон частот от 80 Гц до 100 кГц	Мера индуктивности Р5109, рег. № 9046-83; Мера индуктивности Р5113 рег. № 9046-83; Мера индуктивности Р5114 рег. № 9046-83; Мера индуктивности Р5115, рег. № 9046-83.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых измерителей с требуемой точностью.

5.3 Применяемые средства поверки должны быть утверждённого типа, исправны и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

6 ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные ГОСТ Р 12.1.019-2009, «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в РЭ измерителей, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре проверить отсутствие внешних механических повреждений и неисправностей, влияющих на работоспособность измерителей.

7.2 Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют внешние механические повреждения и неисправности, влияющие на работоспособность измерителей.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать измерители в условиях, указанных в п. 3 в течение не менее 1 часа;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев средств поверки для установления их рабочего режима.

8.2 Опробование измерителей провести в соответствии с РЭ.

Результаты опробования считать положительными, если при включении измерителей на дисплее не появляется сообщение об ошибках.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение основной абсолютной погрешности измерений сопротивления (импеданса)

9.1.1 Подготовить измеритель к измерению сопротивления.

9.1.2 Установить на измерители в соответствии с РЭ частоту тестового сигнала 100 Гц.

9.1.3 Последовательно подсоединяя меры эл. сопротивления к измерителю, в соответствии с таблицей 3 провести измерение электрического сопротивления. Результаты измерений занести в протокол и таблицу 3.

Таблица 3

Предел измерения	Значение электрического сопротивления меры,	Измеренное значение при частоте тестового сигнала, 100 Гц	Абсолютная погрешность измерения	Допустимая погрешность,
2 Ом	0,2 Ом			±0,0064 Ом
	1,9 Ом			±0,0183 Ом
20 Ом	4 Ом			±0,036 Ом
	19 Ом			±0,141 Ом
200 Ом	40 Ом			±0,11 Ом
	190 Ом			±0,41 Ом
2 кОм	400 Ом			±1,1 Ом
	600 Ом			±1,5 Ом
	800 Ом			±1,9 Ом
	1000 Ом			±2,3 Ом
	1200 Ом			±2,7 Ом
	1400 Ом			±3,1 Ом
	1600 Ом			±3,5 Ом
	1800 Ом			±3,9 Ом
20 кОм	4 кОм			±11 Ом
	10 кОм			±23 Ом
200 кОм	100 кОм			±550 Ом
2 МОм	1 МОм			±5,5 кОм
20 МОм	10 МОм			±208 кОм
200 МОм	100 МОм			±6,8 МОм

9.1.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле (1)

$$\Delta R = R_{\text{изм}} - R_{\text{меры}} \quad (1)$$

где: $R_{\text{изм}}$ —значение электрического сопротивления, полученное с помощью измерителя, Ом;

$R_{\text{меры}}$ - номинальное значение меры эл. сопротивления, Ом.

9.1.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютной погрешности измерений эл. сопротивления не превышают значений, указанных в таблице 3.

9.1.6 Установить на измерители в соответствии с РЭ частоту тестового сигнала 1 кГц.

9.1.7 Последовательно подсоединяя меры эл. сопротивления к измерителю в соответствии с таблицей 4, провести измерение электрического сопротивления. Результаты измерений занести в протокол и таблицу 4.

Таблица 4

Предел измерения	Значение электрического сопротивления меры,	Измеренное значение при частоте тестового сигнала, 1 кГц	Абсолютная погрешность измерения	Допустимая погрешность,
2 Ом	0,2 Ом			$\pm 0,0064$ Ом
	1,9 Ом			$\pm 0,0183$ Ом
20 Ом	4 Ом			$\pm 0,036$ Ом
	19 Ом			$\pm 0,141$ Ом
200 Ом	40 Ом			$\pm 0,11$ Ом
	190 Ом			$\pm 0,41$ Ом
2 кОм	400 Ом			$\pm 1,1$ Ом
	600 Ом			$\pm 1,5$ Ом
	800 Ом			$\pm 1,9$ Ом
	1000 Ом			$\pm 2,3$ Ом
	1200 Ом			$\pm 2,7$ Ом
	1400 Ом			$\pm 3,1$ Ом
	1600 Ом			$\pm 3,5$ Ом
	1800 Ом			$\pm 3,9$ Ом
20 кОм	4 кОм			± 11 Ом
	10 кОм			± 23 Ом
200 кОм	100 кОм			± 550 Ом
2 МОм	1 МОм			$\pm 5,5$ кОм
20 МОм	10 МОм			± 208 кОм
200 МОм	100 МОм			$\pm 6,8$ МОм

9.1.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле (1)

9.1.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений эл. сопротивления не превышают значений, указанных в таблице 4.

9.2 Определение основной абсолютной погрешности измерений электрической емкости

9.2.1 Подготовить измеритель к измерению электрической емкости.

9.2.2 Установить на измерителе в соответствии с РЭ частоту тестового сигнала 100 Гц.

9.2.3 Последовательно подсоединяя меры эл. емкости к измерителю, в соответствии с таблицей 5 провести измерение электрической емкости. Результаты измерений занести в протокол и таблицу 5.

Таблица 5

Предел измерения	Номинальное значение меры электрической емкости	Измеренное значение при частоте тестового сигнала, 100 Гц	Абсолютная погрешность измерения	Допустимая погрешность,
10 пФ	1000 пФ			±6 пФ
20 нФ	10 нФ			±0,055 нФ
200 нФ	100 нФ			±0,23 нФ
2 мкФ	1 мкФ			±2,3 нФ

9.2.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле (2)

$$\Delta C = C_{\text{изм}} - C_{\text{меры}} \quad (2)$$

где: $C_{\text{изм}}$ — значение электрической емкости, полученное с помощью измерителя, нФ;
 $C_{\text{меры}}$ — номинальное значение меры эл. емкости, нФ.

9.2.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений эл. емкости не превышают значений, указанных в таблице 5.

9.2.6 Установить на измерители в соответствии с РЭ частоту тестового сигнала 1кГц.

Таблица 6

Предел измерения	Номинальное значение меры электрической емкости	Измеренное значение при частоте тестового сигнала, 1 кГц	Абсолютная погрешность измерения	Допустимая погрешность,
2000 пФ	1000 пФ			±6 пФ
20 нФ	10 нФ			±0,055 нФ
200 нФ	100 нФ			±0,23 нФ
2 мкФ	1 мкФ			±2,3 нФ

9.2.7 Последовательно подсоединяя меры эл. емкости к измерителю, в соответствии с таблицей 6 провести измерение электрической емкости. Результаты измерений занести в протокол и таблицу 6.

9.2.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерения по формуле (2)

9.2.9 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений эл. емкости не превышают значений, указанных в таблице 6.

9.3.3 Определение основной абсолютной погрешности измерений индуктивности

9.3.1 Подготовить измеритель к измерению индуктивности.

9.3.2 Установить на измерители в соответствии с РЭ частоту тестового сигнала 1000 Гц.

9.3.3 Последовательно подсоединяя меры индуктивности к измерителю, в соответствии с таблицей 7 провести измерение индуктивности. Результаты измерений занести в протокол и таблицу 7.

Таблица 7

Предел измерения	Номинальное значение меры электрической емкости	Измеренное значение при частоте тестового сигнала, 1 кГц	Абсолютная погрешность измерения	Допустимая погрешность измерений
20 мГн	10 мГн			±0,023 мГн
200 мГн	100 мГн			±0,23 мГн
2 Гн	500 мГн			±1,3 мГн
2 Гн	1 Гн			±2,3 мГн

(3) 9.3.4 Рассчитать абсолютную погрешность измерения индуктивности по формуле

$$\Delta L = L_{\text{изм}} - L_{\text{меры}} \quad (3)$$

где: $L_{\text{изм}}$ - значение электрической емкости, полученное с помощью измерителя, мГн;
 $L_{\text{меры}}$ - номинальное значение меры эл. емкости, мГн.

9.3.5 Результаты поверки считать положительными, если значения абсолютных погрешностей измерений индуктивности не превышают значений, указанных в таблице 7.

10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений эл. сопротивления.
 Рассчитанные значения абсолютных погрешностей измерений эл. сопротивления должны быть в пределах, приведенных в таблицах 3, 4.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений электрической емкости.
 Рассчитанные значения абсолютных погрешностей измерений электрической емкости должны быть в пределах, приведенных в таблице 5, 6.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений индуктивности.
 Рассчитанные значения абсолютных погрешностей измерений индуктивности должны быть в пределах, приведенных в таблице 7.

11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Результаты поверки измерителей малых токов подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца измерителей или лица, представившего ее на поверку, выдается свидетельство о поверке и (или) в паспорт измерителя вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Результаты поверки оформить по установленной форме.

Начальник НИО-6

В.И. Добровольский

Начальник лаборатории 620

Н.В Нечаев