

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. Щипунов

« 30 » 09 2015 г.

## Инструкция

Измерители RLC E4980A, E4980AL

Методика поверки

651-15-28

2015 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на измерители RLC E4980A, E4380AL (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 тестового сигнала	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 измерений полного сопротивления	7.4.4	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 $\pm 1 \cdot 10^{-8}$
7.4.2	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 $\pm 0,03\%$ .
7.4.3	Мультиметр 3458А (Рег. № 25900-03): диапазон измерения напряжения постоянного тока от 1 мВ до 1000 В, пределы допускаемой погрешности 0,0008%.
7.4.4	Набор мер образцовый 2-го разряда 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 $\pm 0,1\%$ ; Меры сопротивления переменного тока МС 01 (Рег. № 51137-12), номинальные

значения сопротивления 0,1 Ом, диапазон рабочих частот от 0 до 10 кГц, пределы допускаемой основной погрешности $\pm (0,03 - 0,1) \%$ Меры емкости образцовые Р597 (Рег. № 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 %. Набор мер емкости образцовых 3-го разряда Е1-3 (Рег. № 8174-88), диапазон рабочих частот от 100 кГц до 30 МГц, диапазон емкости от 100 пФ до 1000 пФ, пределы допускаемой погрешности аттестации $\pm (0,02 - 0,2) \%$ .
---

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 диагностике 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	E4980A/E4980AL Firmware Revision
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 3.0
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.

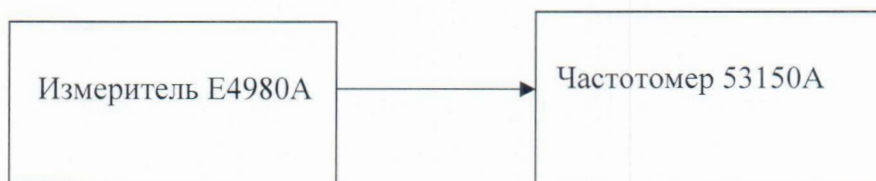


Рисунок 1

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

7.4.1.3 Установить уровень напряжения переменного тока тестового сигнала равным 1 В и частоту выходного сигнала 1 МГц.

7.4.1.4 Провести измерение частоты выходного сигнала измерителя.

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

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

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 считать положительными, если значения относительной погрешности установки частоты находятся в пределах  $\pm 1 \cdot 10^{-2}\%$ .

#### 7.4.2 Определение погрешности установки напряжения переменного тока тестового сигнала

7.4.2.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.



Рисунок 2

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

7.4.2.3 Установить на измерителе режим работы (без включения АРУ), частоту тестового сигнала 1МГц и напряжение тестового сигнала 0,02 В.

7.4.2.4 Провести измерение напряжения переменного тока тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 4.

Таблица 4

Устанавливаемое напряжение тестового сигнала, В	Устанавливаемая частота, кГц	Измеренное напряжение тестового сигнала, В	Погрешность установки напряжения, В	Допустимая погрешность, В
0,02	1000			$\pm 0,003$
0,2	1000			$\pm 0,021$
0,5	1000			$\pm 0,051$
1	0,02			$\pm 0,101$
1	0,125			$\pm 0,101$
1	1			$\pm 0,101$
1	1000			$\pm 0,101$
2	1000			$\pm 0,201$
20*	0,02			$\pm 2,01$
20*	0,125			$\pm 2,01$
20*	1			$\pm 2,01$
20*	1000			$\pm 3,02$

\* - значения нормированы только для измерителей с опцией 001

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 4.

### 7.4.3 Определение погрешности установки напряжения постоянного тока смещения

7.4.3.1 Собрать схему в соответствии с рисунком 2.

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 5.

7.4.3.5 Последовательно устанавливая напряжение сигнала смещения в соответствии с таблицей 5, провести измерения напряжения тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 5.

7.4.3.6 Рассчитать погрешность установки напряжения 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.

Таблица 5

Устанавливаемое напряжение сигнала смещения, В	Измеренное напряжение сигнала смещения, В	Погрешность установки напряжения	Допустимая погрешность, мВ
0			±0,002
1,5			±0,0035
-1,5			±0,0035
2			±0,004
-2			±0,004
5*			±0,007
-5*			±0,007
10*			±0,012
-10*			±0,012
20*			±0,022
-20*			±0,022
40*			±0,042
-40*			±0,042

\* - значения нормированы только для измерителей с опцией 001

7.4.3.7 Последовательно устанавливая напряжение сигнала смещения в соответствии с таблицей 5, провести измерения напряжения тестового сигнала. Результаты измерений занести в таблицу 5.

7.4.3.8 Рассчитать погрешность установки напряжения смещения по формуле (5):

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{уст}} \quad (5)$$

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

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

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

#### 7.4.4 Определение погрешности измерений полного сопротивления

7.4.4.1 Подготовить измеритель к измерению полного сопротивления.

7.4.4.2 Провести операции по калибровке измерителя в соответствии с РЭ.

7.4.4.3 Подсоединяя поочередно меры емкости и сопротивления к измерителю, провести измерения при уровнях сигнала и частотах, приведенных в таблицах 6 и 7

Таблица 6

Значение электрического сопротивления меры, Ом	Тип меры	Частота тестового сигнала, кГц	Уровень тестового сигнала, В	Допустимая погрешность,
0,1	МС01	1	2,1	±0,84 мОм
1	Е1-5	1	0,1	±8,3 мОм
1	Е1-5	1	0,3	±3,73 мОм
1000	Е1-5	1	0,1	± 3,3 Ом

Таблица 7

Применяемая мера емкости	Значение емкости	Уровень тестового сигнала, В	Частота тестового сигнала	Пределы допускаемой погрешности измерений	
				Емкость, пФ	Тангенс угла потерь
Е1-3	100 пФ	0,2	2 МГц	± 0,301 пФ	± 0,0008
		0,3	1 МГц	± 0,101 пФ	± 0,00081
Р597/7	1000 пФ	0,3	1 кГц	± 0,95 пФ	± 0,0012
Е1-3	1000 пФ	2	1 кГц	± 1,42 пФ	± 0,0008
			1 МГц	± 2,01 пФ	
Р597/15	0,1 мкФ	0,3	120 Гц	± 0,082 нФ	± 0,003

7.4.4.4 Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерений находятся в пределах, указанных в таблицах 7 и 8.

## 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 Центра испытаний  
и поверки средств измерений  
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.В. Апрельев

Начальник управления ФГБУ «ГНМЦ»  
Минобороны России

С.В. Маринко