

УТВЕРЖДАЮ  
Начальник ФГБУ «ГНМЦ»  
Минобороны России



В.В. Швыдун

« 26 »

10

2015 г.

М.П.

УТВЕРЖДАЮ

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



А.Н. Щиринов

« 30 »

2015 г.

## Инструкция

Измерители RLC E4990A

Методика поверки

651-15-09

Д.р. 62362-15

2015 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на измерители RLC E4990A (далее по тексту – измерители), фирмы «Keysight Technologies Microwave Products (M) Sdn.Bhd», и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между поверками – 1 год.

## 2 Операции поверки

2.1 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр	7.1	да	да
2 Опробование	7.2	да	да
3 Идентификация программного обеспечения	7.3	да	да
4 Определение метрологических характеристик.	7.4		
4.1 Определение относительной погрешности установки частоты	7.4.1	да	да
4.2 Определение погрешности установки напряжения переменного тока тестового сигнала	7.4.2	да	да
4.3 Определение погрешности установки напряжения постоянного тока смещения.	7.4.3	да	да
4.4 Определение погрешности установки силы постоянного тока смещения	7.4.4	да	да
4.5 Определение погрешности измерения электрического сопротивления	7.4.5	да	да
4.6 Определение погрешности измерения электрической емкости	7.4.6	да	да

## 3 Средства поверки

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

Таблица 2

Номер пункта методики	Наименование рабочих эталонов или вспомогательных средств поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к рабочим эталонам или вспомогательным средствам; разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики средств поверки
7.4.1	Частотомер электронно-счетный 53150А, рег. № 26949-10 Диапазон частот от 10 Гц до 20 ГГц, пределы допускаемой погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ Стандарт частоты 5071А
7.4.2-7.4.4	Мультиметр 3458А(Рег. № 25900-03): диапазон измерений напряжения переменного тока от 10 мВ до 1000 В, диапазон частот от 1 Гц до 10 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений напряжения $\pm 0,03\%$ .
7.4.5	Меры сопротивления Е1-5 (Рег.№8175-81) номинальные значения сопротивлений, Ом: 1, 10, 100, $10^3$ , $10^4$ , тангенс угла фазового сдвига на частоте 1 МГц: $\pm 2 \cdot 10^{-3}$ , основная погрешность действительных значений сопротивления $\pm 0,1\%$

7.4.6	Меры емкости образцовые Р597 (Пер. № 2684-70), диапазон рабочих частот от 40 Гц до 100 кГц, диапазон электрической емкости от 1 пФ до 1 мкФ, пределы допускаемой погрешности аттестации от 0,02 до 0,12 %
-------	---

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства поверки должны быть исправны и иметь свидетельства о поверке.

#### **4 Требования безопасности**

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования техники безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» (изд.3) и требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые эталоны и вспомогательное оборудование.

4.2 Поверка измерителей должна осуществляться лицами, изучившими эксплуатационную, нормативную и нормативно-техническую документацию.

#### **5 Условия поверки**

При проведении поверки измерителей необходимо соблюдение следующих требований к условиям внешней среды:

- температура окружающей среды  $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;

#### **6 Подготовка к поверке**

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать измерители в условиях, указанных в п. 5 в течение не менее 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации фирмы-изготовителя на поверяемый измеритель по его подготовке к поверке;
- 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.

#### **7 Проведение поверки**

##### **7.1 Внешний осмотр**

7.1.1 При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие механических повреждений и ослабление элементов, четкость фиксации их положения;
- четкость обозначений, чистоту и исправность разъёмов и гнезд, наличие и целостность печатей и пломб;
- наличие маркировки согласно требованиям эксплуатационной документации.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования п. 7.1.1. В противном случае измерители к дальнейшему проведению поверки не допускаются и направляются в ремонт.

##### **7.2 Опробование**

7.2.1 Включить измеритель и дать прогреться в течение 30 минут.

Выполнить процедуру диагностики в соответствии с технической документацией фирмы - изготовителя на измеритель.

7.2.2 Результаты опробования считать положительными, если в процессе диагностики отсутствуют сообщения об ошибках.

### 7.3 Идентификация программного обеспечения

7.3.1 Для проведения идентификации необходимо запустить программное обеспечение измерителей (ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации, ознакомиться с отображением на дисплее.

7.3.2 Результаты поверки считать положительным, если:  
идентификационное название и версия ПО, отображаемые на дисплее, соответствуют данным приведенным в таблице 3;  
ПО осуществляет функции, указанные в эксплуатационной документации.

Таблица 3

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	RF Impedance Analyzer Firmware
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже А.01.03
Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	--
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	--

### 7.4 Определение метрологических характеристик

#### 7.4.1 Определение относительной погрешности установки частоты

7.4.1.1 Собрать измерительную схему в соответствии с рисунком 1.

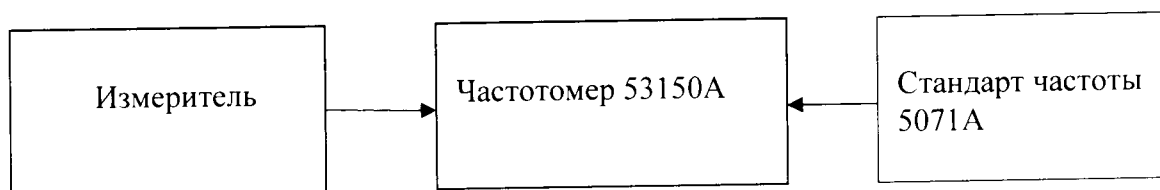


Рисунок 1

7.4.1.2 Подготовить частотомер 53150А к работе в соответствии с РЭ.

7.4.1.3 Установить уровень тестового сигнала равным 1 В и частоту тестового сигнала 20 Гц.

7.4.1.4 Провести измерение частоты тестового сигнала измерителя. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Устанавливаемая частота, Гц	Измеренная частота, Гц	Разница, Гц	Относительная погрешность установки частоты, %
20			
100			
1000			
10000			

Устанавливаемая частота, Гц	Измеренная частота, Гц	Разница, Гц	Относительная погрешность установки частоты, %
100000			
1000000			
10000000			
120000000			

7.4.1.5 Последовательно устанавливая частоты в соответствии с таблицей 4 провести измерение частоты тестового сигнала измерителя. Результаты измерений занести в таблицу 4.

7.4.1.6 Рассчитать абсолютную погрешность установки частоты по формуле (1):

$$\Delta F = F_{\text{уст}} - F_{\text{изм}} \quad (1)$$

где  $F_{\text{уст}}$  - установленное на измерителе значение частоты тестового сигнала;  
 $F_{\text{изм}}$  - измеренное значение частоты;

7.4.1.7 Рассчитать относительную погрешность установки частоты по формуле (2):

$$\delta F = \frac{\Delta F}{F_{\text{изм}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

7.4.1.8 Результаты поверки считаются положительными, если значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах  $\pm 7 \cdot 10^{-6} \%$ .

## 7.4.2 Определение погрешности установки напряжения переменного тока тестового сигнала

7.4.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

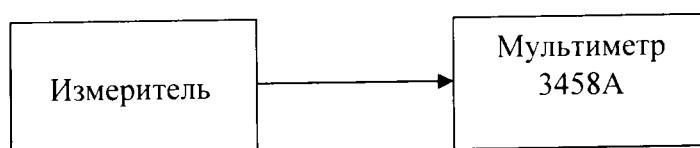


Рисунок 3

7.4.2.2 Подготовить мультиметр 3458А к работе в соответствии с РЭ.

7.4.2.3 Установить на измерителе, частоту тестового сигнала 1 МГц и напряжение тестового сигнала 0,02 В.

7.4.2.4 Провести измерение напряжения переменного тока тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 5.

Таблица 5

Устанавливаемое напряжение тестового сигнала, В	Устанавливаемая частота, кГц	Измеренное напряжение тестового сигнала, В	Погрешность установки напряжения	Допустимая погрешность,
0,02	1000			
0,2	1000			
0,2	2000			
0,5	1000			

Устанавливаемое напряжение тестового сигнала, В	Устанавливаемая частота, кГц	Измеренное напряжение тестового сигнала, В	Погрешность установки напряжения	Допустимая погрешность,
0,5	2000			
1	0,02			
1	0,125			
1	1			
1	10			
1	100			
1	1000			
1	120000			

7.4.2.5 Последовательно устанавливая напряжение и частоту тестового сигнала в соответствии с таблицей 5, провести измерения напряжения тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 5.

7.4.2.6 Рассчитать погрешность установки уровня выходного сигнала по формуле (3):

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}} \quad (3)$$

где  $U_{\text{уст}}$  - установленное значение напряжения тестового сигнала, В;  
 $U_{\text{изм}}$  - измеренное значение напряжения тестового сигнала, В.

7.4.2.7 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности напряжения тестового сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 5.

### 7.4.3 Определение погрешности установки напряжения постоянного тока смещения

7.4.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

7.4.3.2 Подготовить мультиметр 3458А к работе в соответствии с РЭ.

7.4.3.3 Установить на измерителе напряжение смещения 0 В.

7.4.3.4 Провести измерение напряжения постоянного тока смещения. Результаты измерений занести в таблицу 6.

Таблица 6

Устанавливаемое напряжение сигнала смещения, В	Измеренное напряжение сигнала смещения, В	Погрешность установки напряжения	Допустимая погрешность,
0			
1,5			
-1,5			
2			
-2			
5			
-5			
10			
-10			
20			
-20			
40			
-40			

7.4.3.5 Последовательно устанавливая напряжение сигнала смещения в соответствии с таблицей 6, провести измерения напряжения тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 6.

7.4.3.6 Рассчитать погрешность установки уровня сигнала смещения по формуле (4):

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}} \quad (4)$$

где  $U_{\text{уст}}$  - установленное значение напряжения смещения, В;

$U_{\text{изм}}$  - измеренное значение напряжения смещения, В.

7.4.3.7 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности напряжения тестового сигнала находятся в пределах, указанных в таблице 6.

#### 7.4.4 Определение погрешности установки силы постоянного тока смещения

7.4.4.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 3.

7.4.4.2 Подготовить мультиметр 3458А к работе в соответствии с РЭ.

7.4.4.3 Установить на измерителе силу постоянного тока смещения 1 мА.

7.4.4.4 Провести измерение силы постоянного тока смещения. Результаты измерений занести в таблицу 7.

Таблица 7

Устанавливаемая сила тока сигнала смещения, мА	Измеренная сила тока сигнала смещения, мА	Погрешность установки силы тока	Допустимая погрешность,
1			
-1			
2			
-2			
5			
-5			
10			
-10			
20			
-20			
60			
-60			
100			
-100			

7.4.4.5 Последовательно устанавливая силу тока сигнала смещения в соответствии с таблицей 7, провести измерения силы тока сигнала смещения. Результаты измерений занести в таблицу 7.

7.4.4.6 Рассчитать погрешность установки уровня силы тока сигнала смещения по формуле (5):

$$\Delta I = I_{\text{изм}} - I_{\text{уст}}, \quad (5)$$

где  $I_{\text{уст}}$  - установленное значение силы тока смещения, мА;

$I_{\text{изм}}$  - измеренное значение силы тока смещения, мА.

7.4.4.7 Результаты испытаний считать положительными, если значения погрешности установки уровня силы тока сигнала смещения находятся в пределах, указанных в таблице 7.

#### 7.4.5 Определение погрешности измерений электрического сопротивления

7.4.5.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 4. Номинальные значения подключаемых мер и частота тестового сигнала приведены в таблице 8.

7.4.5.2 Последовательно подключая меры сопротивления в соответствии с таблицей 8, провести измерения сопротивления. Результаты измерений занести в таблицу 8.

7.4.5.3 Рассчитать погрешность измерения электрического сопротивления по формуле (6):

$$\delta R = \frac{R_{\text{изм}} - R_{\text{мер}}}{R_{\text{мер}}} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где  $R_{\text{изм}}$  – измеренное значение сопротивления, Ом;  
 $R_{\text{мер}}$  – значение меры сопротивления, Ом.

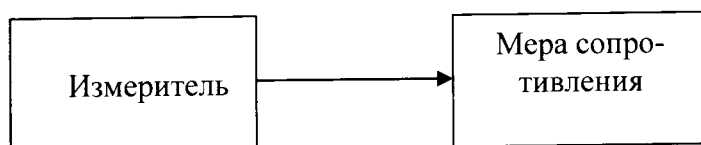


Рисунок 4

Таблица 8

Значение электрического сопротивления меры, Ом	Частота тестового сигнала, кГц	Измеренное сопротивление, Ом	Погрешность измерения	Допустимая погрешность,
0,01	1			
1	1			
1000	1			
100000	1			

7.4.5.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения сопротивления находятся в пределах, указанных в таблице 12.

#### 7.4.6 Определение погрешности измерения электрической емкости

7.4.6.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 5. Номинальные значения подключаемых мер и частота тестового сигнала приведены в таблице 9.

7.4.6.2 Подсоединяя поочередно меры емкости к измерителю, провести измерения электрической емкости и тангенса угла потерь при уровнях сигнала и частотах, приведенных в таблице 13. Результаты измерений занести в таблицу 9.



Рисунок 5



Таблица 9

Значение емкости	Уровень тестового сигнала, В	Частота тестового сигнала	Измеренная емкость, пФ	Погрешность	Допустимая погрешность
10 пФ	0,02	1 МГц			
		2 МГц			
	0,2	2 МГц			
		100 кГц			
	0,3	1 МГц			
		2 МГц			
2,0	1 МГц				
	2 МГц				
100 пФ	0,2	2 МГц			
	0,3	1 МГц			
1000 пФ	0,02	1 кГц			
		1 МГц			
	0,3	20 Гц			
		1 кГц			
		1 МГц			
		2 МГц			
	2	1 кГц			
		1 МГц			
		2 МГц			
	18	1 МГц			
20	1 кГц				
0,1 мкФ	0,3	120 Гц			
		100 кГц			
10 мкФ	0,3	20 Гц			
		120 Гц			
		1 кГц			
		10 кГц			
		100 кГц			

7.4.6.3 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения электрической емкости находятся в пределах, указанных в таблице 9.

## 8 Оформление результатов проведения поверки

8.1 При положительных результатах поверки на измерители (техническую документацию) наносится оттиск поверительного клейма или выдается свидетельство установленной формы.

8.2 Значения характеристик, определенные в процессе поверки при необходимости заносятся в документацию.

8.3 В случае отрицательных результатов поверки применение измерителей запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник НИО-6

Начальник управления ФГБУ «ГНМЦ»  
Минобороны России



В.И.Добровольский



С.В. Маринко