

1556

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Начальник ГЦИ СИ «Воентест»**  
**32 ГНИИ МО РФ**

  
\_\_\_\_\_ **А.Ю. Кузин**

« 4 » 03 2008 г.



## **ИНСТРУКЦИЯ**

**АНАЛИЗАТОРЫ ИМПЕДАНСА E4991A, 4294A**  
**ФИРМЫ «AGILENT TECHNOLOGIES», МАЛАЙЗИЯ**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ**

**г. Мытищи,**  
**2008 г.**

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на анализаторы импеданса E4991A, 4294A фирмы «Agilent Technologies» (далее - анализаторы).

Межповерочный интервал – один год.

### 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке (ввозе импорта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	5.1	+	+
2 Опробование	5.2	+	+
3 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции	5.3	+	-
4 Определение метрологических характеристик:	5.4	+	+
4.1 Определение погрешности установки частоты измерительного сигнала	5.4.1	+	+
4.2 Определение погрешности установки мощности измерительного сигнала (для анализаторов E4991A)	5.4.2	+	+
4.3 Определение погрешности установки напряжения измерительного сигнала (для анализаторов 4294A)	5.4.3	+	+
4.4 Определение погрешности установки напряжения смещения	5.4.4	+	+
4.5 Определение погрешности установки тока смещения	5.4.5	+	+
4.6 Определение погрешности измерения импеданса	5.4.6	+	+

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Наименование средств поверки. Требуемые технические характеристики средств поверки	Рекомендуемые средства поверки
5.3	Установка для испытаний изоляции на электрическую прочность и сопротивление, диапазон испытательных напряжений до 1500 В, диапазон измерений сопротивлений до 20 МОм	Установка для испытаний на электробезопасность S3301
5.4.1.1	Частотомер электронно-счетный, диапазон измерения частоты от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66
5.4.1.2	Частотомер электронно-счетный, диапазон измерения частоты от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66
5.4.2	Ваттметр СВЧ, диапазон измерений мощности от $10^{-4}$ до 1 Вт, пределы допускаемой погрешность измерений мощности $\pm 7\%$ , диапазон рабочих частот от 10 МГц до 3 ГГц	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-58/1
5.4.3	Измеритель напряжения переменного тока, диапазон измерений напряжения переменного тока от 0,1 мВ до 750 В, пределы допускаемой погрешности измерения напряжения $\pm 0,1\%$	Мультиметр В7-64
5.4.4	Измеритель напряжения постоянного тока, диапазон измерений от 4 до 40 В, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,03\%$	Мультиметр В7-64
5.4.5	Измеритель силы постоянного тока, диапазон измерений от минус 100 до 100 мА, пределы допускаемой погрешности измерения $\pm 0,7\%$	Мультиметр В7-64
5.4.6.1	Набор мер КСВН и полного сопротивления, диапазон рабочих частот от 1 МГц до 3 ГГц, пределы допускаемой погрешность воспроизведения $\pm (1 \div 3)\%$	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140
5.4.6.2	Набор мер КСВН и полного сопротивления, диапазон рабочих частот от 40 Гц до 110 МГц, пределы допускаемой погрешности воспроизведения $\pm (1 \div 3)\%$	Набор мер КСВН и полного сопротивления 1 разряда ЭК9-140

Примечания:

1 Вместо указанных в таблице 2 средств поверки разрешается применять другие средства поверки, обеспечивающие измерения соответствующих параметров с требуемой точностью.

2 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке с неистекшим сроком действия.

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в технической документации фирмы-изготовителя анализаторов, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| – температура окружающего воздуха, °С   | $20 \pm 2$ ;                  |
| – относительная влажность воздуха, %    | $65 \pm 15$ ;                 |
| – атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.) | $100 \pm 4$ ( $750 \pm 30$ ); |
| – напряжение питающей сети, В           | $220 \pm 4,4$ ;               |
| – частота питающей сети, Гц             | $50 \pm 0,5$ .                |

4.2 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- изучить поверителем техническую документации фирмы-изготовителя поверяемого анализатора и инструкций по эксплуатации используемых средств поверки
- выдержать анализатор в условиях, указанных в п. 4.1, в течение не менее 2 ч;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на анализатор, по его подготовке к измерениям;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

### 5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие анализатора требованиям Руководства по эксплуатации. При внешнем осмотре убедиться в:

- отсутствии механических повреждений;
- функционировании органов управления и коммутации;
- чистоте гнезд, разъемов и клемм;
- исправности соединительных проводов и кабелей;
- целостности лакокрасочных покрытий и четкости маркировки;
- наличии и соответствии документации номиналов предохранителей;
- отсутствии внутри прибора незакрепленных предметов.

Проверить комплектность анализатора в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Результаты поверки считать положительными, если анализатор удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, комплектность анализатора полная. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 5.2 Опробование

Провести опробование работы анализатора для оценки его исправности в следующей последовательности.

Включить анализатор в сеть.

Убедиться в правильности прохождения встроенной тестовой программы на отсутствие индицируемых ошибок.

Тестовая программа выполняется автоматически после включения анализатора.

Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют ошибки тестирования.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 5.3 Проверка электрического сопротивления изоляции и электрической прочности изоляции

5.3.1 Электрическое сопротивление изоляции анализатора проверить между закороченными разъемами питания и «корпусом» (при включенной кнопке питания). Анализатор при этом должен быть отключен от сети.

Соединить клеммы испытательной установки с сетевыми разъемами анализатора.

Включить питание испытательной установки.

Измерить электрическое сопротивление изоляции анализатора.

Результаты поверки считаются положительными, если сопротивление изоляции не менее 20 МОм. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

5.3.2 Электрическую прочность изоляции анализатора проверить между закороченными разъемами питания и «корпусом» (при включенной кнопке питания) на переменном токе. Анализатор при этом должен быть отключен от сети.

Подключить к высоковольтному выходу установки сетевые разъемы анализатора.

Подключить к общему выходу установки «корпус» анализатора.

Включить питание испытательной установки.

Выдержать анализатор под воздействием испытательного напряжения 1,5 кВ в течение 1 минуты.

Результаты поверки считать положительными, если отсутствуют пробой, на что указывает внезапное возрастание тока. В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

## 5.4 Определение метрологических характеристик

### 5.4.1 Определение погрешности установки частоты измерительного сигнала

Погрешность установки частоты измерительного сигнала определить с помощью метода прямых измерений.

#### 5.4.1.1 Для анализаторов E4991A

Соединить выход анализатора (с присоединенной тестирующей головкой) со входом частотомера в соответствии с рисунком 1.

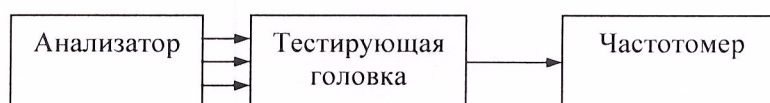


Рисунок 1 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить частоту измерительного сигнала 1 МГц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Start/Stop», пункт «Center».

Установить уровень мощности измерительного сигнала 0 дБ/мВт с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Osc Unit - Level», предварительно выбрав «Osc Unit - Power».

Произвести измерение частотомером частоты измерительного сигнала.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений частоты в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Поверяемые отметки	1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	3 ГГц
Пределы допускаемой погрешности установки	$\pm 10$ Гц	$\pm 100$ Гц	$\pm 1$ кГц	$\pm 10$ кГц	$\pm 30$ кГц

Погрешность установки частоты вычислить по формуле (1):

$$\Delta F = F_v - F_n \quad , \quad (1)$$

где  $F_v$  – воспроизведенное значение частоты, Гц;

$F_n$  – измеренное значение частоты, Гц.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки частоты для каждой проверяемой отметки не превышают пределов, указанных в таблице 3.

В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.1.2 Для анализаторов 4294А

Соединить анализатор (с присоединенным согласующим устройством «Interface Box», выход «Test Signal») со входом частотомера в соответствии с рисунком 2.

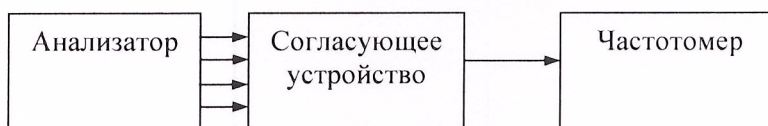


Рисунок 2 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить диапазон частот измерительного сигнала 0 Гц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Span».

Установить частоту измерительного сигнала 40 Гц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Center».

Установить напряжение измерительного сигнала 0,25 В с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Level».

Произвести измерение частотомером частоты измерительного сигнала.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений частоты в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Поверяемые отметки	40 Гц	100 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	110 МГц
Пределы допускаемой погрешности	$\pm 0,0008$ Гц	$\pm 0,002$ Гц	$\pm 0,02$ Гц	$\pm 0,2$ Гц	$\pm 2$ Гц	$\pm 20$ Гц	$\pm 200$ Гц	$\pm 2,2$ кГц

Погрешность установки частоты вычислить по формуле:

$$\Delta F = F_v - F_{и} \quad , \quad (2)$$

где  $F_v$  – воспроизведенное значение частоты,

$F_{и}$  – измеренное значение частоты.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешность установки частоты для каждой проверяемой отметки не превышает пределов, указанных в таблице 4.

В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.2 Определение погрешности установки мощности измерительного сигнала (для анализаторов E4991A)

Погрешность установки мощности измерительного сигнала определить с помощью метода прямых измерений.

Соединить выход анализатора (с присоединенной тестирующей головкой) со входом ваттметра в соответствии с рисунком 3.

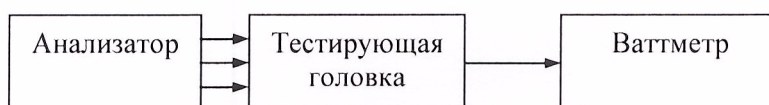


Рисунок 3 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить частоту измерительного сигнала 1 ГГц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Start/Stop», пункт «Center».

Установить уровень мощности измерительного сигнала 1 дБ/мВт с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Osc Unit - Level», предварительно выбрав «Osc Unit - Power».

Произвести измерение ваттметром мощности измерительного сигнала.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений мощности в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5

Поверяемые отметки, dBm	1	0	минус 7,9	минус 10	минус 20	минус 25	минус 30	минус 35	минус 40
Частота сигнала	1 ГГц	3 ГГц	3 ГГц	300 МГц	50 МГц	1 ГГц	10 МГц	2 ГГц	100 МГц
Пределы допускаемой погрешности установки, дБ	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 2$

Погрешность установки уровня мощности измерительного сигнала вычислить по формуле:

$$\Delta W = W_v - W_{и} \quad , \quad (3)$$

где  $W_B$  – воспроизведенное значение уровня мощности, дБ;  
 $W_{и}$  – измеренное значение уровня мощности, дБ.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки уровня мощности измерительного сигнала для каждой поверяемой отметки не превышает пределов, указанных в таблице 5.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергаются, бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.3 Определение погрешности установки напряжения измерительного сигнала (для анализаторов 4294А)

Погрешность установки напряжения измерительного сигнала определяется с помощью метода прямых измерений.

Соединить анализатор (с присоединенным согласующим устройством «Interface Box», выход «Test Signal») со входом мультиметра в соответствии с рисунком 4.

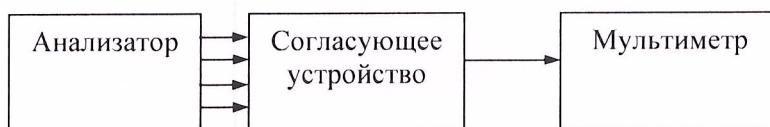


Рисунок 4 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить диапазон частот измерительного сигнала 0 Гц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Span».

Установить частоту измерительного сигнала 1 кГц с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Center».

Установить напряжение измерительного сигнала 5 мВ с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Level».

Произвести измерение мультиметром напряжения измерительного сигнала.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений напряжений в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Поверяемые отметки, мВ	5	16	64	125	250	500	500	500	500	500	1000
Частота сигнала	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	1 кГц	40 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	1 кГц
Пределы допускаемой погрешности, мВ	± 1,5	± 2,6	± 7,4	± 13,5	± 26	± 51	± 51	± 51	± 51	± 51,3	± 101

Погрешность установки напряжения измерительного сигнала вычислить по формуле:

$$\Delta U = U_B - U_{и} \quad , \quad (4)$$

где  $U_B$  – воспроизведенное значение напряжения,

$U_{и}$  – измеренное значение напряжения.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки напряжения измерительного сигнала для каждой поверяемой отметки не превышает пределов, указанных в таблице 6.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.



#### 5.4.4 Определение погрешности установки напряжения смещения

Погрешность установки напряжения смещения определить с помощью метода прямых измерений.

##### 5.4.4.1 Для анализаторов E4991A

Соединить выход анализатора (с присоединенной тестирующей головкой) со входом мультиметра в соответствии с рисунком 5.

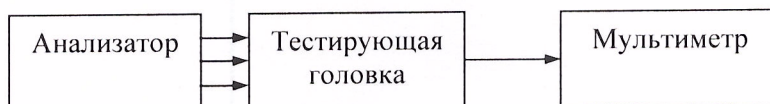


Рисунок 5 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить уровень измерительного сигнала 0,5 мВ с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Osc Level».

Выбрать «DC Bias - On».

Выбрать «Bias Source - Voltage».

Установить ограничение уровня тока смещения 50 мА с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Bias Limit».

Установить уровень напряжения смещения минус 40 В с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Bias Level».

Нажать кнопку анализатора «Trigger Setup».

Произвести измерение мультиметром напряжения смещения.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений напряжений в соответствии с таблицей 7.

Таблица 7

Поверяемые отметки, В	минус 40	минус 4	0	4	40
Пределы допускаемой погрешности установки, мВ	± 46	± 10	± 6	± 10	± 46

Погрешность установки напряжения смещения вычислить по формуле:

$$\Delta U = U_{\text{в}} - U_{\text{и}} , \quad (5)$$

где  $U_{\text{в}}$  – воспроизведенное значение напряжения, В;

$U_{\text{и}}$  – измеренное мультиметром значение напряжения, В.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки напряжения смещения для каждой поверяемой отметки не превышают пределов, указанных в таблице 7.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

##### 5.4.4.2 Для анализаторов 4294A

Соединить анализатор (с присоединенным согласующим устройством «Interface Box», выход «DC Bias») со входом мультиметра в соответствии с рисунком 4.

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Нажать кнопку анализатора «Cal», выбрать Adapter – None.

Нажать кнопку «Source», установить уровень измерительного сигнала 0 В.

Нажать кнопку «Source», выбрать Bias Menu – Bias.

Нажать кнопку «Source», выбрать Bias Menu – Mode – Volt.

Установить уровень напряжения смещения минус 40 В с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт Bias Menu – Voltage Level.

Произвести измерение мультиметром напряжения смещения.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений напряжений в соответствии с таблицей 8.

Таблица 8

Поверяемые отметки, В	минус 40	минус 25	0	25	40
Пределы допус- каемой погрешно- сти, мВ	± 45,6	± 30,3	± 5	± 30,3	± 45,6

Погрешность установки напряжения смещения вычислить по формуле:

$$\Delta U = U_v - U_n, \quad (6)$$

где  $U_v$  – воспроизведенное значение напряжения, В,

$U_n$  – измеренное мультиметром значение напряжения, В.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешность установки напряжения смещения для каждой проверяемой отметки не превышает пределов, указанных в таблице 8.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.5 Определение погрешности установки тока смещения

Погрешность установки тока смещения определить с помощью метода прямых измерений.

##### 5.4.5.1 Для анализаторов E4991A

Соединить выход анализатора (с присоединенной тестирующей головкой) со входом мультиметра в соответствии с рисунком 6.

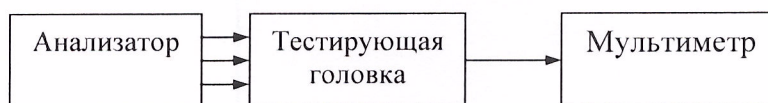


Рисунок 6 - Структурная схема соединения приборов

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Установить уровень измерительного сигнала 0,5 мВ с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Osc Level».

Выбрать «DC Bias - On».

Выбрать «Bias Source - Current».

Установить ограничение уровня напряжения смещения 40 В с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Bias Limit».

Установить уровень силы тока смещения минус 100 мА с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Bias Level».

Нажать кнопку анализатора «Trigger Setup».

Произвести измерение мультиметром силы тока смещения.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений силы тока в соответствии с таблицей 9.

Таблица 9

Поверяемые отметки, мА	минус 100	минус 50	минус 4	минус 0,1	0,1	4	50	100
Пределы допускаемой погрешности установки, мА	± 0,220	± 0,120	± 0,028	± 0,020	± 0,020	± 0,028	± 0,120	± 0,220

Погрешность установки силы тока смещения вычислить по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{в}} - I_{\text{и}} \quad , \quad (7)$$

где  $I_{\text{в}}$  – воспроизведенное значение силы тока, мА,

$I_{\text{и}}$  – измеренное мультиметром значение силы тока, мА.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки силы тока смещения для каждой поверяемой отметки не превышают пределов, указанных в таблице 9.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.5.2 Для анализаторов 4294А

Соединить анализатор (с присоединенным согласующим устройством «Interface Box», выход «DC Bias») со входом мультиметра в соответствии с рисунком 4.

Нажать кнопку анализатора «Preset».

Нажать кнопку «Source», установить уровень измерительного сигнала 0 В.

Нажать кнопку «Source», выбрать Bias Menu – Mode – Current.

Установить уровень тока смещения минус 100 мА с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт Bias Menu – Current Level.

Произвести измерение мультиметром силы тока смещения.

Провести измерения воспроизводимых анализатором остальных значений силы тока в соответствии с таблицей 10.

Таблица 10

Поверяемые отметки, мА	минус 100	минус 20	0	20	100
Пределы допускаемой погрешности, мА	± 2,2	± 0,6	± 0,2	± 0,6	± 2,2

Абсолютную погрешность установки силы тока смещения вычислить по формуле:

$$\Delta I = I_{\text{в}} - I_{\text{и}} \quad , \quad (8)$$

где  $I_{\text{в}}$  – воспроизведенное значение силы тока, мА,

$I_{\text{и}}$  – измеренное мультиметром значение силы тока, мА.

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности установки силы тока смещения для каждой поверяемой отметки не превышает пределов, указанных в таблице 10.

В противном случае анализатор дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

### 5.4.6 Определение погрешности измерений импеданса

Погрешность измерения импеданса определить с помощью метода косвенных измерений.

#### 5.4.6.1 Для анализаторов E4991A

5.4.6.1.1 Соединить выход анализатора (с присоединенной тестирующей головкой) с мерой Э9-159 из набора мер ЭК9-140 в соответствии с рисунком 7.

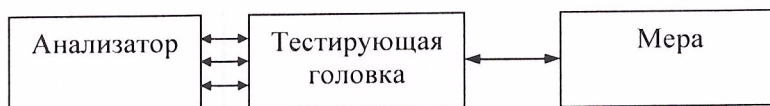


Рисунок 7 - Структурная схема соединения приборов

5.4.6.1.2 Нажать кнопку анализатора «Preset». Установить уровень мощности измерительного сигнала анализатора минус 3 дБ/мВт и коэффициент усреднения 8.

5.4.6.1.3 Провести измерения воспроизводимых мерой Э9-159 значений импеданса на частотах 1, 10, 100 МГц, 1 и 3 ГГц.

Записать измеренные значения импеданса  $|Z|_и$ .

5.4.6.1.4 Рассчитать действительные значения импеданса  $|Z|_д$  для частот 1 ГГц и 3 ГГц по формуле:

$$|Z|_д = 50 \text{ Ом} / K \quad , \quad (9)$$

где  $K$  – значение КСВН, приведенное в свидетельстве о поверке меры для соответствующей частоты.

Для частот 1, 10 и 100 МГц действительные значения импеданса  $|Z|_д$  рассчитать по формуле:

$$|Z|_д = 50 \text{ Ом} / K_f \quad , \quad (10)$$

где  $K_f$  – значение КСВН, рассчитанное по формуле:

$$K_f = 50 \text{ Ом} / R_0 + (K_1 - 50 \text{ Ом} / R_0) \cdot F \quad , \quad \text{для } R_0 < 50 \text{ Ом}, \quad (11)$$

или по формуле:

$$K_f = R_0 / 50 \text{ Ом} + (K_1 - R_0 / 50 \text{ Ом}) \cdot F \quad , \quad \text{для } R_0 > 50 \text{ Ом}, \quad (12)$$

где  $R_0$  – сопротивление меры постоянному току, Ом, приведенное в свидетельстве о поверке меры;

$K_1$  - значение КСВН для частоты 1 ГГц, приведенное в свидетельстве о поверке меры;

$F$  – частота измерительного сигнала, ГГц.

Записать действительные значения импеданса  $|Z|_д$  для соответствующих частот.

5.4.6.1.5 Соединить выход анализатора с мерой Э9-160 из набора мер ЭК9-140.

5.4.6.1.6 Провести измерения воспроизводимых мерой Э9-160 значений импеданса в соответствии с п.п. 5.4.6.1.3 - 5.4.6.1.4.

5.4.6.1.7 Погрешность измерения импеданса для каждой поверяемой отметки вычислить по формуле:

$$\Delta|Z| = |Z|_д - |Z|_и \quad . \quad (13)$$

5.4.6.1.8 Пределы допускаемой погрешности измерений импеданса для каждой поверяемой отметки вычислить по формуле:

$$\Delta|Z|_п = \pm (A + B) \cdot |Z|_д \cdot 10^{-2} , \quad (14)$$

где слагаемое А – в соответствии с таблицей 11;

Таблица 11

Частота сигнала	1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	3 ГГц
А	0,65	0,65	0,8	2,5	5

слагаемое В рассчитать по формуле:

$$B = Z_s/|Z|_д + |Z|_д/Z_0 , \quad (15)$$

где  $Z_s$  и  $Z_0$  – в соответствии с таблицей 12;

Таблица 12

Частота сигнала	1 МГц	10 МГц	100 МГц	1 ГГц	3 ГГц
$Z_s$ , мОм	13,5	18	63	513	1513
$Z_0$ , МОм	5,1	6	15	105	305

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения импеданса  $\Delta|Z|$  для каждой поверяемой отметки не превышают пределов, рассчитанных по формуле (14).

В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

#### 5.4.6.2 Для анализаторов 4294А

5.4.6.2.1 Соединить анализатор (с присоединенным согласующим устройством «Terminal Adapter 42942А») с мерой Э9-159 из набора мер ЭК9-140 в соответствии с рисунком 8.

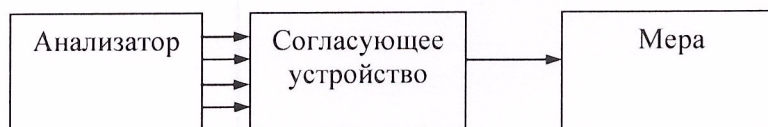


Рисунок 8 - Структурная схема соединения приборов.

5.4.6.2.2 Нажать кнопку анализатора «Preset».

Нажать кнопку анализатора «Cal», выбрать «Adapter – 42942А».

Нажать кнопку анализатора «Meas», выбрать режим измерения « $|Z| - \theta$ ».

Установить напряжение измерительного сигнала 125 мВ с помощью меню, открываемого при нажатии кнопки «Source», пункт «Level».

Нажать кнопку анализатора «BW», выбрать «5».

Нажать кнопку анализатора «Trigger», выбрать «Single».

5.4.6.2.3 Провести измерения воспроизводимых мерой Э9-159 значений импеданса на частотах 40 Гц, 1 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 1 МГц, 10 МГц, 110 МГц.

Записать измеренные значения импеданса  $|Z|_и$ .

5.4.6.2.4 Рассчитать действительные значения импеданса  $|Z|_д$  по формуле:

$$|Z|_д = 50 \text{ Ом} / K_f , \quad (16)$$

где  $K_f$  – значение КСВН, рассчитанное по формуле:

$$K_f = 50 \text{ Ом} / R_0 + (K_1 - 50 \text{ Ом} / R_0) \cdot F, \text{ для } R_0 < 50 \text{ Ом}, \quad (17)$$

или по формуле:

$$K_f = R_0 / 50 \text{ Ом} + (K_1 - R_0 / 50 \text{ Ом}) \cdot F, \text{ для } R_0 > 50 \text{ Ом}, \quad (18)$$

где  $R_0$  – сопротивление меры постоянному току, Ом, приведенное в свидетельстве о поверке меры;

$K_1$  – значение КСВН для частоты 1 ГГц, приведенное в свидетельстве о поверке меры;

$F$  – частота измерительного сигнала, ГГц.

Записать действительные значения импеданса  $|Z|_д$  для соответствующих частот.

5.4.6.2.5 Соединить выход анализатора с мерой Э9-160 из набора мер ЭК9-140.

5.4.6.2.6 Провести измерения воспроизводимых мерой Э9-160 значений импеданса в соответствии с п.п. 5.4.6.2.3 - 5.4.6.2.4.

5.4.6.2.7 Погрешность измерения импеданса для каждой поверяемой отметки вычислить по формуле:

$$\Delta|Z| = |Z|_д - |Z|_и, \quad (19)$$

5.4.6.2.8 Пределы допускаемой погрешности измерения импеданса для каждой поверяемой отметки вычислить по формуле:

$$\Delta|Z|_и = \pm (A + B) \cdot |Z|_д \cdot 10^{-2}, \quad (20)$$

где слагаемое  $A$  – в соответствии с таблицей 13;

Таблица 13

Частота сигнала	40 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	110 МГц
$A$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,95

слагаемое  $B$  рассчитать по формуле:

$$B = (Z_s / |Z|_д + |Z|_д / Z_0) \cdot 100, \quad (21)$$

где  $Z_s$  и  $Z_0$  – в соответствии с таблицей 14;

Таблица 14

Частота сигнала	40 Гц	1 кГц	10 кГц	100 кГц	1 МГц	10 МГц	110 МГц
$Z_s$ , МОм	20	5	5	5,1	5,5	10	60
$Z_0$ , МОм	2,5	10	10	10	20	45	500

Результаты поверки считать положительными, если значения погрешности измерения импеданса  $\Delta|Z|$  для каждой поверяемой отметки не превышает пределов, рассчитанных по формуле (20).

В противном случае анализатор бракуется и направляется в ремонт.

## 6 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 Результаты поверки оформляются протоколом.

6.2 При положительных результатах поверки в формуляре на анализатор оформляется запись о поверке или выдается свидетельство установленного образца.

6.3 При отрицательных результатах поверки анализатор бракуется. На забракованный анализатор выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ



О.В. Каминский

Начальник лаборатории ГЦИ СИ «Воентест»  
32 ГНИИИ МО РФ



А.В. Заболотнов